

# Etudes et Thèses



## LA CÔTE OUEST-AFRICAINE

DU SALOUM (SÉNÉGAL)  
À LA MELLACORÉE (RÉP. DE GUINÉE)

Salif DIOP

Éditions de l'ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Salif DIOP

## **LA CÔTE OUEST-AFRICAINE**

DU SALOUM (SÉNÉGAL) À LA MELLACORÉE (RÉP. DE GUINÉE)

Cet ouvrage a bénéficié du concours financier de la Division des Sciences de la Mer de l'UNESCO - Paris, ainsi que celui de la Fondation Léopold Sédar Senghor - Dakar

---

**Editions de l'ORSTOM**

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Collection **ÉTUDES et THÈSES**

PARIS 1990

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective» et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, «toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ayants cause, est illicite» (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Cet ouvrage est dédié  
au Projet COMARAF\*  
et à la mémoire du Dr. Boniface Mwaiseje\*\*

This publication is dedicated  
to the COMARAF Project\*  
and to the late Dr. Boniface Mwaiseje\*\*

---

\* Projet Régional pour la Recherche et la Formation sur les Systèmes marins côtiers d'Afrique - Composante du Projet Majeur COMAR de la Division des Sciences de la Mer de l'UNESCO.

\* Regional Project for Research and Training on Coastal marine systems in Africa which is a Regional component of the COMAR Major Project - Division of Marine Sciences - UNESCO -

\*\* Spécialiste de Programme à la Division des Sciences de la Mer de l'UNESCO, il fut l'un des premiers scientifiques africains à initier le projet COMARAF.

\*\* Programme Specialist in Marine Science Division of UNESCO, he was one of the first African scientist initiator of the COMARAF Project.

## RÉSUMÉ

Ce travail réalise *une comparaison des estuaires holocènes tropicaux de l'Afrique de l'Ouest - du Saloum, au Sénégal, à la Mellacorée, en république de Guinée (fig. 2). Le domaine étudié, communément appelé "Rivières du Sud", s'étend sur 700 à 800 km de long et une centaine de kilomètres de large, soit une extension en latitude de 5° environ, pour une superficie globale de plus de 1.000.000 ha. Ce sont les marais maritimes où prédominent à l'état naturel les vasières à mangroves qui confèrent son originalité à ce milieu.*

Ces étendues de vasières auxquelles se juxtaposent les formations des "tannes" sont composées d'éléments fins (argiles et silts) et dessinent d'immenses surfaces planes. Elles alternent avec les cordons sableux exondés, de forme allongée, plus ou moins modelés en dunes, édifiés parallèlement à la côte. Dans l'optique de cette étude comparative focalisée sur les parties aval et envasées des principaux cours d'eau, depuis le sud du Sénégal jusqu'en République de Guinée, nous avons choisi une région de référence : les marais à mangrove du Saloum. Le recours aux données fournies par les photographies aériennes et les images-satellites a permis ensuite la sélection de zones plus étendues. Ainsi, *l'essentiel de notre démarche s'appuie sur :*

- la collecte des données climatiques et hydrologiques du domaine concerné.
- l'établissement de stations fixes pour le suivi des paramètres aussi bien en hydrologie qu'en hydrodynamique.
- l'exécution de sondages aussi profonds que possibles dans des unités géomorphologiques similaires (séquences vasières/tannes, cordons sableux, flèches et bancs sableux...) afin de pouvoir procéder à leur comparaison sédimentologique et retracer l'histoire de leur évolution au Quaternaire récent.
- la réalisation en fonction de nos possibilités matérielles, de profils bathymétriques et de prélèvements concomittants dans les principaux réseaux fluviaux (cas du Saloum, du Diomboss, du Bandiala et de la Casamance).
- la mise en place de transects représentatifs afin de mieux caractériser les grands groupements végétaux et l'écologie des domaines étudiés.
- et enfin, la cartographie d'ensemble de la région réalisée à partir d'interprétations de photographies aériennes de dates différentes et d'imagerie Landsat agrandie en compositions colorées.

*Quelques principaux résultats ont été obtenus* à l'issue de nos différentes missions sur le terrain, de nos travaux de laboratoire et de cartographie ainsi que des traitements informatiques de nos données. Ils sont de plusieurs ordres et se classent en fonction des cinq parties qui ont été étudiées :

- \* La péjoration du climat de ces dernières années, avec une succession ininterrompue d'années sèches, a sensiblement fait reculer les limites tidales dans les estuaires du nord. Elle explique l'extension très visible des formations des tannes aux dépens des vasières, notamment dans les parties externes de ces estuaires ainsi que la remontée, loin en amont, du front de salinité de certains cours d'eau (Casamance, Saloum...). Cette péjoration du climat s'atténue cependant au fur et à mesure que l'on progresse vers le sud (domaines guinéens).

L'influence des facteurs climatiques sur les régimes hydrologiques nous a amené à définir un gradient d'écoulement en fonction de la pluviométrie. Trois types de régimes ont pu être distingués et étudiés :

- un régime "sahélien" à l'extrémité nord des "Rivières du Sud"
- un régime tropical pur (Rio Cacheu, Gambie...)
- un régime tropical humide de transition, au sud (régions guinéennes).

La latitude constitue ainsi dans notre secteur d'étude un important facteur explicatif de l'écoulement fluvial. Elle doit cependant être nuancée par la situation des bassins-versants et les possibilités d'apports en eaux à partir de l'amont.

\* Les mesures d'hydrodynamique, tant au point de vue des courants que du régime de salinité et des phénomènes connexes, ont permis de faire ressortir un modèle particulier "d'estuaire inverse", en général réalisé dans le domaine nord. Les différentes observations ont montré que ce processus d'estuaire inverse pouvait s'opérer ailleurs. Plusieurs exemples ont été observés. En outre, les positions des maxima de turbidité, qui se situent en dehors des zones estuariennes sur le littoral sénégalais, ont été analysées et cartographiées dans le détail.

\* Les séries de coupes géologiques et de sondages profonds observés et analysés indiquent bien que le bassin sédimentaire s'enfoncé régulièrement dans la direction générale WNW. De même, la néotectonique dans les régions méridionales (régions guinéennes) se manifeste par des phénomènes d'affaissement qui semblent se poursuivre par l'envasement progressif des vallées côtières et par la submersion, même à marée basse, des formations latéritiques continentales.

En dehors de l'étude hydrogéologique qui précise les rapports entre les plans d'eau libres et les nappes d'eau douces dans les formations géologiques, les caractéristiques géomorphologiques étudiées en rapport avec le schéma structural et le cadre tectonique permettent d'élaborer une première classification des systèmes estuariens des "Rivières du Sud".

L'étude de l'évolution géomorphologique a montré que l'histoire de ces littoraux est principalement conditionnée par les variations eustatiques et les changements climatiques synchrones, particulièrement durant l'épisode transgressif holocène postérieur à 18 000 B.P. L'essentiel de la mise en place des formations s'est effectué au *Quaternaire récent*. Le *Nouakchottien* demeure, sans contexte, la période la plus importante pour reconstituer l'histoire géologique de ces zones d'estuaires et pour expliquer la configuration géomorphologique actuelle. Les différentes phases d'alluvionnement relevant de cette période ont été bien datées et précisées par des études faunistiques.

\* Les grandes unités géomorphologiques, y compris les principaux chenaux de marée, cartographiées sur les planches hors-textes (planches I à XV)\*, ont fait l'objet d'une étude sédimentologique détaillée.

L'affinement, du nord au sud, de la texture du matériel constitutif des vasières et des tannes a été confirmé par les différents indices texturaux et par les analyses de microgranulométrie. De même, le contraste entre la sédimentation grossière du domaine estuarien nord, et celle, de plus en plus fine des estuaires méridionaux, a été bien mis en évidence. Les résultats d'analyses des argiles ont mis en évidence la présence d'un même cortège minéralogique avec une kaolinite largement dominante. Une évolution vers le sud se manifeste cependant avec une illite qui disparaît progressivement au profit d'interstratifiés de plus en plus fréquents.

\* L'examen détaillé des grands faciès végétaux dénote la bonne valeur indicatrice de la végétation pour une étude typologique des sols. Les groupements végétaux, de manière générale, présentent une adaptation remarquable aux conditions écologiques du milieu et aux contraintes majeures qui s'y posent. Cette étude a permis de montrer par ailleurs, que les milieux de mangrove subissent une nette évolution due :

- d'une part, à des phénomènes naturels : importance et incidence de la désertification récente, particulièrement dans le domaine nord du Saloum, véritable milieu frontalier où s'observent de forts gradients écologiques.
- d'autre part, à des phénomènes anthropiques avec,
  - . l'utilisation traditionnelle de la mangrove comme domaine privilégié de certaines activités rurales : riziculture, exploitation du sel, pisciculture, exploitation ostréicole, bois de chauffe, bois de construction...

---

\* Dans cet ouvrage n'ont été sélectionnés que les planches hors-textes réalisées pour les deux Guinées.

. les grands projets d'aménagements hydro-agricoles en vue de transformer ces milieux de vasières et de tannes en terres agricoles fertiles, qui ne sont pas toujours efficaces.

Malgré le contexte de sécheresse actuelle, les techniques traditionnelles, élaborées par les populations locales (Nalous, Diolas, Bagas...), qui ont permis des siècles durant, de maîtriser ces milieux très particuliers et d'ériger une véritable "civilisation du riz", devraient donc être recensées et mieux prises en compte dans les futurs projets d'aménagement hydro-agricoles.

Enfin, les séries de cartes qui font la synthèse de toutes les observations, analyses et interprétations réalisées à partir de photographies aériennes et imagerie satellitaire ont permis d'aborder l'aspect méthodologique de la cartographie des formations géomorphologiques estuariennes.

La conclusion évoque, malgré le volume des données accumulées au cours de nos recherches, les limites de ce travail dues essentiellement à l'étendue de la zone étudiée. Cependant, des solutions suffisamment précises ont été proposées ; elles sont fondées sur des données suivies, quantifiées et parfois cartographiées : cas du modèle d'estuaire inverse du Saloum, de l'affinement du nord au sud, de la texture du matériel constitutif des vasières et des tannes... En revanche, d'autres interprétations demeurent, somme toute, provisoires : cas du gradient de salinité croissant de l'aval vers l'amont dans le système estuarien casamançais, de la dégradation très poussée des mangroves en Gambie et en Casamance... ; elles devront s'appuyer sur des mesures plus continues pour des conclusions définitives.

## SUMMARY

This thesis achieves a *comparison of West Africa tropical holocene estuaries* - from the Saloum river (Senegal), to the Mellacoree in the republic of Guinea (fig. 3). The studied area, commonly called "Southern Rivers" stretches on 700 to 800 km long by 100 km wide, i.e. an extension in latitude of 5° nearly for a total surface more than 1 000 000 ha.

It's a region of maritime marshes where predominate, naturally, the muddy swamps which confer originality to this coastal area. These swampy surfaces into which are juxtaposed "tannes" formations, consist of fine materials (clay and silt) and delimit huge flat surface. They alternate with emerged and elongated beach ridges, more or less modeled in dunes, built in a parallel direction with the coast.

In the context of this comparative study focused on the muddy downstream rivers from south of Senegal to the republic of Guinea, we have selected an area of reference : the mangroves of Saloum. The use of aerial photographs and satellite images allowed, afterwards, the selection of wider investigation areas. Then, *the main point of our approach is based on :*

- the gathering of the climatic and hydrological datas of the concerned area.
- the settlement of fixed stations to follow hydrodynamical and hydrological parameters.
- the execution of bore-holes as deeper as possible in similar geomorphological units (sequences of mud flats/tannes, beach ridges, sandy spits and shoals...) in order to make their sedimentological comparison and draw up their evolution during recent Quaternary.
- the achievement, according to our material means of bathymetric profiles and concomittant sampling in the principal rivers (case of Saloum, Diomboss, Bandiala and Casamance - see plate I. in volume II).
- the settlement of representative cross sections in order to characterize the main vegetal formations and the studied areas ecology.
- and finally, the cartography of the whole region, realized thanks to the interpretation of aerial photographs taken on different dates and false color composite enhanced Landsat imagery.

After our field works, *some main results were drown out* from laboratory experiments and cartography and from data processing too. They may be classified following the five parts which have been studied :

- + The climatic degradation of these last years, with an uninterrupted series of dry periods, has appreciably moved back the tidal limits in the northern estuaries. This situation explains the obvious extension of the "tannes" at the expense of mudflats, particularly on the external parts of these estuaries, and the coming up, for upstream, of the salinity front of certain rivers (Casamance, Saloum...). Meanwhile, this climatic pejoration diminishes as far as we progress towards the south (guinean areas).

The influence of the climatic factors on the hydrological regimes has allowed to define a flow gradient, depending on the pluviometry. Three kinds of regimes have been distinguished and analysed :

- . a sahelian regime in the northern part of the "Southern Rivers".
- . a pure tropical regime ; Rio Cacheu, Gambia...
- . a humid tropical regime of transition, in the South ; Guinean regions.



Thus, the latitude constitutes, in our investigated area, an important factor to explain the river flow. Meanwhile, it must be shaded by the situation of the drainage and the possibilities of water from upstream.

+ The hydrodynamical measurements as well, in a point of view of the currents as in the salinity regime and the connexed phenomenas have allowed to stress a particular model of an "inverse estuary" realised generally in the northern areas. Our different observations have shown that this inverse estuary processus could operate elsewhere. Many exemples have been observed. Besides, the positions of the turbidity maxima, which are located outside of the estuarian zone on the senegambian coast, have been analysed and cartographed in the detail.

+ The series of geological drillings and deep borings, which are observed and analysed, show that the sedimentary basin regularly plunges towards the WNW general direction. Likewise, the neotectonics in the southern regions (guinean areas) appears by subsidence phenomenas which seem to continue by the progressive submersion of the coastal valleys and the continental lateritic formation, even in low tide.

Besides the hydrogeological study which precises the relationship between the groundfree water surface and the underground water level on the geological formations, the geomorphological characteristics, which are studied in accordance with the structural and tectonic context allow to elaborate a first classification of the "Southern Rivers" estuarian system.

The geomorphological evolution study has underlined that the history of these coasts is principally conditioned by the eustatic variation and the climatic changes, particularly during the transgressive *Holocene* period, after 18 000 B.P. The recent Quaternary is the main period of these formations settlement. The *Nouakchottian* certainly remains the most important period to reconstitute the geological recent configuration. The different alluvionment periods depending on this period have been well dated and precised by faunistic studies.

+ The great geomorphological units including the principal ebb-tide channel, which are cartographed on the plates (I to XV)\* have been submitted to a detailed sedimentological study. The fining, from north to south, of the mud flats and "tannes" material has been confirmed by the different textural indexes and the microgranulometry analysis. At the same time, the contrast between the coarse sedimentation of the northern estuaries and the finer and finer sedimentation of the southern estuaries has been pointed out. The results of the clay analysis have shown the presence of a same mineralogical composition with a paramount kaolinite. An evolution towards the south appears nevertheless, with an illite which disappears progressively for the benefit of interstratified clays which are more and more frequent.

+ The detailed observation of the great vegetal formations expresses the good indicatory value of the vegetation for a pattern study of the soils. The vegetal groups, generally, present a remarkable adaptation to the ecological conditions and to the principal constraints of these areas. This study has allowed to show, again, that the mangrove regions are submitted to a clear evolution due :

- partly, to the natural phenomenas : importance and repercussion of the recent desertification, particularly in the northern part of the Saloum, real frontier area where we can observe great ecological gradients.

---

\* For the purpose of this publication, only have been selected the plates related to the Guinean regions.

- partly, to anthropogenic phenomena with
  - . traditional utilization of the mangrove as a privileged area of certain rural activities : rice cultivation, salt exploitation, pisciculture, oyster exploitation, firewood, wood for construction...
  - . the great agricultural managements projects, with a view to transform these "tannes" and mudflats areas in fertile agricultural lands, and which are not always efficacious.

In spite of the recent drought, the traditional technics, elaborated by local populations (Nalous, Diolas, Bagas...) which have allowed, during many centuries, to control these very particular areas and to establish a real "rice civilisation" should therefore be registered and be attached with a great importance in the future agricultural management projects.

Finally, the series of maps which synthesize all our observations, analysis and interpretations realized from aerial photographs and Landsat imagery have allowed to tackle the methodological aspect of the cartography of the geomorphological estuarian formations.

Our conclusion raises, despite of the volume of gathered datas during our investigations, the limits of this thesis due essentially to the great extent of the studied area. Meanwhile, some precise solutions, enough sufficient, have been proposed, based on followed datas, quantified and sometimes cartographed : case of the inverse estuary of Saloum, or the fining, from north to south, of the mud flats and tannes material. But, other interpretations remain temporary : case of the increasing salinity gradient, from downstream to upstream in Casamance estuarian system ; or the very great degradation of the mangrove vegetation in Gambia and Casamance ; however, these interpretations should lay stress on more continuous measurements for definitive conclusions.

## AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

C'est à la suite de mes mémoires de maîtrise et doctorat de 3<sup>e</sup> cycle que j'ai porté mon choix sur la comparaison de l'écosystème estuarien du Saloum et des premiers résultats qui ont été obtenus, avec les autres systèmes côtiers situés plus au sud : en l'occurrence, ceux de la Gambie, de la Casamance et des régions guinéennes. Il s'agit, avant tout, de procéder dans cette thèse, à une étude d'ensemble des rias et plaines côtières qui constituent le même environnement naturel amphibie sur cette côte de submersion dénommée "Rivières du Sud" depuis le XVII<sup>e</sup> siècle par les navigateurs européens, portugais plus précisément.

Le choix de mon sujet de recherches fut d'abord discuté avec le Professeur P. Michel, mon directeur de recherches, puis avec le Professeur F. Verger du laboratoire de géographie de l'E.N.S.J.F. de Montrouge et avec M. Sall, maître de conférences à l'université de Dakar. Ce sont les suggestions du Professeur H. Faure du laboratoire de géologie de Marseille qui devaient me permettre, en définitive, de retenir l'intitulé du présent travail : Estuaires holocènes tropicaux : étude de géographie physique comparée des "Rivières du Sud". C'est donc pour moi une grande joie de les remercier d'autant plus que ce choix devait répondre à l'une de mes motivations principales, c'est-à-dire, mener une étude comparative de ces écosystèmes littoraux, dont la nature est si complexe et dont les composantes (physiques, physico-chimiques, biologiques et humaines) sont interdépendantes et interactives.

L'achèvement du présent travail résulte de la collaboration que j'ai eue avec d'éminents chercheurs, mais procède aussi des contacts très fructueux que j'ai pu mener avec de nombreux laboratoires spécialisés. Bien des points ont été abordés, relatifs entre autres, à l'évolution dans le temps des données climatiques et à leurs incidences hydrologiques dans les milieux estuariens et de mangroves en général, à l'hydrodynamique estuarienne et aux processus de sédimentation aux modifications résultant des divers aménagements... Ces différentes questions introduisent un problème essentiel : comparer deux domaines similaires sous deux climats différents et aider à construire une loi générale caractérisant de manière plus précise ces milieux côtiers. Dans le Saloum et à un degré moindre en Casamance, nous avons presque toujours travaillé en équipe au sein de l'E.P.E.E.C., notamment dans le cadre du programme COMAR de la division des sciences de la mer de l'UNESCO.

Mais que ce soit en Gambie, en Guinée Bissau ou en République de Guinée, nous ne devons guère être épargné, comme tout chercheur isolé, par des difficultés de toutes sortes, en particulier par celles d'ordre matériel et administratif. Nous n'insisterons pas sur la modicité des moyens dont nous disposons pour faire face à un terrain si étendu. Les déplacements auxquels nous avons été si souvent soumis ont été très éprouvants, parfois à pied, sur plusieurs kilomètres, sous la pluie, notamment en Guinée. Durant mes dernières missions dans ces régions, j'ai pu disposer d'une 4L du C.N.R.S. que j'aménageais au mieux. Mais les pistes étaient si impraticables, la circulation, malaisée. La nécessité de me déplacer avec un matériel lourd et en toute autonomie m'obligeait, cependant, à adopter cette solution onéreuse qui impliquait des moyens financiers substantiels. Il fallait, lors de chaque mission, contourner les bassins-versants principaux pour accéder à mes domaines de recherches. Heureusement que nos difficultés financières devaient en partie, être résorbées grâce à de multiples concours dont :

- Ceux de la Fondation Léopold Sédar Senghor. Et je suis heureux, aujourd'hui, de pouvoir remercier très vivement le directeur général de cette fondation, Mr. Aliou Faty, pour toute l'aide financière qu'il nous a consentie, mais aussi le président et tous les membres du conseil d'administration.
- Ceux de l'Unesco, en particulier de la Division des Sciences de la mer dont l'assistance financière aura beaucoup aidé à l'accomplissement de ce travail. Mes remerciements s'adressent tout particulièrement au Dr. M. Steyaert à qui je tiens à témoigner toute ma reconnaissance, ainsi qu'au Dr. A. Suzyumov. Mes pensées vont aussi au regretté Mr. B. Mwaïseje qui appartenait à la même division.

- Ceux du Ministère de l'Education Nationale et de la Recherche Scientifique et Technique pour toute la sollicitude et l'assistance qu'ils m'ont apportées.
- Ceux de notre E.R.A. 345 de Brest, devenue U.A. 904, et dans le cadre de la convention Université de Dakar/E.N.S. de Montrouge pour les travaux de cartographie.

Que l'ensemble de ces personnes et organismes trouvent ici le témoignage de toute ma gratitude pour le soutien permanent qu'ils m'ont manifesté durant l'élaboration de ce travail.

Mais si cette thèse a pu être achevée dans de bonnes conditions, c'est aussi grâce à l'aide, aux conseils et aux discussions très fructueuses que j'ai eues avec de nombreuses personnes qui m'ont toujours encouragé en participant à mes enthousiasmes et à mes difficultés. Je citerai d'abord Monsieur le professeur P. Michel, notre directeur de recherches qui n'a jamais ménagé ses conseils judicieux, ses critiques, remarques et suggestions pertinentes. Le contact que j'ai réussi à garder avec lui à travers une correspondance suivie m'a permis de bénéficier de toute son expérience. Malgré la distance qui nous séparait, il n'a jamais cessé, tout au long de ce travail, de nous inspirer et d'orienter au mieux ce travail. Les encouragements à chacune de nos rencontres ont pesé d'un grand poids dans la réalisation de cette étude. Qu'il puisse trouver dans ces quelques lignes le témoignage de ma très profonde gratitude.

Je citerai ensuite de Mr. M. Sall, maître de conférences au département de géographie de l'université de Dakar pour tout le soutien et l'appui qu'il n'a jamais cessé de nous apporter. Il a accepté de lire notre plan de thèse et de nous faire part de ses observations et suggestions. Qu'il en soit très vivement remercié.

Monsieur le Professeur F. Verger a été le premier à nous intéresser à la télédétection. Les stages suivis dans ses laboratoires à Paris et à Dinard nous ont beaucoup appris sur le milieu littoral. Pour tout cela, je le remercie, de même que toute l'équipe du laboratoire de Montrouge.

Monsieur le Professeur H. Faure du laboratoire de géologie du quaternaire de Luminy - Marseille - a été un maître avec lequel j'ai gardé de très bons rapports de travail dans le cadre de l'ASEQUA et de l'INQUA, mais aussi durant les sessions scientifiques des P.I.C.G./UNESCO à Paris. Il s'est intéressé de très près à mes recherches dans les mangroves et je ne saurais estimé l'énorme enrichissement retiré au cours de nos discussions et échanges. Ses conseils et suggestions ont toujours été prodigués dans un esprit très amical. Malgré ses lourdes charges à la tête de l'INQUA et ses multiples préoccupations, il a accepté de faire partie de notre jury. Je tiens à lui exprimer toute ma reconnaissance en y associant sa sympathique épouse.

J'ai découvert en Mr J.P. Barusseau, Professeur à l'Université de Perpignan, au Laboratoire de recherches en sédimentologie marine, un excellent chercheur et un guide sûr dans le domaine littoral. Lors de son séjour au département de géologie de l'Université de Dakar, nous avons collaboré dans de multiples programmes (dont l'important projet de recherches, estuaires et mangroves du Sénégal, de l'E.P.E.E.C.) et au sein de l'ASEQUA. Il m'a fait part, lors de discussions toujours très amicales, de sa très grande expérience dans le domaine de l'analyse et de l'interprétation des argiles, mais aussi des techniques à utiliser pour les carottages et les mesures d'hydrodynamique. Il s'est consacré à la lecture très détaillée des parties hydrodynamique, géologique et sédimentologique de mon travail, et m'a fait part sans complaisance de ses critiques et observations. Qu'il trouve ici l'expression de toute ma reconnaissance d'autant plus qu'il a bien voulu faire partie de mon jury. Merci aussi à Mme J. Ausseil qui m'a toujours prodigué ses encouragements.

Je garde encore à l'esprit les observations et conseils que m'a donné Monsieur le Professeur J. Lucas de l'Institut de géologie de l'U.L.P., à l'occasion d'une de nos récentes rencontres à Strasbourg. Je le remercie très vivement pour avoir accepté de présider mon jury. Nous avons toujours su garder les meilleurs rapports avec son laboratoire, notamment par l'intermédiaire de Mr. C. Marius à qui j'adresse mes plus vifs remerciements pour tout l'intérêt qu'il n'a cessé de porter à mes recherches, mais aussi pour les interprétations de mes nombreux diagrammes aux rayons X que je lui dois.

J'exprime ma gratitude à Monsieur le Professeur R. Battistini qui m'a accueilli au sein de l'E.R.A. 345 de Brest actuellement devenue U.A. 904. Il a toujours fait sien mes problèmes de toute nature, notamment lorsqu'il s'agissait d'obtenir les crédits nécessaires à la location de véhicules du C.N.R.S. et à mes différents travaux de laboratoires et de cartographie. Je le remercie de l'intérêt constant porté à mes recherches et de sa participation à mon jury de thèse. Mais je tiens aussi à lui dire toute ma reconnaissance de même qu'à la regrettée Mme A. Moign et à Mr J.C. Bodéré, tous de l'U.A. de Brest.

J'adresse mes plus vifs remerciements à Mr. J. M. Avenard, professeur à l'U.L.P. pour sa grande disponibilité et pour m'avoir fait l'honneur de participer à mon jury de thèse.

Beaucoup de spécialistes de différentes disciplines ont directement participé à la préparation de cet ouvrage ; je voudrais leur témoigner toute ma gratitude et qu'ils veuillent bien m'excuser si ces pages se révèlent trop étroites pour les citer tous :

- Mlle H. Paquet, de l'Institut de Géologie de Strasbourg à qui nous exprimons toute notre sympathie pour son concours scientifique inestimable et si constant ; elle a toujours accepté avec grand plaisir de procéder à l'analyse aux rayons X d'une bonne partie de mes échantillons d'argiles ; qu'elle en soit remerciée.
- Mlle E. Gonthier et Mr O. Weber du laboratoire de sédimentologie du département de Géologie et d'Océanographie de Bordeaux I à qui je dois un grand merci pour toutes les analyses de minéraux lourds et de microgranulométrie au Sedigraph qu'ils ont bien voulu faire.

Je remercie messieurs M. Carn de l'O.R.S.T.O.M. de Dakar-Hann, G. Périnet de Luminy (L.G.Q.- Marseille) et de nouveau J.P. Barusseau pour les analyses aux R.X. et les déterminations des assemblages minéralogiques qu'ils ont bien voulu effectuer.

Dans le domaine des analyses de laboratoire, je saisis cette opportunité pour exprimer ma reconnaissance à :

- Mr. M. Seck, ingénieur-géologue à la direction des Mines et de la Géologie de Dakar qui a accepté avec bienveillance de procéder à l'analyse pétrographique et à l'interprétation de mes échantillons de cuirasse prélevés dans les bordures des estuaires. Qu'il accepte mes remerciements pour son aide efficace.
- Mr. B. Duboscq du département de géologie de l'I.F.A.N. pour m'avoir permis de travailler dans son laboratoire. J'associe à ces remerciements, Mr. A. Djiba qui aura fait preuve d'un grand dévouement pour accomplir une bonne partie de mes analyses sédimentologiques.

C'est grâce au Dr. J.C. Vogel, président du SASQUA et directeur du National Physical Research Laboratory, que j'ai eu l'occasion de rencontrer au Swaziland en août/septembre 1983, que mes dernières datations au  $^{14}\text{C}$  ont pu être effectuées. Je lui exprime toute ma reconnaissance de même qu'à Mme G. Delibrias du centre des faibles radioactivités de Gif sur-Yvette. Mes meilleures pensées vont à feu Monsieur le Professeur C.A. Diop du laboratoire de Radiocarbone de l'I.F.A.N., à qui je dois mes premiers âges radiométriques portant sur le Saloum.

Mes échantillons de macrofaune, récoltés sur le terrain, ont été déterminés par Mr. J. Monteillet avant son départ pour Perpignan, par A. Djiba, du laboratoire de biologie marine de l'I.F.A.N., et par Mr. D. K. Leung Tack, du département de biologie animale de la faculté des sciences de l'université de Dakar. Mr. K. Sambou, du laboratoire de biologie végétale de l'I.F.A.N. a, de son côté, procédé avec une grande amabilité, à la détermination de toutes mes plantes. Mr. Guèye, technicien au laboratoire de pétrographie du département de géologie de Dakar s'est chargé de la préparation de mes lames minces de cuirasses interprétées par Mr. M. Seck ; alors que Mr. Ndao a accepté de me faire les préparations et les montages au M.E.B. de

mes échantillons. Nous avons passé, ensemble de longues heures à les observer en détail avant d'en effectuer des clichés. Mr. C. Barbey m'a beaucoup aidé dans l'interprétation de mes M.E.B. par ses remarques et suggestions fort utiles et par la bibliographie de L. Le Ribault qu'il a bien voulu mettre à ma disposition. A tous, je leur exprime ma profonde gratitude.

Les contacts que j'ai eus avec les nombreux services aussi bien au Sénégal, en Gambie, en Guinée Bissau et en République de Guinée m'ont permis de recueillir énormément de données, en particulier dans le domaine climatique, hydrologique, océanographique, pédologique, géologique... Citons entre autres, les différents services de météorologie nationale, des mines et de géologie, des eaux et forêts, de l'hydraulique... Je demeure profondément reconnaissant à tous ces directeurs, techniciens, agents de ces divers organismes qui m'ont toujours accueilli à bras ouverts et grandement facilité mon travail de documentation. Je ne peux pas omettre de citer les directeurs des services portuaires de Banjul et de Bissau qui, à chacune de mes demandes, n'ont pas hésité à mobiliser une de leurs vedettes ou un bac pour satisfaire mes mesures de courantométrie durant toute une marée. Qu'ils soient tous très sincèrement remerciés.

Je ne peux taire non plus le privilège dont j'ai pu bénéficier, lors de mes séjours successifs dans plusieurs instituts de recherche, réputés pour leurs centres de documentation, en Hollande, en Allemagne Fédérale ou en France. Je garde encore en mémoire l'accueil très sympathique dont j'ai toujours fait l'objet. C'est le lieu de remercier très vivement le Professeur T.H. Verstappen de l'I.T.C. de Enschede, le professeur R. Muhlfield et le Dr. W. Kruck du B.G.R. de Hanovre, Mr. R. Bertrand de l'IRAT de Montpellier, de même que le personnel des bibliothèques de l'Institut d'océanographie de Hambourg, de l'I.G.B.A. de Bordeaux I, de l'Institut de géologie de Strasbourg et de l'E.N.S. de Montrouge.

Les survols aériens de la partie sénégalienne de notre région d'étude n'auraient jamais été possibles sans l'assistance de l'E.P.E.E.C. (pour l'ensemble du delta du Saloum) et des responsables du projet U.S.A.I.D./D.A.T., en particulier MM. A. Stancioff et G. Tappan (pour les estuaires au Nord de la Guinée Bissau, de la Casamance, de la Gambie et du Saloum).

Mes plus vifs remerciements s'adressent :

- aux collègues du département de géographie pour tout l'appui qu'ils n'ont cessé de m'apporter en particulier, à J. Leborgne et à J.F. Richard qui ont accepté de lire cette thèse et de me faire tant de suggestions utiles ; à Y. Kergall, pour les programmes d'informatique réalisés qui m'ont fait gagné énormément de temps dans l'exploitation de mes données, à Ch. Bâ, M. Soumah, P. Ndiaye, A.T. Diaw, A.A. Sow, G. Ciss, Nd. Diop, A. Bâ, A. Kane, L.S. Mbow, G. Mainet... ainsi qu'au personnel technique : A.P. Ndiaye, Kh. Sow, Mme A. Diouf... pour leur soutien dans l'exercice de mes fonctions administratives que je devais concilier avec la rédaction de ce travail.
- aux collègues de l'E.P.E.E.C., en particulier à J.L. Saos, D.K. Leung Tack, J. Pagès.. pour ce travail qui est un peu le leur.
- aux collègues de l'ASEQUA et de toute l'équipe qui m'ont assuré leur collaboration très efficace, cinq années durant.
- aux collègues de l'Equipe TECASEN pour tout le travail effectué ensemble.
- aux collègues du département d'histoire, en particulier à Mr. B. Barry pour l'intéressante bibliographie qu'il m'a fournie sur les "Rivières du Sud".
- au Doyen de la Faculté des Lettres, pour toute l'aide et l'appui consentis.
- aux cartographes Y. Ndir de l'ASECNA, et M. Bâ pour le travail considérable qui a été réalisé, au dactylographe O. Diop, à son collègue N. Diagne ainsi qu'à E. Abbey pour tout le soin apporté à la présentation de cette thèse.

- à J. Iltis, Géographe à l'ORSTOM (CEREG/Strasbourg) et à C. Marius, de l'Institut de Géologie de Strasbourg pour tous les efforts consentis pour la publication de ce travail.
- à Mme R. Massiera qui aura réalisé la présentation finale de cet ouvrage.
- à tous mes proches, en particulier à mon oncle A. Seck, qui m'a toujours tenu en grande estime, et pour tout l'appui qu'il m'a apporté.
- aux amis de longue date pour leurs encouragements constants.
- Je dédie ce travail : à mon père et à ma mère, qui se sont sacrifiés pour moi et à qui j'adresse ma profonde affection.
- à ma chère épouse qui m'a toujours soutenu et entouré de son plus tendre attachement ainsi qu'à ma petite fille.
- et enfin, à tous ceux que j'ai omis de citer et qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de travail.

Je leur exprime à tous ma profonde sympathie.

# **INTRODUCTION**



Les derniers recensements bibliographiques effectués sur les littoraux ouest-africains font état d'une intensification des études et recherches dans les domaines d'estuaires et de mangroves<sup>1</sup>. Ces efforts de recherche, particulièrement sensibles ces vingt dernières années, se justifient d'autant plus que ces milieux figurent parmi les plus intéressants et les plus complexes, mais aussi parmi les plus menacés des écosystèmes côtiers, aussi bien par des phénomènes naturels qu'anthropiques. L'écosystème mangrove dans les zones estuariennes constitue un domaine de transition : un domaine où se mélangent les eaux continentales et marines, à haute productivité biologique puisque à forte production organique en général (ce qui explique l'existence de riches zones de pêche propices également à la pisciculture), mais aussi un domaine soumis à une importante utilisation agricole et à une exploitation parfois intense (coupe de bois de mangroves ; aménagements touristiques, portuaires...). Ces diverses activités ne vont pas sans entraîner des conséquences écologiques graves, exacerbant dans certains cas l'érosion ou même la dégradation du littoral.

Les estuaires et mangroves des "Rivières du Sud" n'échappent pas à cette règle générale. Le peu de travaux de géographie ou de géologie consacrés à cet écosystème littoral, sauf au cours des dix dernières années (B. Rollet, 1981), son évolution très rapide, la très grande variabilité des conditions climatiques, hydrologiques, hydrodynamiques, sédimentologiques qui le régissent et l'utilisation dont il fait l'objet, expliquent l'intérêt d'une étude comparative portant sur l'organisation et le fonctionnement de ces systèmes estuariens dans cette partie de l'Afrique de l'Ouest.

Malgré le caractère azonal du domaine étudié, son extension en latitude justifie largement un tel travail de comparaison.

Quel est, tout d'abord, l'impact des phénomènes récents de dégradation climatique sur cet ensemble et quelles techniques utiliser pour les mettre en évidence. La "circulation estuarienne" de ces milieux se trouve-t-elle ainsi modifiée ou demeure-t-elle "stable"? Quel est le rôle qu'y jouent, entre autres facteurs, les précipitations, les variations des débits fluviaux, les fluctuations quotidiennes des marées ?

Tout l'ensemble des "Rivières du Sud" est caractérisé par son "enfouissement" récent, question déjà soulevée par plusieurs auteurs dont E. de Chételat (1938a,b) ; L. Hébrard (1965) ; A. Kawalec (1977). Quelle est donc la part de la sédimentation active récente ? Faut-il évoquer des phénomènes de submersion ou de subsidence dans cette région ?

La largeur du plateau continental et le marnage sont plus marqués que partout ailleurs en Afrique occidentale. En outre, les types de sédimentation auxquels vient s'ajouter un phénomène récent, l'apport éolien, offrent des aspects dissemblables suivant les latitudes. Quelle est, de même, la répartition de ces divers environnements sédimentaires compte tenu des âges de radiocarbone obtenus ?

L'on sait, par ailleurs, que des populations très "spécialisées" dans la riziculture se succèdent dans les "Rivières du Sud" (Diolas, Balantes au nord; Nalous, Bagas... plus au sud) ; elles ont, depuis fort longtemps, défriché la mangrove en l'aménageant en rizières (depuis 1855 en Guinée et en Sierra Léone d'après S.C. Snedaker et L.S. Hamilton, 1984) ; quelles sont donc, enfin, les diverses formes d'aménagement et d'occupation de l'espace par les populations locales, y compris les formes d'aménagement touristiques, portuaires ?

Tout l'intérêt de ce travail apparaît dans ces questions auxquelles il faudra au fur et à mesure apporter des réponses. Dans l'optique de cette étude comparative avec les autres systèmes estuariens des "Rivières du Sud", notre choix d'un élément de référence s'est porté sur les marais à mangrove du Saloum. Milieu frontalier, où s'observent dans sa bordure nord de forts

---

<sup>1</sup> - Ces écosystèmes côtiers sont parfois appelés "marais maritimes tropicaux" par certains auteurs : F. Baltzer, L.R. Lafond (1971) ; H. Nonn (1974) ; F. Verger, M. Sall, E.S. Diop (1979)...

gradients écologiques, la région d'estuaires et de mangroves des Iles du Saloum a fait l'objet depuis 1961 de toute une série d'investigations aussi bien dans le domaine des eaux et des sédiments que dans celui de la faune, de la flore au sens large, ou que dans celui de l'aménagement du milieu<sup>2</sup>. C'est une région qui, hormis les îlots résiduels de mangroves de la Somone, de l'estuaire du Sénégal et de ceux du littoral mauritanien (région du Cap d'arguin et de l'île Tidra : 19°40' Latitude Nord), peut être considérée comme étant la mangrove la plus septentrionale d'Afrique occidentale.

Comment délimiter notre domaine de recherches ?

Il s'agit des "Rivières du sud"<sup>3</sup> décrites par A. Guilcher (1954) puis par P. Péliissier (1966), mesurant environ 700 à 800 km de long depuis le Saloum jusqu'en Sierra Léone, englobant ainsi les littoraux du Sénégal dans sa partie sud, de la Gambie, de la Guinée Bissau et de la République de Guinée. Son extension latitudinale dépasse donc 5° (fig. 2) pour une superficie globale supérieure à 1 000 000 ha. En examinant la carte récente de la répartition des mangroves sur le globe (fig.1) (P. Saenger, E.J. Hegerl *et al.*...,1983), l'on se rend compte que celles des "Rivières du sud" - *stricto sensu* - représentent en superficie : 41,9 % environ de l'ensemble des surfaces couvertes par les mangroves en Afrique de l'Ouest (de la Mauritanie au Cameroun inclus).

- 30,8 % de celles de toute l'Afrique ;

- 5,9 % des surfaces occupées par cette formation sur l'ensemble du globe (fig. 1).

Si l'on y inclut les superficies des "tannes"<sup>4</sup> et la plateforme continentale en voie d'envasement, en particulier en Guinée Bissau et en République de Guinée, on atteint aisément les chiffres avancés par A. Kawalec (1977), c'est-à-dire 3 000 000 à 3 500 000 ha.

Les 6 500 000 km<sup>2</sup> obtenus uniquement pour les sols de mangroves assimilés aux sols sulfatés acides (de la Mauritanie au Cameroun) par I. Samba et P.A. Degeorges (1982) semblent donc nettement surestimés. Pour mieux souligner le contexte de cette étude, il est essentiel de procéder à la caractérisation précise de notre domaine de recherches<sup>5</sup> et <sup>6</sup>).

## PRÉSENTATION ET CARACTÉRISTIQUES DE LA RÉGION ÉTUDIÉE (fig. 2)

Le domaine des "Rivières du sud" qui fait l'objet de cette étude s'inscrit entre 8° 40' et 14° 30' Latitude nord et 13° 30' - 17° 00 longitude ouest. C'est un milieu de transition entre les domaines maritime et continental. De topographie basse - inférieure à 100 m pour les reliefs qui bordent la zone côtière ; de l'ordre de quelques dizaines de centimètres de dénivellation dans les marais à mangrove - ce domaine est constitué de deux grands ensembles qui s'enfoncent tout doucement sous la mer. Si le premier, au nord s'intègre aisément dans le vaste bassin sédimentaire sénégal-mauritanien subsident au relief peu accusé, le second, par contre, fait partie de la région naturelle de la Basse Guinée (le sud de la Guinée Bissau inclus), formé par un ensemble de plaines côtières limitées à l'intérieur par des rebords de plateaux gréseux.

---

2 - Plusieurs auteurs ont consacré leurs travaux aux thèmes ci-dessus mentionnés, parmi lesquels : F. Brigaud (1961), P. Péliissier (1966), M. Plaud (1967), C. Marius (1973, 1975, 1977, 1984...), E.S. Diop (1975, 1976, 1978, 1980), E.P.E.E.C. (1982, 1983, 1984), F. Blasco (1983)...

3 - La définition traditionnelle limite les "rivières du Sud" au Libéria, mais notre domaine d'étude reste circonscrit au Saloum, à la Gambie, à la Casamance et aux deux Guinées.

4 - Ce sont des formations de basses terrasses (anciennes vasières à mangroves) généralement caractérisées par une faune bien typique, E.S. Diop (1978). Ils apparaissent sous forme de surfaces planes couvrant de vastes étendues et se subdivisent en deux : les tannes nus - inondables et à efflorescences salines - et les tannes herbues.

5 - Pour les problèmes de définition de la mangrove : se référer, entre autres, aux auteurs suivants : A. Pitot (1958), R. Schnell (1951, 1971), B. Rollet, 1981...).

6 - Une bibliographie relativement récente traite de la répartition détaillée des zones de mangrove dans le monde : B. Rollet, 1981 ; P. Saenger, E. J. Hegerl *et al.* (1983) ; C. Marius (1984) ; S.C. Snedaker (1984)...

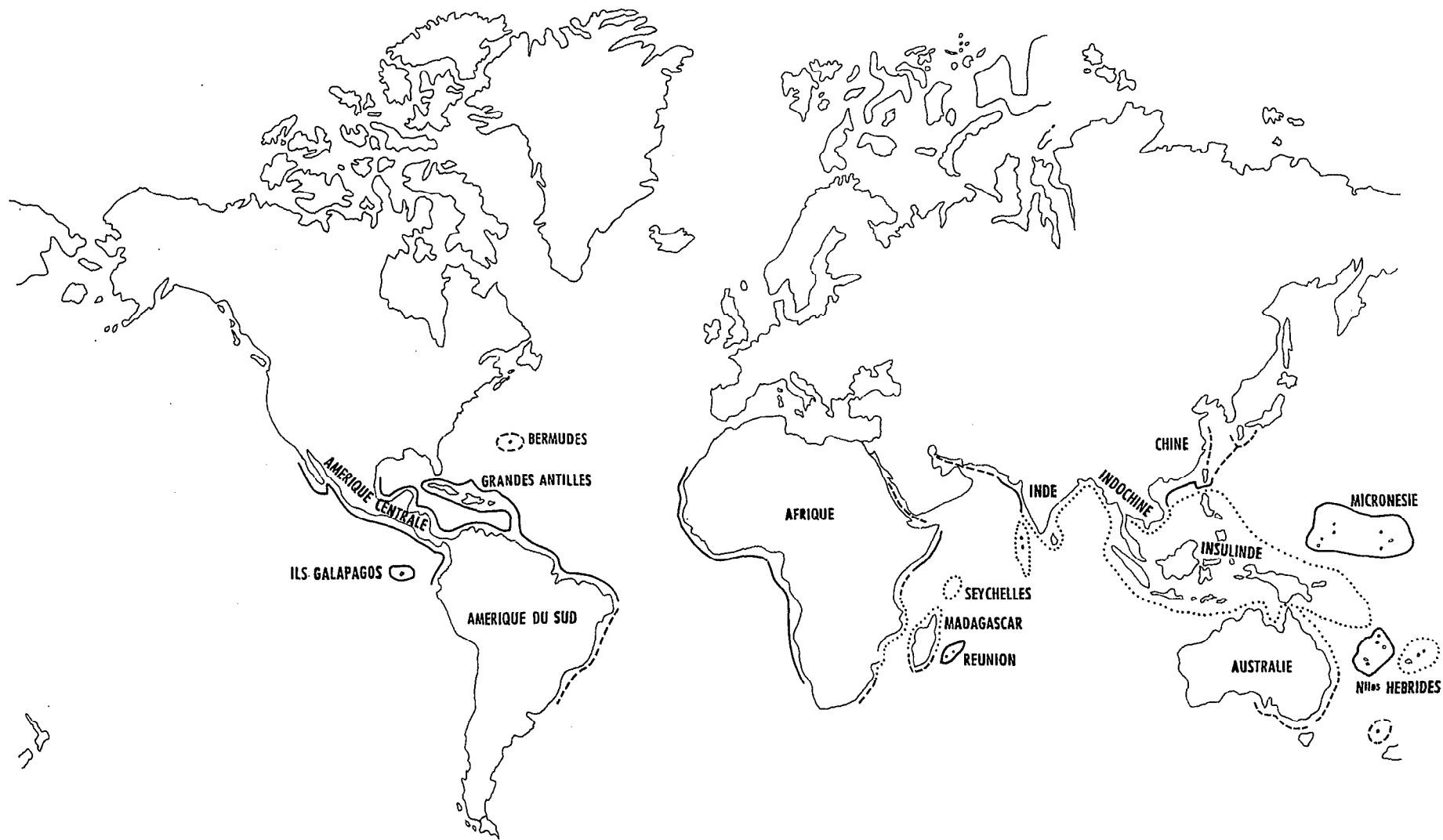


Fig. 1 -- CARTE DE LA REPARTITION MONDIALE DE LA MANGROVE

(Source: World Wild life Fund, 1982)

**LEGENDE :**

littoraux avec : - - - - - moins de cinq espèces    ————— de cinq à vingt espèces    ..... plus de vingt espèces

L'altitude de cette région littorale est donc inférieure en général à 100 m, la tranche altitudinale la plus élevée étant constituée par des buttes et plateaux gréseux qui forment des séries de falaises grossièrement parallèles à la côte depuis Toubacouta (sur les bordures de Saloum) jusqu'au sud de la Guinée, buttes et plateaux le plus souvent recouverts de cuirasses ferrugineuses. Ces reliefs dominent des marais maritimes constitués à l'état naturel par des vasières à mangroves, domaine de prédilection des palétuviers (*Rhizophora mangle* et *Avicennia africana* en particulier) avec des vasières plus fines dans la partie sud. A marée basse, d'énormes étendues planes constituées d'éléments fins (argile, silt) se découvrent, notamment en Guinée-Bissau et en République de Guinée. A ces étendues de vasières, auxquelles se juxtaposent très souvent des formations de tannes, font suite les cordons sableux de forme allongée, exondés, plus ou moins modelés en dunes et édifiés parallèlement à la côte. Ces dépôts côtiers qui datent du Quaternaire récent à l'Actuel, reposent soit en concordance sur des formations mio-plio-pléistocènes ou éocènes-oligocènes dans le bassin sédimentaire nord, soit en discordance sur des formations paléogènes dans le sud. Ils caractérisent les "Rivières du sud" parcourues par un nombre impressionnant d'estuaires "exemple unique sur la côte atlantique de l'Afrique" comme le précise A. Guilcher (1954). Plusieurs auteurs en font des "Côtes à Rias" soumises, du point de vue tectonique, à un affaissement dont on a la preuve à la fois dans l'envahissement constant des bas-estuaires par la mer et dans la présence de "récifs" de cuirasses ferrugineuses submergés au large, même à marée basse (E. de Chételat, 1938 b ; A. Guilcher, 1954). Ce phénomène est particulièrement remarquable au sud de la latitude du Rio Geba. En somme, on a affaire à de véritables côtes de submersion, avec d'énormes estuaires ayant subi des transgressions marines particulièrement durant la période holocène, le maximum s'étant déroulé durant l'Holocène moyen ou Nouakchottien, les formations sédimentaires développées dans ces estuaires donnant presque toutes des âges au 14C compris entre 8 750 ± 100 B.P. et 1 700 ans ± 100 B.P.

Le centre d'intérêt de ce travail se trouve ainsi focalisé sur les parties aval et envasées des principaux cours d'eau, soumises aux invasions périodiques de la marée et littéralement colonisées par la mangrove. Parmi les fleuves côtiers compris dans cette étude, citons du nord au sud, le Saloum, le Diomboss, le Bandiala, la Gambie, la Casamance en Sénégal ; les rios Cacheu, Mansoa, Geba, Grande de Buba, Tombali, Cacine en Guinée Bissau, les fleuves Komponi ou Kandiafara, Nunez, Kapatchez, Pongo, Konkouré, Somba, Soumbaya, Forécariah, Mellacorée en République de Guinée (fig. 2).

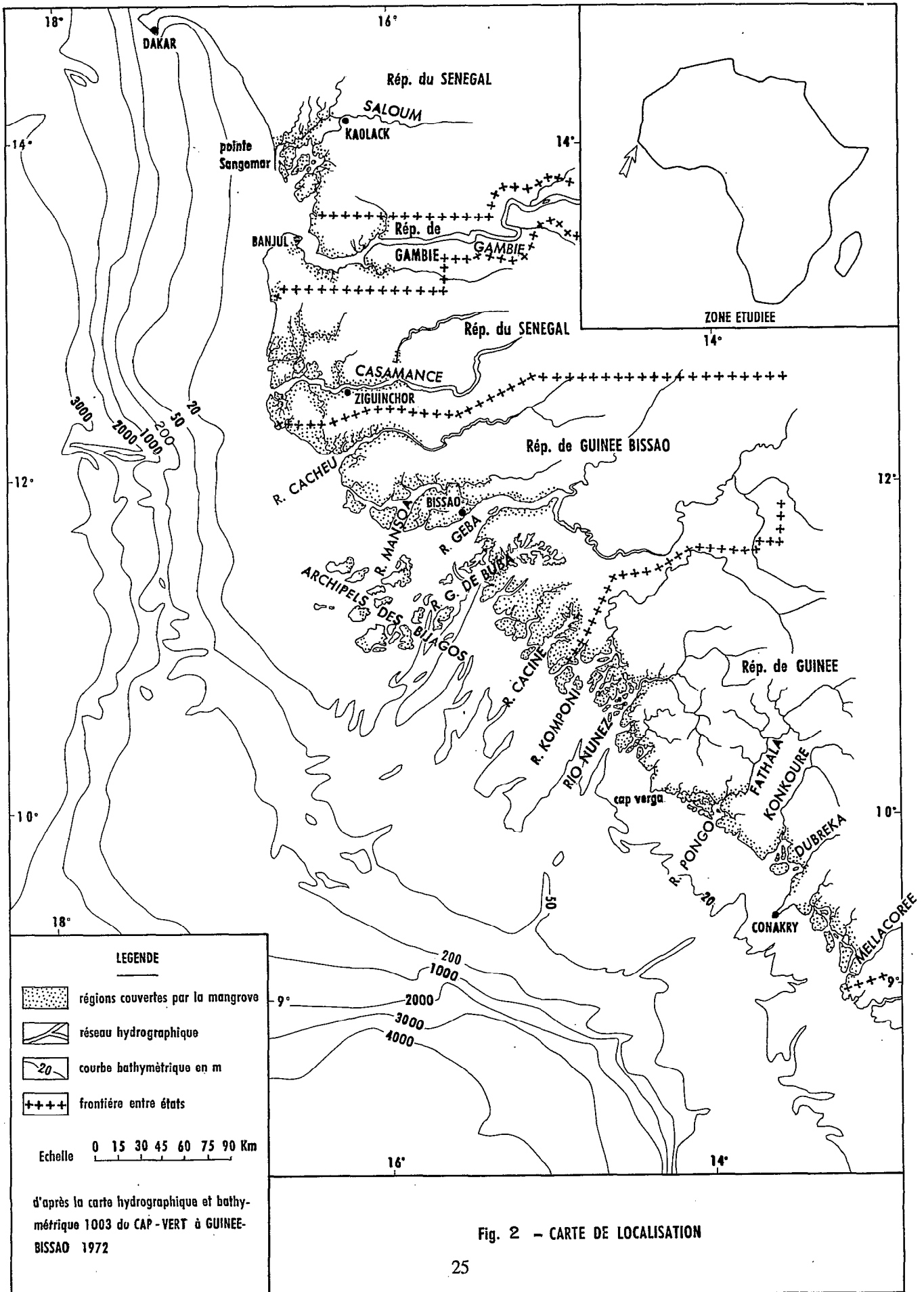
Nul doute qu'il était exclu de réaliser un tel programme de recherches dans une région aussi vaste avec les moyens classiques dont dispose le chercheur isolé. C'est pourquoi nous nous sommes attachés dès le départ à choisir des sites caractéristiques pouvant faire l'objet d'investigations systématiques. Le recours aux données de terrain, la bibliographie, les documents cartographiques mais surtout le recours aux couvertures aériennes et aux diverses images de satellites ont définitivement orienté notre choix. Le travail ainsi conçu porte non seulement sur la zone estuarienne "*stricto sensu*", qui est notre principal domaine d'investigation, mais aussi sur les deux autres composantes de ce milieu de transition que sont les bassins-versants adjacents et le proche plateau continental dont l'évolution ancienne et récente est indispensable à appréhender pour une bonne connaissance de la zone étudiée.

## BILAN ET SYNTHÈSE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS

Le nombre considérable de références bibliographiques montrent que les estuaires et mangroves, d'une manière générale, ont fait l'objet de très nombreuses recherches<sup>7</sup> en particulier dans le domaine de la faune et surtout, de la flore. Cependant, considérés des points de vue géographique, géologique, sédimentologique ou géomorphologique, très peu d'études

---

<sup>7</sup> - V.J. Chapman and R.P. Johnston (1977) ; B. Rollet (1981) avec plus de 5500 références ; S.C. Snedaker (1974 et 1984) avec plus de 2000 références...



ont été consacrées à ce domaine : moins de 5 %, comme le révèlent les enquêtes préliminaires des groupes de travail UNESCO / S.C.O.R.<sup>8</sup>.

Si l'on fait uniquement référence aux "Rivières du sud", on constate qu'en dehors des récits de voyages (du XV<sup>e</sup> à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle) qui relatent des faits géographiques intéressant le littoral ouest-africain<sup>9</sup>, les premiers travaux sont à mettre à l'actif de P. Gaffarel (1888) et de J. Machat (1905) dans leurs essais de synthèse consacrés plus spécialement à la géographie physique de la Guinée et de son littoral. En fait, et comme le soulignent ces derniers auteurs, les reconnaissances détaillées des "Rivières du sud" - levés cartographiques sommaires à l'appui - ont débuté à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle et parfois bien avant, avec les Portugais mais aussi les Français et les Britanniques (D. Gomez, 1499 ; A. Alvarez d'Almada, 1594 ; A. Donela, 1625 ; C. Madroll, 1895...).

Trente années après la dernière analyse de J. Machat sur la zone côtière de la Guinée, les observations se sont enrichies par l'apport de divers auteurs (E. de Chetelat, 1938, 1929 ; C. Francis-Bœuf, 1939...), l'accent étant porté sur des essais de comparaison entre les sédiments vaseux qui constituent le littoral guinéen et ceux de la côte française ou sur la mise en évidence de phénomènes de subsidence.

Les années 1950 voient les travaux s'intensifier au Sénégal, en Guinée Bissau avec J. dos S. Pinto (1950), J.E. Teixeira (1952), A. Guilcher (1954), M.P. Crespo (1955) et en Sierra Léone avec J.C. Watts (1958). Différents levés ont été effectués en outre, par le ministère portugais d'outre-mer. Mais ce n'est que durant ces vingt dernières années, avec le regain d'intérêt considérable qu'ont connu les mangroves, que les travaux se sont très vite multipliés dans ce domaine. Cependant, il s'agit plus d'analyses très spécialisées, localisées dans des régions bien précises, sur la Casamance, le Saloum, la Gambie ou même la Sénégalie par exemple, que de synthèse intégrant l'étude de grands ensembles estuariens. Rares sont en effet les travaux consacrés entièrement aux "Rivières du sud" portant sur la connaissance de leurs mécanismes de mise en place et de fonctionnement et sur la cartographie par photographies aériennes ou par imagerie satellitaire.

A. Guilcher a été le premier dans le domaine de la géographie physique à tenter de pareilles synthèses englobant parfois de grands ensembles littoraux ; par exemple dans la sous-région de l'Afrique atlantique et à différentes latitudes (1954 a et b ; 1979). En ce qui concerne le domaine des aménagements des "Rivières du Sud" et particulièrement ceux de la basse Casamance, l'ouvrage de P. Pélissier (1966) sur le Sénégal fait autorité. Les schémas que propose ce dernier demeurent les mêmes aujourd'hui et servent de référence aux auteurs et équipes qui ont poursuivi leurs travaux dans ce domaine : C. Marius (1981, 1984) E.P.E.E.C. (1983)... Les résultats des recherches de L.R. Lafond (1967) sont à intégrer dans le cadre de ces vastes synthèses sur les régions littorales et estuariennes. Elles consacrent une part importante à la comparaison entre les différentes régions de la zone intertropicale humide et étudient en particulier les mangroves de la Guinée aux alentours de Conakry (L.R. Lafond et F. Baltzer, 1971).

Dans le domaine septentrional, en l'occurrence sur le littoral sénégalais, les premiers travaux ont été consacrés, dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle à l'hydrologie des grands systèmes fluviaux et aux problèmes de leur navigabilité (A. Coffinières de Nordeck, 1885 ; E. Noirot, 1892...). Plus tard, nombre d'études ont été menées sur le Saloum et la Casamance par différents auteurs dont A. Minot (1934), R. Pelnard-Considère (1959), F. Brigaud (1961) en plus de multiples rapports anonymes (1960, 1961)... A partir de 1958, les travaux consacrés à la botanique, à la pédologie, à la géomorphologie, et aux problèmes d'aménagement viennent compléter ce tableau

<sup>8</sup> - Document W.G. 60 - Réunion S.C.O.R./UNESCO - Coastal II, Paris, janvier 1982 et B. Rollet (1981) dans son introduction - p. XVIII et XIX qui remarque que ce n'est que ces trente dernières années que ces nouvelles spécialités ont été véritablement développées.

<sup>9</sup> - ... B. Barreira (1606) in G. Thilmans et al. (1972), J. Barbot (1732), J.B. Béranger-Feraud (1874 - 1879), A. Marche (1882), P. Vigné (1888), C. Canot (1938)...

avec J. G. Adam (1958, 1961, 1962, 1965), M. Emerit (1960), P. Michel (1960, 1969, 1971), M. Plaud (1967)... Les pédologues de l'O.R.S.T.O.M., J. Vieillefon (1967, 1969 a, 1969 b, 1971, 1973, 1975, 1977...) et C. Marius (1973, 1975, 1976, 1977, 1978, 1982 et 1984) complètent de leur côté les études du milieu à partir des années 1967. Parallèlement, se développent des recherches archéologiques, notamment sur les "Kjökkenmøddinger" du Bas-Saloum et de la Basse Casamance, menées par l'I.F.A.N., C. Descamps, G. Thilmans *et al.*... (1974, 1977, 1979...), et par certains pédologues, J. Vieillefon (1970), C. Marius *et al.* (1976). Ce n'est que très récemment que des équipes pluridisciplinaires, face à la complexité du milieu, ont élaboré des programmes de recherche communs pour une meilleure connaissance des mécanismes qui régissent ces domaines, en intégrant différentes approches et en tenant compte des processus d'ordre géologique et géomorphologique, des réactions chimiques et biologiques ainsi que des problèmes d'environnement et d'aménagement. A ce sujet, les travaux de l'équipe de l'Institut de géologie de l'U.L.P. à Strasbourg, avec le professeur J. Lucas et C. Marius doivent être tout particulièrement signalés pour l'importante contribution qu'ils ont récemment apportée. Ces travaux ont débuté avec la campagne de carottages profonds au Sénégal (Casamance, Saloum et Delta du Sénégal) et en Gambie dans le cadre de l'A.T.P. "Mangroves et vasières" - C. Marius (1978). C'est ainsi que des études ont été réalisées dans différentes spécialités : en minéralogie, en géochimie des sédiments (Y. Kalck, 1978), dans l'étude des microstructures de surface (D. Gouleau *et al.* ... 1982), en sédimentologie (A. Pimmel, 1984), en pédologie, géochimie et aménagement des mangroves (C. Marius, 1984) et en géochimie de la matière organique (en cours de réalisation par C. Feller). Par ailleurs, en collaboration avec l'Institut de géologie, notamment avec C. Marius, des études de géomorphologie sur le littoral de la Sierra Léone et de télédétection sur la Guinée et le Gabon ont pu être réalisées ; E. Anthony (1982), N. Moreau (1981).

Les travaux de l'E.P.E.E.C.<sup>10</sup>, organisée par J.P. Barusseau et moi-même depuis 1981, sont à insérer dans le cadre de ces études sur les Estuaires et Mangroves du Sénégal. En dehors de mes propres résultats obtenus depuis 1975 - voir bibliographie - l'E.P.E.E.C. a publié sous l'égide de l'UNESCO - division des Sciences de la Mer - plusieurs séries de rapports portant sur le domaine estuarien du Saloum / Diomboss / Bandiala. Il faut inclure dans ces recherches, celles entreprises depuis 1979 par l'équipe TECASEN du Département de géographie de l'Université de Dakar (1979, 1980, 1981), portant sur la cartographie par la télédétection des géosystèmes littoraux sénégalais ; du fleuve Sénégal jusqu'en Casamance avec notamment, en 1983, une participation de l'ensemble de l'équipe aux simulations SPOT dans le Saloum. S'ajoute à cette liste, l'important rapport de mission préparé à la demande de l'U.N.S.O. par F. Blasco (1983) de l'Institut de la Carte Internationale du Tapis végétal de Toulouse, sur les mangroves du Saloum, de la Gambie et de la Casamance ainsi que l'excellente thèse de doctorat de M. Sall (1983) - 1<sup>ère</sup> et 3<sup>e</sup> parties. En définitive, le littoral sénégalais, dans le domaine des estuaires et mangroves, a fait l'objet de travaux substantiels. On ne peut pas en dire de même, dès que l'on franchit le Rio Cacheu.

Pour la Guinée Bissau, hormis les travaux portugais datant de la période coloniale (Brigada de Estudos Hidraulicos, 1958 ; Th. Monod, 1959 ; A.J.D.S. Teixeira, 1962 ; J.E. Teixeira, 1952 ; M.P. Crepo, 1955 ; J. Dos S. Pinto, 1950...), les études récentes demeurent rares dans l'ensemble : Comissariado de Estado de Agricultura e Pecuaria (1978), C.R.A.D. (1980), I.J. Bartolucci et M.C. Lepape (1984). De même, pour la République de Guinée où, depuis les "Etudes Guinéennes" de R. Schnell (1950) et celle de J. Suret-Canale (1971), les seuls travaux récents sur les mangroves sont ceux de A. Kawalec (1977) et du SENASOL (Service National des sols de Guinée).

En République de Gambie, des recherches intéressantes la mangrove ont été effectuées récemment : citons celles de P. Michel sur le littoral, de C. Marius (1978 et 1984), J. Monteillet et J. C. Plaziat (1979), de E.S. Diop (1981) auxquelles il convient d'ajouter les rapports de Checchi, H.J. Teas et R.J. Macwan (1982), ceux de l'O.M.V.G. avec P.A. Degeorges, I.

---

<sup>10</sup> - Voir liste des sigles.

Samba (1982), de M. Lô (1984) et les travaux de l'University of Michigan (1984 a et b) qui a récemment développé un vaste programme d'étude sur l'impact des barrages et le fonctionnement du fleuve Gambie.

Ces indications bibliographiques montrent une grande disparité quant aux travaux entrepris ou en cours de réalisation dans ce vaste domaine des "Rivières du Sud". Le littoral sénégalais concentre les trois quarts des études alors que les côtes guinéennes, notamment pour les recherches récentes, n'ont fait l'objet que de très peu de travaux. Dans la présente étude, il est donc tenu compte de tous les résultats de recherches déjà obtenus dans les "Rivières du Sud" y compris ceux acquis sur le plateau continental, partie intégrante de notre domaine (R.L. MacMaster, A. Ashraf *et al.*, 1970, 1971 ; J.C. Dumon, J. M. Froidefond *et al.*... 1975, 1977 ; F. Domain, 1977...).

## APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Après une sélection des zones d'étude par interprétation de photographies aériennes et d'imagerie satellitaire, l'effort a porté sur :

- la collecte des données climatiques et hydrologiques du domaine concerné ;
- l'établissement de stations fixes pour le suivi des mesures, aussi bien en hydrologie qu'en hydrodynamique ;
- l'exécution de sondages aussi profonds que possibles dans des unités morphologiques similaires (séquences vasières / Tannes - cordons sableux - flèches sableuses...), afin de pouvoir procéder à leur comparaison par l'analyse sédimentologique et retracer l'histoire de leur évolution au cours du temps, d'où l'importance des datations au  $^{14}C$  ;
- la réalisation, en fonction de nos possibilités matérielles, de profils bathymétriques (cas du Saloum, du Diomboss, du Bandiala et de la Casamance) et de prélèvements concomitants afin d'expliquer la morphologie mais aussi les différentes provinces sédimentologiques compte tenu de la dynamique fluviale des chenaux principaux. Cela était d'autant plus indispensable qu'il fallait mettre en rapport les données hydrodynamiques et bathymétriques pour obtenir de meilleures corrélations ;
- la mise en place de transects représentatifs, afin de caractériser au mieux l'écologie des domaines étudiés ;
- enfin la cartographie d'ensemble des différentes régions concernées, par l'imagerie Landsat, par photographies aériennes et même à l'aide de données de simulations SPOT (cas du Saloum). Divers documents d'assistance tout à fait précieux ont été utilisés dans le même temps (documents photographiques à différentes dates; cartes topographiques, bathymétriques, pédologiques, géologiques...) avec des missions ponctuelles de survols aériens qui ont servi de moyens de contrôle-terrain très efficaces, chaque fois que la possibilité m'était offerte : Saloum, Diomboss, Bandiala, Gambie, Casamance.

La présente étude a nécessité de nombreuses missions sur le terrain ainsi que des mesures et observations sept années durant - aussi bien en saison sèche qu'en saison des pluies - dans les domaines des eaux, des sédiments, de la flore et de la faune.

Dans le *domaine des sédiments*, les prélèvements d'échantillons ont été effectués de manière systématique, du Saloum à la Guinée, suivant des transects représentatifs dans des séquences aussi complètes que possible : vasières/tannes et cordons quand ils existaient. Divers types de matériels ont été utilisés à cet effet : pelle à vase, pelle pliante, tarière à hélice mais particulièrement la tarière "russe" qui a permis d'atteindre des profondeurs notables (plus de 6 m), notamment lorsque le substrat était argileux. Par ailleurs, pour éviter des perturbations et garder dans certains cas la continuité du sédiment, d'autres carottages ont été réalisés au moyen de tubes plastiques "PVC" fermés par "peau d'orange" et enfoncés par battage à la masse (cas de certains blancs sableux dans le Saloum). La nature des sédiments prélevés a été grossièrement décrite "in situ" (annexes), les couleurs des sols systématiquement déterminées au Munsell Color Charts, les mesures effectuées au décimètre ruban, les valeurs des pentes évaluées au



clinomètre, type sunto. Dans les chenaux, l'échantillonnage<sup>11</sup> a été réalisé à bord de pirogues grâce à une benne à prélèvement prêtée par le laboratoire de géologie de l'O.R.S.T.O.M. de Dakar-Hann : ce fut notamment le cas dans le Saloum, le Diomboss, le Bandiala, la Gambie, le Cacheu et le Geba alors qu'en Casamance fut utilisée à bord du "Cauri", la benne du C.R.O.D.T. type "Smith MacIntyre". Tous les profils bathymétriques résultent des enregistrements de l'échosondeur de la vedette "Cauri", type "Simrad ED 162", c'est une méthode d'observation indirecte mais rapide et pratique (Estuaires du Saloum/Diomboss/Bandiala et de la Casamance notamment).

Dans le *domaine des eaux*, les mesures de courantométrie ont été multiples, longues et fastidieuses lorsqu'elles n'étaient pas réalisées au fil de l'eau de manière à donner une vue synoptique de la répartition instantanée des vitesses. En effet, la plupart des observations ont été réalisées en stations fixes intégrant autant que possible un flot et un jusant : ce qui impliquait nécessairement une présence continue "in situ" d'au moins douze heures avec des mesures de vitesses et de direction de courant à effectuer toutes les dix ou quinze minutes lorsque l'on utilise un courantomètre "braystoke" (voir résultats en Annexes). Cette étude hydrodynamique a nécessité en fait l'utilisation de trois types d'appareillages :

- + un courantomètre instantané "braystoke" qui mesure la vitesse et la direction des courants ;
- + un courantographe "Aanderaa" à enregistrement continu (vitesses et directions des courants à une seule profondeur) ;
- + un "digital flowmeter", plus léger pour le maniement, avec comme inconvénient de ne pouvoir mesurer que les vitesses.

Sur place, la salinité a été estimée par un réfractomètre optique, la température mesurée, la transparence effectuée par un disque de Secchi, la turbidité évaluée soit par filtration "in situ" à bord des pirogues, soit par des analyses ultérieures après prélèvements dans des flacons étanches. Ces différents paramètres ont fait l'objet au cours de certaines de nos campagnes, de mesures "in situ" à partir d'une sonde multiparamètre, type horiba - par exemple en Casamance. A noter que les échantillons d'eau, pour des mesures de contrôle, ont été prélevés grâce à des bouteilles à renversement ou à des bouteilles Ottman à prélèvement horizontal.

- Les analyses ont porté notamment :
- + sur de nouvelles mesures de conductivité à une température constante de 25°C pour vérification. Les résultats ont toujours indiqué des valeurs très proches de celles obtenues sur le terrain par lecture directe au réfractomètre, en particulier lorsque l'on prend la précaution de recalibrer l'appareil sur le zéro après chaque mesure ;
  - + sur des filtrations des matières en suspension avec des filtres millipores (0,45µ) pour des mesures de turbidité plus précises ;
  - + sur la chimie des éléments majeurs, la silice et les sels dissous (notamment pour certains échantillons préalablement sélectionnés).

En dehors des prélèvements de sédiments et d'eau, des échantillons de faune marine et de flore ont pu être déterminés au département de biologie animale de la faculté des sciences et aux laboratoires de biologie marine et végétale de l'I.F.A.N. Des coupes et transects de végétation, opérés au cours de nos sorties sur le terrain et respectant autant que possible la topographie, ont pu être réalisés grâce aux différentes espèces collectées et identifiées par l'I.F.A.N. Les coefficients d'abondance - dominance et la sociabilité des espèces ont été choisis pour une meilleure analyse quantitative.

Toutes ces observations sur le terrain ont été complétées par des analyses de laboratoire parfois très longues (cas des analyses microgranulométriques). Sur ce plan, la contribution des laboratoires extérieurs a été inestimable. Dans le domaine des sédiments, la teneur en eau de tout les échantillons de même que leur pourcentage en Pélites/Arénites (avec une coupure à 50

---

<sup>11</sup> - Nos échantillonnages dans les estuaires sénégalais ont été souvent réalisés à bord de la vedette le "Cauri" du CRODT.

microns) ont été déterminés. Pour la teneur en eau, le sédiment a été porté à l'étuve à 50°C pendant trois à quatre jours jusqu'à ce qu'il soit sec ; elle a été calculée en % à partir de la formule suivante :

$$\frac{\text{Poids du sédiment humide} - \text{poids du sédiment sec}}{\text{poids du sédiment humide}} \times 100$$

Si dans les cordons sableux du sud notamment, cette teneur se situe entre 25 et 60%, elle dépasse facilement 100% dans les vases et autres horizons argileux superficiels des vasières. Une formule analogue a été utilisée pour obtenir l'indice arénitique ou pélitique des sédiments

$$\frac{P'}{P} \times 100.$$

ou  $P'$  = poids des arénites ou des pélites

$P$  = poids du sédiment brut.

D'autres mesures ont été réalisées notamment pour la détermination du taux en matières organiques, effectuée soit après destruction par oxydation, soit après combustion des sédiments à 540°C pendant six heures dans un four à moufle avec un rapport :

$$\frac{\text{Poids du sédiment brut} - \text{poids du sédiment sec}}{\text{poids du sédiment brut}} \quad (\text{ou traité à l'H}_2\text{O}_2)$$

La teneur en  $\text{Ca CO}_3$  a été systématiquement mesurée sur tous les échantillons à l'aide du calcimètre Bernard. Sa détermination suit la même règle que celle utilisée pour les teneurs en eau et matières organiques soit :

$$\frac{(n_2 - n_1) \times 0,4}{\text{poids du sédiment brut}}$$

le résultat étant obtenu en % -  $n_1$  et  $n_2$  représentent respectivement les premières et deuxièmes lectures en  $\text{cm}^3$  ; 0,4 est une constante.

En dehors de ces divers indices, les analyses qui nous intéressaient le plus dans le domaine des sédiments portent sur la granulométrie (sables et argiles), puisque c'est elle qui enregistre le plus fidèlement les processus de mise en place (mode de transport et de dépôt) et les remaniements successifs qui permettent entre autres de différencier les types sédimentaires : ce sera la partie principale de notre étude. Pour la fraction totale sableuse, la granulométrie a été réalisée à partir d'une colonne tamisette (18 tamis AFNOR) aux départements de géographie et de géologie (faculté des sciences et I.F.A.N.). Elle a été effectuée par tamisage à sec après lavage sous l'eau et séparation des arénites et des pélites. Les résultats obtenus ont permis la représentation graphique des courbes cumulatives sur du papier semi-logarithmique à trois modules. L'utilisation de différents paramètres granulométriques a permis de caractériser avec précision les types sédimentaires reconnus. Il s'agit entre autres, en dehors des indices arénitique ou pélitique, de la valeur de la médiane, de l'indice de classement de Trask, du coefficient d'asymétrie ou Skewness, de l'écart-type, de la composition de l'assemblage granulométrique indiqué par la formule modale, du facteur hydrodynamique ou des aptitudes au transport... L'utilisation de ces paramètres, déjà mis en évidence par différents auteurs<sup>12</sup> repose sur la notation phi ( $\phi$ ) qui est le logarithme de base 2 du diamètre millimétrique du grain ( $\mu$ ).

---

<sup>12</sup> - Entre autres... P.D. Trask (1932), W.C. Krumbein (1934, 1936), D.L. Inman (1952), R.L. Folk & W.C. Ward (1957), R.L. Folk (1966), A. Vatan (1967), J.C. Dumon (1977)...

-  $\phi = \log 2 \mu$ . Le tableau de correspondance qui en découle est donc le suivant :

Maille (en mm)	2	1,6	1,25	1	0,8	0,63	0,5	0,4
Phi $\phi$	-1	-0,68	-0,32	0	0,32	0,67	1	1,32

Maille (en mm)	0,315	0,25	0,2	0,16	0,125	0,1	0,08	0,063
Phi $\phi$	1,67	2	2,32	2,64	3	3,32	3,64	4

Ainsi, il a été possible de caractériser les sédiments à partir des valeurs des différents quartiles ( $Q_1$ ,  $M^d$ ,  $Q_3$ ) et percentiles à l'échelle des phi ( $\phi$ ) et d'introduire des comparaisons aisées quant aux conditions dynamiques qui ont présidé à la mise en place des sédiments étudiés. Cette analyse des sables a été complétée par la microgranulométrie ou granulométrie de la fraction fine. Trois méthodes ont été parallèlement utilisées à titre de comparaison : celle de la pipette Andreasen, celle de la densimétrie (Méthode Mériaux) et celle effectuée à partir du sédiograph ; l'application de la loi de Stokes qui exprime la vitesse de chute des particules dans un liquide étant à la base de toutes ces méthodes avec la formule suivante<sup>13</sup> :

$$V = \frac{2}{9} \frac{(d_1 - d_2) g r^2}{D} \text{ ou constante de Stokes (C) - } V = Cr^2$$

V = vitesse de chute des particules.

$d_1$  = densité des particules.

$d_2$  = densité du liquide.

r = rayon de la particule supposée sphérique.

D = viscosité du liquide.

g = accélération de la pesanteur.

Nous n'insisterons pas sur la description des méthodes d'analyses citées ci-dessus et qui ont déjà fait l'objet de discussions par de nombreux auteurs dont L.R. Lafond (1967) ; P.J. Blanck (1976), A. Riffault (1980), F. Baltzer (1982) et A. Pimmel (1984) dans son remarquable travail de comparaison... L'on peut cependant noter qu'à partir des trois techniques retenues, seuls les résultats fournis "très rapidement" par le sédiograph sont directement obtenus sous forme de courbes cumulatives en coordonnées sémi-logarithmiques. Pour la méthode de la pipette Andreasen comme pour celle de la densimétrie (méthode de Mériaux), la construction des courbes s'impose à partir des résultats obtenus.

## INTERPRÉTATION DES COURBES

Elles sont de formes très différentes mais nous retrouvons les trois principaux faciès et les principales interprétations proposés par A. Rivière (1952) :

- + le faciès granulométrique *parabolique*, la courbe canonique dessine une parabole dont la concavité est tournée vers le haut. Les apports s'effectuent par un courant rapide avec un bon classement du matériel ; les sédiments sont triés au cours du transport (type fluvial ou analogue). La sédimentation se fait par excès de charge.
- + Le faciès granulométrique *logarithmique*, la courbe canonique dessine une droite. L'évolution par transport des sédiments est très poussée. Ce faciès résulte toujours d'un dépôt par excès de charge à la suite d'une diminution de la compétence de l'agent de transport.
- + Le faciès granulométrique *hyperbolique* ; la courbe canonique dessine une hyperbole dont la concavité est tournée vers le bas. Ce faciès reflète une action de décantation, une diminution brusque de la compétence du milieu de transport ou même, plus fréquemment, un effet de l'abandon progressif au cours du transport des seuls éléments les plus grossiers.

<sup>13</sup> - In S. Meriaux (1954, 1957) & J.P. Blanck (1976).

Entre ces trois courbes extrêmes (fig. 3), tous les intermédiaires demeurent possibles (ultraparabolique, infrahyperbolique...).

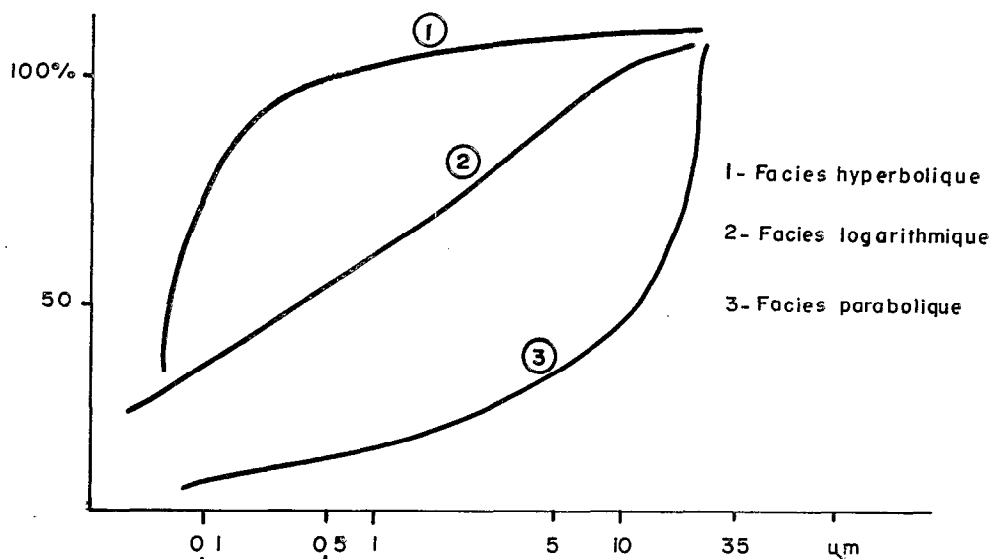


Fig. 3 - DIFFÉRENTS FACIÈS DE DÉPÔTS DE SÉDIMENTS FINS.

De nombreux indices et paramètres (plus ou moins complexes, plus ou moins adaptés au milieu étudié) ont été proposés par certains auteurs pour mettre en évidence la "signification hydrodynamique" des faciès granulométriques observés qui sont, en fait, rarement conformes aux courbes théoriques précédentes (A. Pimmel, 1984). Parmi ces auteurs : A. Rivière *et al* (1952, 1957, 1977), A. Rivière et S. Vernhet (1973), F. Baltzer (1982).

Plus précisément, J.P. Barusseau, dans une de ses publications avec C. Jago (1979), de même que dans sa thèse (1973), propose pour l'étude des pélites un indice ("indice d'intensité dynamique") en considérant le déficit ou l'excès relatif des particules fines par rapport aux éléments plus grossiers (indice utilisé par A. Riffault, 1980). Cet indice caractérise la courbure du tracé représentatif de la distribution des pélites. Il correspond à la jonction de deux points représentant des diamètres donnés (40 µm et 1 µm sur la figure 4). On obtient ainsi les coordonnées H et L, et l'on peut calculer leur rapport R (ce qui revient à cadrer la courbe dans un abaque) avant de calculer leur flèche F. Le rapport F/R représente l'indice d'intensité dynamique - ID - (J.P. Barusseau, 1973) : il est positif lorsque la courbe cumulative est convexe vers l'axe des abscisses, négatif dans le cas contraire. Les valeurs fortement positives de cet indice indiquent un milieu de sédimentation ou l'agitation est assez forte ; les valeurs sont faiblement positives ou négatives lorsque le milieu est calme (J.C. Barusseau et C. Jago ; 1979).

## ÉTUDE DES MINÉRAUX ARGILEUX

La technique utilisée pour l'étude des minéraux argileux est la diffractométrie des Rayons X sur des agrégats ou sur une pâte orientée (méthodes mises en œuvre à Strasbourg, à Marseille et à l'ORSTOM à Dakar-Hann). Trois lames ont été préparées à chaque fois, dans les laboratoires de géologie de l'I.F.A.N. et de la faculté des sciences, en vue des trois traitements habituels : lame normale (échantillon "brut"), lame traitée à l'éthylène glycol - lame chauffée à 550°C pendant une heure (J.P. Eberhart *et al.*, 1977). La détermination des minéraux argileux est effectuée par la position des raies sur le diffractogramme. Les diagrammes de poudre totale ont permis une identification des minéraux "en grain" : quartz, feldspath, calcite, pyrite...

Cependant, l'interprétation des diagrammes et les estimations semi-quantitatives ont toujours été réalisées dans les laboratoires de traitement, parfois avec un spécialiste : M. Carn à Dakar - ou à Strasbourg et à Marseille.

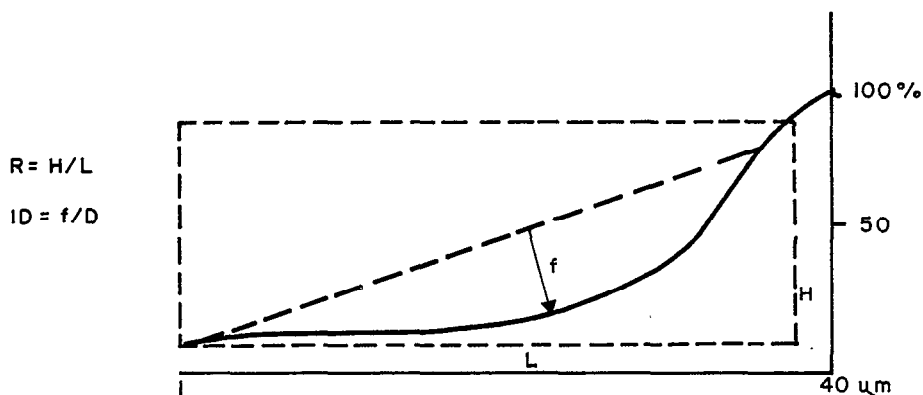


Fig. 4 - DÉTERMINATION DE L'INDICE D'INTENSITÉ DYNAMIQUE (D) DANS LE CAS D'UNE COURBE CONTINUE.

## MORPHOSCOPIE ET EXOSCOPIE DES QUARTZ

L'état de surface et la forme des grains de quartz ont été observés d'abord à la loupe binoculaire, ensuite au M.E.B.<sup>14</sup>.

A la loupe, les observations ont porté sur les tamis modaux des échantillons de sable avec cependant une sélection des tailles comprises entre 300 et 700 µm comme préconisée par A. Cailleux et J. Tricart (1965). Les résultats des comptages ont été représentés sur des diagrammes en respectant la proportionalité de chaque catégorie granulométrique.

Mais c'est surtout l'étude exoscopique réalisée au M.E.B. qui a permis de préciser les données de la morphoscopie classique en fournissant des éléments importants sur "l'histoire" des grains de sable. Les observations ont porté plus spécialement sur les fractions fines (< à 300 µm) pour appréhender les actions chimiques, sur les fractions grossières (> à 500 µm), pour l'étude des actions mécaniques - (Le Ribault, 1977) - et, plus systématiquement, sur les arêtes, les surfaces planes et les dépressions des grains.

Pour l'étude des *minéraux lourds*, les séparations de la fraction > 50 µm ont été effectuées grâce à l'utilisation du bromoforme pour des échantillons de 30 g environ et d'alcool technique pour les lavages. Une fois les minéraux lourds recueillis dans des filtres, séchés à l'étuve puis pesés, on a procédé à leur séparation en trois fractions. Une fraction fine < 160 µm - une fraction moyenne : entre 160 et 500 µm - une fraction grossière > 500 µm. Cependant, les déterminations des différents assemblages minéralogiques ont été effectuées à Perpignan (au L.R.S.M.P.) et à Bordeaux (IGBA).

Pour les échantillons de grès cuirassés qu'on trouve sur les bordures du domaine étudié, c'est grâce à des lames minces confectionnées au laboratoire de pétrographie du département de géologie qu'il a été possible d'étudier l'ensemble du cortège minéralogique. Afin de mieux préciser l'interprétation, des observations au M.E.B. ont été réalisées sur certaines fractions des mêmes échantillons (voir en annexes).

D'autres observations et des déterminations complémentaires ont pu être effectuées à la faculté des sciences et à l'O.R.S.T.O.M. sur les macrofaune et microfaune ainsi que sur les

<sup>14</sup> - Laboratoire de Microscopie Electronique à Balayage de la faculté des Sciences - Université C.A.D. de Dakar-Fann.

diatomées trouvées dans les sédiments. Différentes datations au  $^{14}\text{C}$ <sup>15</sup> ont été opérées sur les échantillons de macrofaune (quand ils étaient suffisamment représentatifs en poids). Elles sont venues compléter les âges déjà obtenus pour le secteur étudié.

Parallèlement à tous ces travaux et analyses sur le terrain et en laboratoire, l'utilisation des données de photographies aériennes, des documents cartographiques existants (anciens et récents) et de la télédétection, particulièrement efficace dans ces milieux margino-littoraux, a permis *l'établissement de quinze planches cartographiques\** portant sur l'ensemble de la zone étudiée. Ces planches, qui ont nécessité de longues heures d'interprétation réparties sur plusieurs mois, ainsi que de nombreuses missions de reconnaissance et de contrôle sur le terrain, ont permis de délimiter l'ensemble des unités sédimentologiques et géomorphologiques définies au laboratoire et de procéder, par l'expression graphique et cartographique, à une représentation spatiale plus conforme à la réalité. Différentes échelles taxonomiques ont été utilisées à cet effet : du 1/250 000 au 1/25 000 en passant par le 1/50 000.

L'un des résultats les plus importants de cette spatialisation a été l'établissement, à partir de l'imagerie Landsat, d'un modèle d'interprétation des milieux d'estuaires et de mangroves.

Ce modèle, applicable à l'ensemble du domaine étudié, a permis de faire ressortir les caractéristiques les plus importantes de ces estuaires des "Rivières du sud".

C'est ainsi que, grâce à leur netteté et à leur bonne qualité de résolution, les images en infrarouge couleur et fausses couleurs composites ont permis d'appréhender les détails les plus fins par l'analyse visuelle, tout en levant des ambiguïtés de signatures spectrales qui persistaient sur les images en noir et blanc classiques et même sur certains traitements automatiques plus anciens (rapport Tecasen, 1979). Des exemples peuvent être cités dans le domaine des sédiments (distinction des sables anciens et récents - des vasières et des tannes), des eaux (en fonction de leur degré de turbidité ; de la géométrie des chenaux à marée), de la végétation (en fonction de la gradation depuis les mangroves à *Rhizophora racemosa* jusqu'aux formations herbacées des tannes) et, d'une manière plus générale, dans le domaine du fonctionnement des estuaires (dynamique actuelle des houles prépondérantes, de la dérive et même des courants de flot et de jusant... particulièrement bien suggérés par l'imagerie en infrarouge couleur des simulations SPOT sur le Saloum). Ainsi, la cartographie détaillée des unités géomorphologiques a permis de différencier du Nouakchottien à l'actuel : les cordons sableux anciens post-nouakchottiens, les flèches sableuses sub-actuelles, les tannes sub-actuels, les vasières à mangrove actuelles et les bancs sableux actuels.

\*  
\* \*

Toutes ces considérations, concernant nos méthodes de travail sur le terrain et dans les laboratoires d'analyses et de cartographie, de même que les problèmes qui se sont posés au fur et à mesure que nous avançons dans notre étude, ont fortement inspiré le *plan définitif de ce travail axé sur cinq grandes parties*. Ces cinq parties représentent la synthèse des résultats obtenus au cours de ces années de recherches, qui ont été ponctuées de plusieurs publications personnelles.

**La première partie** est consacrée aux données physiques relatives au climat et à leurs incidences dans le domaine hydrologique. L'intérêt de cette étude réside dans l'évaluation du gradient climatique et hydrologique qui sépare deux domaines extrêmes, mais apparemment similaires du point de vue géomorphologique, et situés sur le même littoral. La région nord (estuaire du Saloum) est bien caractérisée par son climat soudano-sahélien, où les pluies sont faibles et irrégulières, avec une extrême réduction ou, le plus souvent, une absence quasi-totale

---

<sup>15</sup> - Par le laboratoire de radiocarbonate de l'IFAN - le Laboratoire de Faibles radioactivités de GIF s/Yvette et le Laboratoire National de Recherches Physiques à Prétoria - Division des Isotopes Naturels.  
Seules les planches des deux Guinées seront présentées dans cet ouvrage.

d'apport en eau douce par les rivières et les fleuves. La région sud, à l'inverse, présente une pluviométrie relativement forte avec des débits hydrologiques importants (E.S. Diop, 1978 ; E.S. Diop *et al.*, 1983).

**La deuxième partie** étudie les facteurs hydrodynamiques en rapport avec les données de l'océanographie côtière. Le régime hydrodynamique intervient en effet pour une part essentielle dans le fonctionnement et dans la dynamique actuelle des estuaires des "Rivières du sud", notamment dans leurs évolutions morphologiques et sédimentologiques. Sont successivement abordés, en fonction de la latitude des systèmes estuariens étudiés, le rôle et l'importance des courants de marée (durée et vitesse du flot et du jusant) en tenant compte notamment de leurs diverses conséquences sur l'écoulement ; l'origine possible des particules en suspension ou en charriage (origine interne ou externe par rapport à l'estuaire lui-même) ; les phénomènes de transport, qui illustrent bien la dynamique de ces types d'estuaires. A l'évidence, une telle analyse, dans des milieux aussi différents que les régions estuariennes nord et sud de cette partie de l'Afrique, apporte bien des éléments de comparaison (E.S. Diop *et al.*, 1982, 1983, 1984).

**La troisième partie** est axée sur l'étude du modelé, de la lithologie et de la structure tectonique des domaines d'estuaires et de leur bassins-versants adjacents, c'est-à-dire des régions des bordures. La compréhension de ces trois éléments de base en plus des caractéristiques géomorphologiques permettra de procéder à une classification des systèmes estuariens. Dans ce contexte, la notion de "contrôle structural" prend tout son sens, en particulier dans les "Rivières du sud" ou la néotectonique joue un rôle singulièrement actif, surtout dans les régions littorales des deux Guinées. Les séries de coupes et les sondages collectés par le biais de plusieurs sociétés géologiques et pétrolières, depuis Djifère au Saloum jusqu'à Forécariah à la frontière de la République de Guinée et de la Sierra Léone, sont minutieusement analysés. Un chapitre de transition consacré à la géomorphologie du plateau continental complète cette étude de la zone estuarienne et des bassins-versants adjacents, puisque ces trois ensembles sont continus dans l'espace et le temps. L'hydrogéologie vient enfin préciser les rapports entre les plans d'eau libres et les nappes d'eau douce dans les formations géologiques étudiées (E.S. Diop, 1979, 1983, 1984, 1985).

**La quatrième partie** compare entre elles les formes et formations inventoriées dans les "Rivières du sud", formes et formations dont la mise en place dépend largement de l'évolution de ces milieux durant le Quaternaire Récent. On sait que les sédiments reflètent de manière assez fidèle les différentes étapes de l'évolution géomorphologique. L'étude sédimentologique constitue, par conséquent, le thème central de cette partie. Elle permet d'analyser la nature, l'abondance mais aussi les modalités des apports sédimentaires, leurs conditions de distribution, de remobilisation et de dépôt sous forme de différentes unités géomorphologiques et d'établir un bilan sédimentaire d'autant plus précis qu'il couvre l'ensemble du domaine d'investigation, et qu'il compare à chaque fois les résultats obtenus par diverses méthodes. L'aspect géochimique de certaines séquences caractéristiques complète parallèlement cette étude sédimentologique (E.S. Diop, 1980 ; E.S. Diop *et al.*, 1983, 1984).

**La cinquième partie** est subdivisée en deux chapitres principaux :

- le premier analyse en détail les interrelations existant entre le substrat pédologique et les formations végétales naturelles. L'étude du rapport entre facteurs écologiques, bioclimatiques et anthropiques permet de mieux comprendre l'aménagement, les formes d'occupations de ces milieux par les populations locales, la dégradation ou la déforestation de la mangrove. On notera que la disparition de cette mangrove peut être perçue comme un phénomène naturel ou comme un phénomène anthropique :
  - + *phénomène naturel*, avec l'importance et l'incidence de la désertification récente (on le verra avec l'analyse de l'évolution de la mangrove depuis la partie méridionale de notre domaine d'étude jusqu'à sa limite septentrionale).
  - + *phénomène anthropique*, avec d'une part, l'utilisation traditionnelle de la mangrove comme domaine privilégié de certaines activités culturelles (riziculture en particulier, des populations locales telles que les Diola, Nalous, Baga...) et avec, d'autre part, l'utilisation moderne de ces mêmes milieux par différents organismes d'intervention, étatiques ou non.

La complexité de ces problèmes de mise en valeur justifie, à notre sens, le souci constant de mener dans cette cinquième partie une étude intégrée des différents éléments du milieu naturel (E.S. Diop, 1985, 1986 ; E.S. Diop et K.D. Leung Tack, 1985).

- le second chapitre est une synthèse de toutes les observations, analyses et interprétations que nous avons pu effectuer tout au long de ce travail au travers de l'expression cartographique (se basant sur l'étude de la couverture photographique aérienne, des images de satellite, Landsat en particulier...). Dans un domaine aussi contrasté, avec des milieux estuariens et de mangroves aussi différents, une cartographie d'ensemble est une donnée essentielle pour appréhender toutes les formes et formations étudiées. A cet égard, plusieurs aspects de la cartographie sont abordés, non seulement pour illustrer les différents chapitres de cette thèse, mais aussi pour servir de modèle à une étude typologique systématique des "Rivières du Sud" (voir planches cartographiques) :

- + *aspect statique* (formes et formation en place).
- + *aspect dynamique et cinématique* (distribution et évolution spatiale des particules fines en suspension et des turbidités littorales dans les zones estuariennes, en relation avec la dynamique des marées entre autres...)
- + *aspect diachronique* (évolution des formes et formations en place analysées à partir des images de satellite, de dates et de saisons différentes) (E.S. Diop, 1979, 1980, 1981, 1984 ; E.S. Diop *et al.*, 1978, 1979, 1982).

La part importante des documents d'assistance qui ont été utilisés pour cette cartographie mérite d'être soulignée : cartes marines et bathymétriques, cartes topographiques, cartes pédologiques, géologiques... ainsi que les diverses prises de vue par survols aériens et autres photographies obliques.



**PREMIÈRE PARTIE**

**LES DONNÉES CLIMATIQUES ET LEURS  
INCIDENCES SUR L'HYDROLOGIE**

## A - LES DONNÉES CLIMATIQUES DES "RIVIÈRES DU SUD"

Les différentes observations effectuées ont pour but de préciser les caractères du climat actuel de la région côtière et leurs incidences sur le double plan de la morphogenèse des marais à mangroves des "Rivières du Sud" - régions des bordures comprises - et de l'hydrologie locale.

Régimes des vents, températures mais surtout précipitations constituent les éléments les plus déterminants du climat de ce domaine. C'est à travers le réseau de stations synoptiques, climatiques et de postes pluviométriques qui couvrent de façon assez homogène la région côtière (de Djifère à Forécariah) que se feront ces observations et analyses dans une optique comparative (fig. 8).

### 1. LES MÉCANISMES GÉNÉRAUX

Considérées d'un point de vue climatique, les "Rivières du Sud", objet de cette étude, appartiennent au domaine libéro-guinéen (M. Leroux, 1983) prolongé au nord par le domaine de la Basse Casamance et le domaine "Saloumien" (P. Moral, 1966). La région se caractérise par deux saisons nettement tranchées dues à l'alternance de circulation des alizés et de la mousson : une saison sèche de novembre/décembre au sud à mai/juin au nord et une saison des pluies, de juin /juillet au nord à octobre/novembre au sud.

Trois parties peuvent être distinguées dans cette région, en fonction de la réalité des données climatiques :

- *une partie Nord*, englobant le Bas Saloum et la Basse Gambie, à régime pluviométrique unimodal et dont la tonalité hygrométrique est moyenne sur le littoral - (supérieure à 50%) - sèche à faiblement humide à l'intérieur - (inférieure ou égale à 50%) - le rapport entre les extrêmes étant inférieur ou égal à 2. Les températures sont en général modérées - supérieures ou égales à 25°C - avec un régime bimodal et une amplitude annuelle supérieure à 10°C.
- *une partie centrale*, qui va du nord de l'estuaire de la Basse Casamance jusqu'au sud de la Guinée Bissau (Archipels des Bissagos inclus), avec une humidité plus prononcée, supérieure ou égale à 60/70% (le rapport entre les extrêmes étant inférieur à 2). Les températures varient très peu par rapport à la partie nord et leur amplitude est inférieure à 10°C.
- *une partie Sud*, avec l'ensemble République de Guinée, Sierra Léone, Libéria, marquée par sa très forte humidité, supérieure à 70/80% (le rapport entre les extrêmes étant inférieur à 1,1). Les températures sont relativement élevées - supérieures ou égales à 25°C, avec une amplitude annuelle inférieure à 8°C.

D'une manière générale, ces principaux traits et variations climatiques sont engendrés par la circulation atmosphérique. Quatre éléments fondamentaux conditionnent les déplacements et modifications des centres d'action et masses d'air, expliquant ainsi l'alternance des circulations d'alizés et de mousson ; ce sont l'anticyclone des Açores, l'anticyclone de Sainte Hélène, la dépression thermique continentale maghrébine et le front de discontinuité (F.I.T. ou Front Intertropical) qui devient Z.I.C. (Zone Intertropicale de Convergence) sur l'océan (fig. 5).

1.1. Durant la saison sèche, l'ensemble du domaine libéro-guinéen (M. Leroux, 1983) - régions basse Casamançaise et Saloumienne comprises - est soumis à l'influence des alizés boréaux : alizés maritimes ou continentaux de direction nord à nord-nord-ouest dans la région de Kaolack/Banjul/Ziguinchor ; nord-ouest à ouest plus au sud, dans la région de Boffa/Conakry/Forécariah. L'élément moteur est l'anticyclone des Açores. En fait, la presque totalité des flux qui balaient la région (alizés de direction NNW à W ou de direction NE à E : harmattan) sont dus à ce centre d'action, renforcé par la cellule thermique continentale du Maghreb (fig. 5). La durée d'influence de ces flux varie du nord au sud : de neuf mois dans la région du Bas Saloum à cinq et même quatre mois sur le littoral guinéo-libérien, avec des flux

d'harmattan nettement plus marqués dans le Saloum qu'en Guinée où le Fouta Djallon et la Dorsale guinéenne constituent déjà un écran relatif en diminuant très fortement leur influence sur la région côtière : "l'harmattan desséchant ne se fait pas sentir en Guinée maritime et l'humidité atmosphérique reste très élevée même en saison sèche..." (J.S. Canale 1971, p. 44).

1.2. En saison des pluies, en revanche, les flux sont d'origine méridionale avec, comme principal centre d'action, l'anticyclone de Sainte Hélène. Initialement, ce sont des alizés, mais ils sont déviés après leur passage à l'Equateur (S-SSW à W) et deviennent des flux de mousson très instables (fig. 5). La totalité de la région se trouve alors dans le domaine de la mousson atlantique qui est responsable de l'ensemble des pluies de la région. Août est, d'une manière générale, le mois du maximum pluviométrique ; mais il arrive que ce maximum soit avancé au mois de juillet dans le sud de la région, en particulier sur la côte guinéenne face aux vents du sud-ouest, zone qui subit la première, l'influence de ces pluies.

Comme pour le cas des alizés, la durée d'influence des vents de mousson, liée à la migration progressive du F.I.T.<sup>16</sup>, varie du nord au sud : 9 mois à la frontière Guinéo-Sierra Léonaise - 7 mois en République de Guinée - 6 mois en Guinée Bissau et au sud de la Basse Casamance - 3 mois dans le Bas Saloum et la Basse Gambie. La dépression thermique continentale du Sahara est responsable de la migration du F.I.T. et joue ainsi un rôle essentiel dans les mécanismes de la circulation atmosphérique en Afrique de l'ouest.

Il importe cependant, pour compléter cette étude, de tenir compte de deux éléments essentiels :

. L'influence de la *masse océanique* qui introduit des nuances, d'une part, dans le domaine des températures de l'air et de la pression atmosphérique de surface, d'où son influence notable sur les phénomènes locaux de brises de terre et de mer ; leur intensité étant fonction des gradients de températures entre l'océan et le continent, et, d'autre part, dans le domaine de l'humidité atmosphérique et des précipitations.

. Le *facteur orographique* et son influence sur la température, la direction des vents, les précipitations... L'exemple du Fouta Djallon et de la dorsale guinéenne est éloquent à cet égard : "l'isohyète 2 000 mm s'étire du sud du Sénégal à l'ouest de la Côte d'Ivoire... et des quantités d'eau considérables retournent à l'océan par le relais des fleuves côtiers..." (M. Leroux, 1983).

Un autre exemple est constitué toujours par cette même dorsale guinéenne et le Fouta Djallon, qui en saison sèche, sont franchis par l'harmattan, dont l'action ne peut être que mineure étant donné la faible vitesse du flux et le fait que le piedmont occidental est envahi par l'alizé maritime. Alors qu'en saison des pluies, il semble que les hauts plateaux guinéens contribuent à accélérer la remontée de la trace au sol du F.I.T. sur la partie ouest de l'Afrique occidentale (M. Leroux, 1983, p. 122 et suivantes).

## 2. LE RÉGIME DES VENTS

Plusieurs stations, dont cinq principales, illustrent de manière significative le régime des vents dans le domaine des "Rivières du Sud". Il s'agit des stations de Kaolack, Ziguinchor, de Bissau, de Conakry - pour lesquelles des anémogrammes ont été établis<sup>17</sup> (fig. 6 et 7) - et de Banjul/Yundum et Georgetown (voir tabl. 1 et 2).

L'analyse des données anémométriques combinée à l'étude du schéma de la migration du F.I.T. (fig. 5) indique que la fréquence et la direction des vents sont liées à l'alternance saisonnière dans les "Rivières du Sud".

<sup>16</sup> - Front Intertropical : surface de contact entre les masses d'air issues du nord et du sud.

<sup>17</sup> - Les périodes 1960/1970 et 1971/1982 ont été utilisées à titre de comparaison.

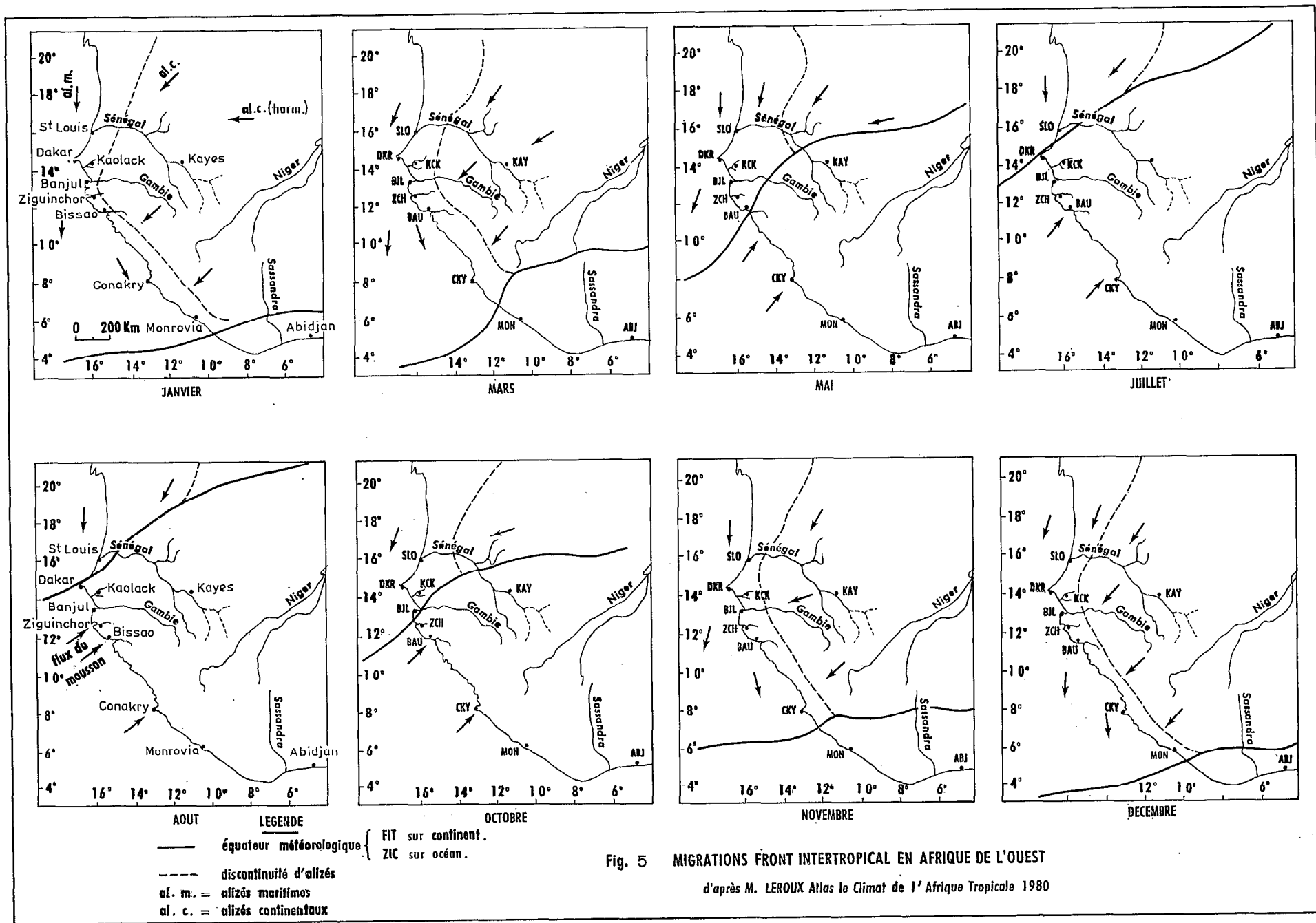


Fig. 5

MIGRATIONS FRONT INTERTROPICAL EN AFRIQUE DE L'OUEST

d'après M. LEROUX Atlas le Climat de l'Afrique Tropicale 1980

2.1. En saison sèche, la direction la plus fréquente est celle des flux provenant du nord et de l'est - ENE/NE à NNW- (fig. 6 et 7 et tabl. 1 et 2). Ces alizés sont de nature différente, même si leur origine est la même, puisque tous sont issus de la ceinture des Hautes Pressions tropicales.

2.1.1. Tantôt, il s'agit d'un **alizé maritime**, originaire de l'anticyclone des Açores, qui balaie l'ensemble de la région. Il est frais et humide, à cause de son trajet maritime, mais demeure stable (pas de pluie). De direction dominante nord à nord-nord-ouest de Kaolack à Bissau - nord-nord-ouest à nord-ouest de Bissau à Conakry, sa vitesse moyenne, plus faible au nord (entre 2 et 3 m/s de Kaolack à Ziguinchor avec des maxima qui dépassent rarement 4 m/s), s'accroît vers le sud (3,5 à 4 m/s à Bissau ; plus de 5 m/s à Conakry avec des maxima de 10 m/s). Le pourcentage des calmes - vents de vitesse inférieure à 0,5 m/s reste cependant plus faible en saison des pluies qu'en saison sèche, à l'instar des stations de Yundum et de Georgetown (tabl. 1 et 2).

2.1.2. Tantôt, c'est l'**harmattan** qui prédomine sur une bonne partie du secteur étudié (du Saloum à la Guinée Bissau en particulier dans les régions des bordures). Il s'agit d'un alizé continental issu de la face orientale de l'anticyclone maghrébin, sec et chargé de fines poussières. Il est instable mais n'apporte pas de pluie du fait de la siccité de l'air. L'origine des poussières atmosphériques qui envahissent la partie septentrionale des "Rivières du Sud" durant une bonne partie de la saison sèche est directement liée à la circulation de ces vents d'alizés continentaux. La direction de cet harmattan reste constante -NE à ENE et E- avec une tendance E plus nette dans les stations septentrionales (Kaolack, Georgetown, Ziguinchor) parallèlement à des vitesses relativement plus marquées par rapport au reste de la saison (jusqu'à 3/3,5 m/s, tabl. 1-2). Les stations plus méridionales (Boffa, Conakry, Forécariah) sont cependant nettement moins concernées par ce flux d'harmattan à cause de leur éloignement et de la présence des reliefs du Fouta Djallon (pourcentage des observations inférieur à 11% sur la côte entre janvier et avril).

2.2. Dès les mois d'avril/mai se manifeste la **saison des pluies** dans les stations méridionales des "Rivières du Sud", alors que le début de cette saison est plus tardif dans les stations septentrionales. La prédominance des vents d'ouest, sud-ouest à sud-sud-ouest est alors nette (fig. 6 et 7) l'ensemble de la région est progressivement couverte par la mousson (août étant le mois de remontée maximum du F.I.T.). La proportion des calmes, nettement plus marquée durant cette période, corrobore la faiblesse des vitesses enregistrées -entre 0,9 et 2 m/s au nord ; 4 et 6 m/s au sud-. Cependant, des coups de vent et pointes de vitesse sont enregistrés durant cette saison dans les stations au sud de Bissau où de fortes perturbations se manifestent.

Deux gradients de vitesse des vents semblent donc prédominer dans cette région côtière des "Rivières du Sud" :

- Un gradient nord-sud avec des vitesses moyennes de l'ordre de 3 à 5 m/s ou plus, de la station de Kaolack à celle de Conakry.
- Un gradient est-ouest, des bordures de l'estuaire à la côte. Si ce dernier gradient s'explique par la nature plus forte des flux dans les régions littorales qu'à l'intérieur du continent (P. Michel, 1973), le gradient nord-sud indique que, localement dans le sud, les perturbations sont bien plus importantes qu'au nord, avec des maxima enregistrés qui dépassent parfois 10 à 12 m/s, notamment en saison des pluies comme c'est le cas à Conakry.

Par ailleurs, deux phénomènes, de par leur ampleur particulièrement notable dans les mécanismes des vents méritent aussi d'être mentionnés ; il s'agit :

- + des lithométéores qui se manifestent plus rarement dans les régions méridionales des "Rivières du Sud", mais qui se sont exacerbés ces dix dernières années dans la région située nord de la Guinée Bissau. Ces vents apparaissent par leur durée et leur force comme l'un des

Tableau 1 - Résumé des observations de vitesses et de directions de vent -  
Station de Yundum (1970 - 1979)

MOIS	OBSERVATION DE VITESSES DE VENTS										Direction des vents en pourcentages							
	Vitesse moyenne en m/s	Vitesse maximum en m/s	Vitesse en m/s							Calme	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N
			0	0,5/1,5	2/2,5	3/3,5	>4											
Janvier	2,7	2,5	0	23	68	9	0	0	23	22	18	5	0	0	1	13	18	
Février	3,1	2,5	18	69	13	0	0	18	21	11	4	0	0	0	3	21	22	
Mars	3,6	2,5	12	69	19	0	0	12	17	6	3	0	1	5	29	27		
Avril	3,6	2,5	10	70	20	0	0	10	8	3	1	0	4	9	38	27		
Mai	3,3	2,5	11	72	17	0	0	11	4	1	1	1	1	4	18	46	14	
Juin	3,15	3	18	67	15	0	0	18	1	1	1	3	8	31	31	6		
Juillet	2,6	3	28	60	12	0	0	28	2	2	3	4	9	24	24	4		
Août	2,45	3	33	59	6	0	0	33	2	3	5	7	13	20	26	3		
Septembre	1,8	3	40	55	5	0	0	40	3	3	6	6	8	13	15	6		
Octobre	1,45	3	49	49	2	0	0	49	4	2	3	2	5	12	16	7		
Novembre	1,55	2	46	52	2	0	0	46	11	9	4	0	1	5	12	12		
Décembre	2,35	2	27	67	6	0	0	27	23	14	6	0	0	1	12	17		

Source : Service Hydrométéorologique de Banjul (Gambie)

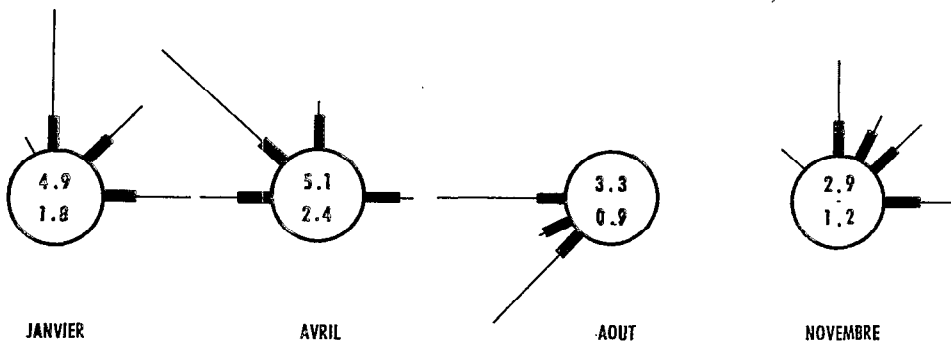
Tableau 2 - Résumé des observations de vitesses et de directions de vent -  
Station de Georgetown (1976 - 1983)

MOIS	OBSERVATION DE VITESSES DE VENTS										Direction des vents en pourcentages							
	Vitesse moyenne en m/s	Vitesse maximum en m/s	Vitesse en m/s							Calme	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N
			0	0,5/1,5	2/2,5	3/3,5	>4											
Janvier	2,15	2	18	77	5	0	0	18	14	15	15	10	6	3	6	13		
Février	1,85	2	11	86	3	0	0	11	17	16	12	5	5	6	16	12		
Mars	2	2	7	90	3	0	0	7	14	11	10	11	7	5	13	21		
Avril	2	2	5	92	3	0	0	5	9	7	11	6	9	18	23	12		
Mai	1,95	2	4	90	6	0	0	4	8	7	11	8	15	13	24	16		
Juin	2,45	2	5	87	8	0	0	5	6	5	13	11	22	17	15	6		
Juillet	1,95	4	6	89	5	0	0	6	7	5	16	12	20	16	13	5		
Août	1,8	2	9	89	2	0	0	9	5	5	16	12	24	11	12	6		
Septembre	1,75	3	13	86	1	0	0	13	4	8	18	11	15	12	13	6		
Octobre	3,85	2	19	81	0	0	0	19	5	5	12	10	16	9	17	7		
Novembre	1,7	2	23	77	0	0	0	23	8	9	16	7	12	6	14	5		
Décembre	1,9	2	23	75	2	0	0	23	14	9	15	6	10	4	13	6		

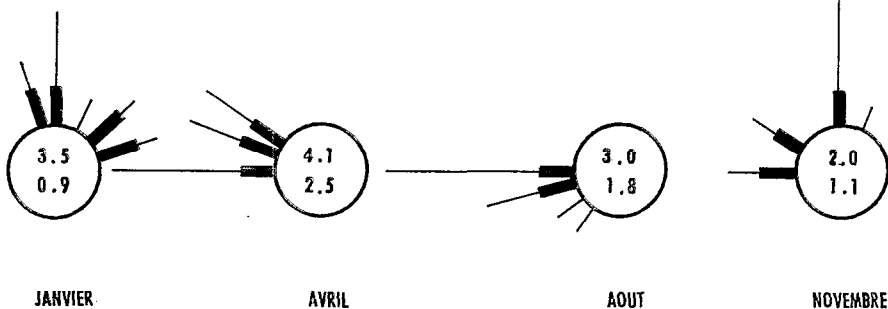
Source : Service Hydrométéorologique de Banjul (Gambie).

Fig. 6 ANEMOGRAMMES FREQUENCE ET DIRECTIONS DES VENTS AU SOL.

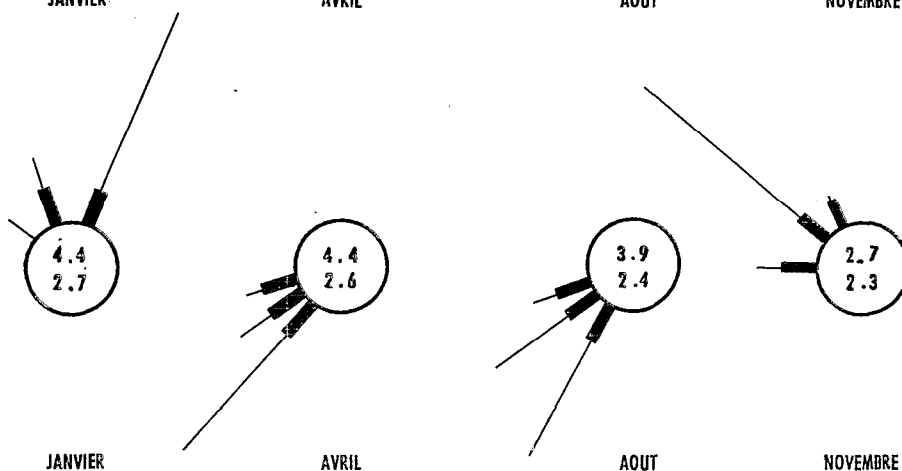
**KAOLACK**  
(1960-1970)  
14° 08' Lat. N



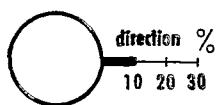
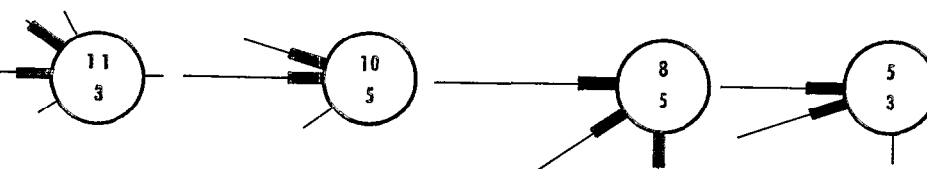
**ZIGUINCHOR**  
(1960-1970)  
12° 35' Lat. N



**BISSAO**  
(1960-1970)  
11° 51' Lat. N



**CONAKRY**  
(1960-1970)  
09° 30' Lat. N

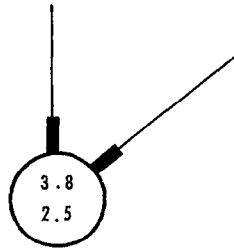


Les chiffres au centre du cercle indiquent les vitesses maximum et minimum enregistrées en m/s. La longueur des segments calculée à partir du cercle est proportionnelle à la fréquence.

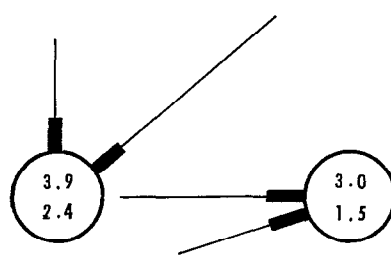
( Sources : ASECNA - Service Météorologique National de la Guinée-Bissao -  
Météorologie Nationale de la République de Guinée. )

Fig. 7 - ANEMOGRAMMES FREQUENCE ET DIRECTIONS DES VENTS AU SOL.

KAOLACK  
(1971-1982)  
14° 08' Lat N

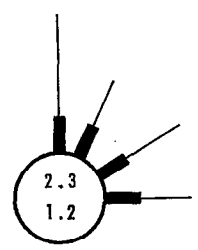


JANVIER



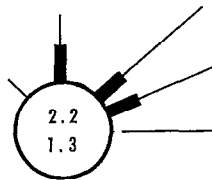
AVRIL

AOUT



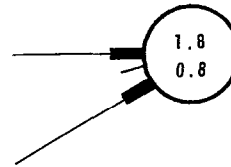
NOVEMBRE

ZIGUINCHOR  
(1971-1982)  
12° 35' Lat N



JANVIER

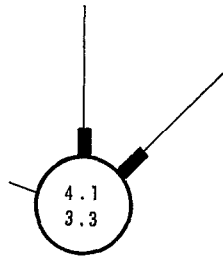
AVRIL



AOUT

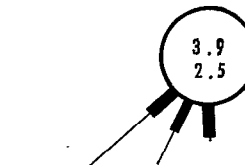
NOVEMBRE

BISSAO  
(1971-1980)  
11° 51' Lat N



JANVIER

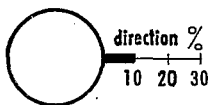
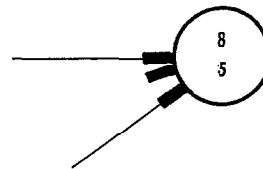
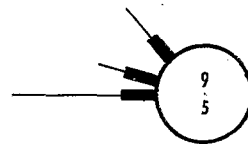
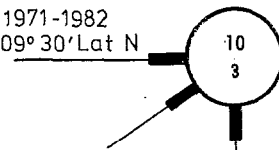
AVRIL



AOUT

NOVEMBRE

CONAKRY  
1971-1982  
09° 30' Lat N



Les chiffres au centre du cercle indiquent les vitesses maximum et minimum enregistrées en m/s.  
La longueur des segments calculée à partir du cercle est proportionnelle à la fréquence.

( Sources ; ASECNA - Service Météorologique National de la Guinée-Bissao -  
Météorologie Nationale de la République de Guinée. )



éléments essentiels de l'aridité, réduisant fréquemment la visibilité et entraînant en outre un placage substantiel du matériel éolien sur les unités géomorphologiques en place<sup>18</sup>. Leur efficacité morphogénétique est d'autant plus grande que les diamètres des particules soulevées sont de l'ordre de 0,062 à 0,048 mm - A.A. Diallo (1983).

+ des phénomènes de brises de terre et de mer déjà mentionnés. Si la brise de terre, qui souffle la nuit, contribue à rendre plus efficace les directions des vents variant du nord à l'est-nord-est notamment en saison sèche (Guinée Bissau et stations plus septentrionales), la brise de mer, elle, intervient dans l'alternance et le renforcement des vents de mousson, plus particulièrement au sud de la côte sénégalienne ; ce qui met l'accent sur la prépondérance de la direction SSW, W et NW. C'est surtout en fin d'après-midi que ce type de brise diurne s'intensifie mais elle disparaît en général aussi vite qu'elle s'est formée (M. Leroux, 1983).

L'une des premières conséquences est que le rôle morphogénétique des vents, malgré la faiblesse relative des vitesses enregistrées, semble être plus important en saison sèche dans le nord des "Rivières du Sud" où le déficit pluviométrique est nettement plus accentué. Les effets de déflation éolienne qui en résultent, sont d'autant plus notables que la saison s'y prête : le couvert végétal est desséché, pratiquement inexistant sur les bordures des estuaires, le sol est dénudé ; l'humidité de l'air et du sol étant au minimum. En ce sens, la recrudescence des phénomènes éoliens, qui participe dans le nord à la mise en place et à l'évolution de certaines formes de saison sèche (lunettes et "pseudolunettes") introduit déjà une opposition entre deux grandes régions dans la mesure où ces formations actuelles à subactuelles n'ont pas été identifiées dans les régions au sud de Bissau.

Ces phénomènes éoliens se manifestent non seulement par un enlèvement des matériaux fins des horizons superficiels mais aussi par une accumulation de ces particules fines dans les couches de sédiments superficiels (tannes nus, remaniement éolien des cordons sableux dénudés...). Ils ont été bien mis en évidence dans le Saloum et traduisent une péjoration des conditions climatiques qui n'a cessé de s'accroître au cours de ces quinze dernières années.

Une autre conséquence particulièrement nette de l'efficacité morphogénétique des vents, notamment par ses effets mécaniques au niveau de la végétation, apparaît dans les mangroves très dégradées de la bordure nord des "Rivières du Sud" ; par exemple à l'ouest de Foundiougne, les effets du vent se traduisent par des lésions cellulaires très prononcées dans les tissus des plantes et une déchirure macroscopique des feuilles de palétuviers, d'autant plus marquées que le taux de salinité dans la région, atteint des proportions considérables - Rapport EPEEC (déc. 1982).

### 3. LES PRÉCIPITATIONS

La circulation des différents flux étudiés, en particulier la pénétration des vents de mousson provenant du sud-sud-ouest en rapport avec la progression vers le nord du F.I.T., commande le régime des précipitations dans la région des "Rivières du Sud" (répartition et dynamique). La concentration quasi-totale des précipitations entre mai et novembre laisse entrevoir trois grandes zones de répartition avec une durée de la mousson qui diminue du sud (domaine libéro-guinéen) au nord (région du Bas-Saloum)<sup>19</sup> (voir chapitre 1). La pluviométrie revêt trois formes principales : des orages isolés, des lignes de grains et des pluies continues. D'après les moyennes calculées pour la période 1951/1980 (M. Leroux, 1983) ce domaine des "Rivières du Sud" s'inscrit entre les isohyètes 3 500 à 4 000 mm (littoral de Conakry) et 600 mm au nord de Kaolack. Ces données, recueillies dans les différentes stations qui s'échelonnent depuis Conakry jusqu'à Kaolack (stations synoptiques, climatiques et pluviométriques), permettent d'étudier avec plus de précision les précipitations moyennes et leur grande variabilité, leur

---

<sup>18</sup> - Dépôt éolien de quelques mm.

<sup>19</sup> - En effet, la durée de la mousson qui dépasse sept mois sur le littoral libéro-guinéen devient inférieure à trois mois dans le Bas Saloum.

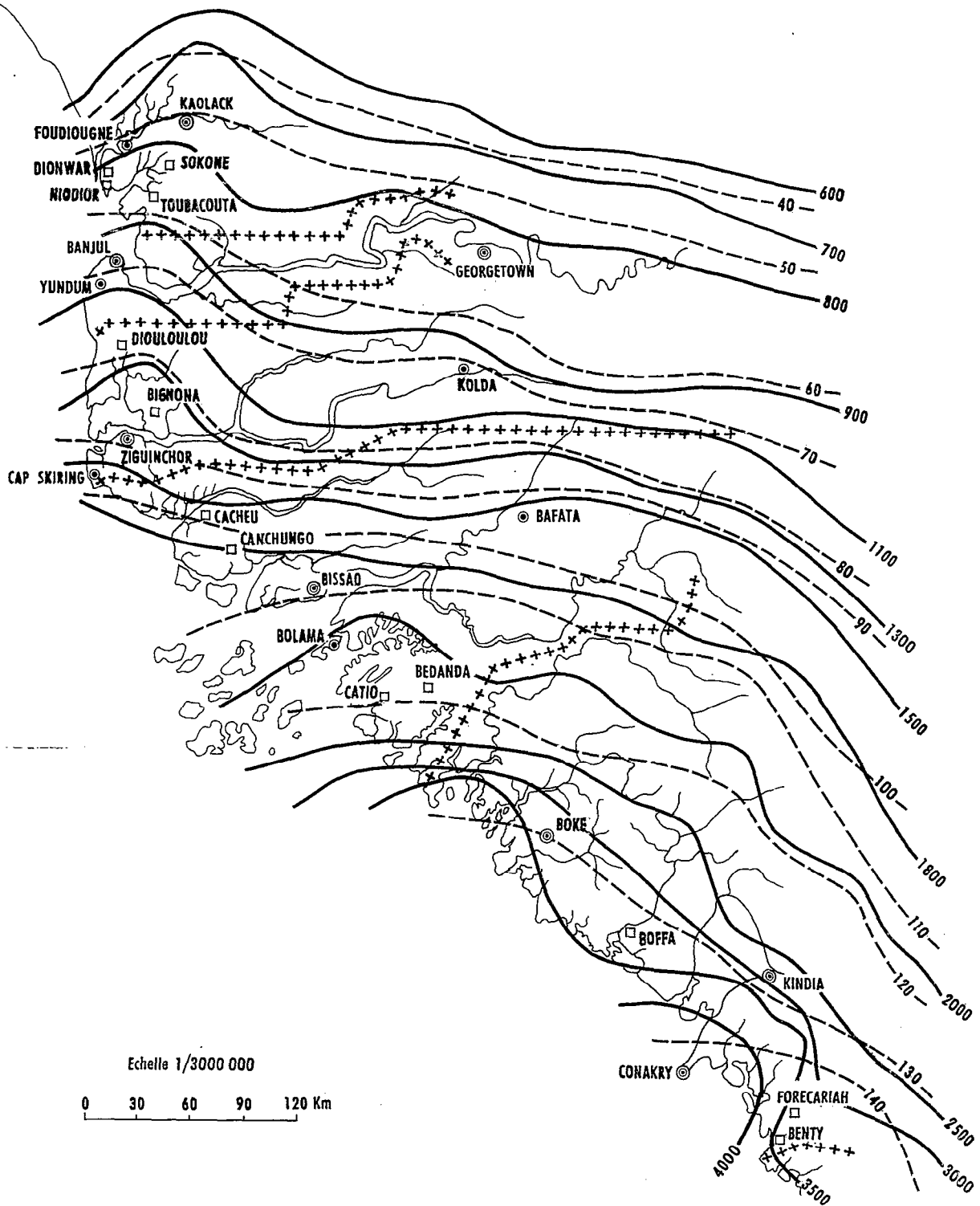


Fig. 8 - VARIATION DES PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES DU SUD DE LA REP. DE GUINEE AU NORD DU SALOUM (1953-1983)

LEGENDE

- ⊙ Station synoptique
- ⊙ Station climatique
- Poste pluviométrique

900 — Isohyète en mm

120 - - - Nombre de jours de pluie

(Sources : d'après M. LEROUX Atlas le Climat de l'Afrique Tropicale 1983 complétées avec les données des Services Météorologiques du Sénégal, de la Gambie, de la Guinée-Bissao et de la Rép. de Guinée)

distribution mensuelle et journalière, leur intensité et irrégularité interannuelle, mettant ainsi en évidence la péjoration climatique qui a affecté la région durant ces deux dernières décennies.

### 3.1. Les précipitations moyennes mensuelles et leur distribution journalière

Le facteur répartition des pluies constitue une donnée importante. Selon A. Cornet (1976) : "En écologie ou en agronomie, la répartition des pluies revêt un caractère essentiel car elle permet de connaître la période humide et partant, la durée de la saison favorable à la croissance des végétaux". Des résultats comparables, en ce qui concerne la répartition par mois et le nombre de jours de pluie calculés en pourcentage, apparaissent dans les tableaux établis pour les stations de la région (tabl. 3). Plus de 80% des pluies se concentrent entre juillet et septembre dans les stations du nord - comme à Kaolack (tabl. 3), entre juillet et octobre dans les stations plus au sud - comme à Forécariah.

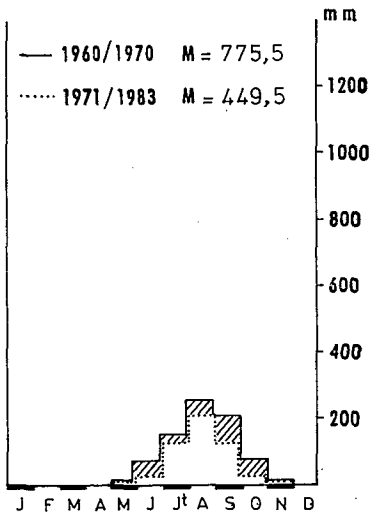
En plus de l'inégalité des précipitations moyennes mensuelles des stations étudiées (fig. 8 et tabl. 3 et 4), un contraste très net est mis en évidence quant aux totaux annuels entre les stations septentrionales et méridionales (fig. 8). Il apparaît clairement que le climat - la pluviométrie en particulier - varie de manière considérable avec la latitude. Pour douze stations concernées, le tableau 4 montre des différences de pluviométrie énormes entre les stations extrêmes nord et sud. Les rapports des normales calculés sur 30 ans entre les stations synoptiques et pluviométriques de Conakry et Forécariah d'une part, de Kaolack et Foundiougne d'autre part donnent des résultats supérieurs à 4,8 dans l'un des cas, 5,7 dans l'autre cas indiquant des totaux annuels substantiels dans les premières stations, au sud et une pluviométrie très faible qui ne cesse de diminuer dans le nord. L'étude des régimes pluviométriques comparés de la région est assez éloquente à cet égard (fig. 9).

A une concentration des précipitations sur quelques mois (-de mai à octobre à Conakry, Forécariah- de juin à octobre à Catio, Bolama, Bissau, Oussouye- de juin à septembre à Banjul, Georgetown, Kaolack...), s'ajoute une importance relative de la pluviosité en fonction des mois dans tout le domaine concerné. Le mois d'août est toujours le mois le plus pluvieux (tableau 3) suivi du mois de juillet, en particulier dans les stations méridionales, même si l'importance du mois de septembre semble s'être récemment renforcée (M. Sall, op. cit.). C'est dire que durant la période humide, les phénomènes d'érosion hydrique et autres processus pédogénétiques sont particulièrement favorisés tout comme la recharge des nappes et l'alimentation en eau des principaux cours d'eau.

Pour l'étude de la *répartition journalière des pluies*, deux années ont été choisies à titre d'exemple - 1961, située dans une décade pluvieuse - 1981, dans une décade plus sèche (fig. 10 & 11). Dans ces deux exemples, les mois d'août d'abord, septembre et juillet ensuite, concentrent le plus grand nombre de jours de pluie. Cependant, cette constatation appelle deux remarques :

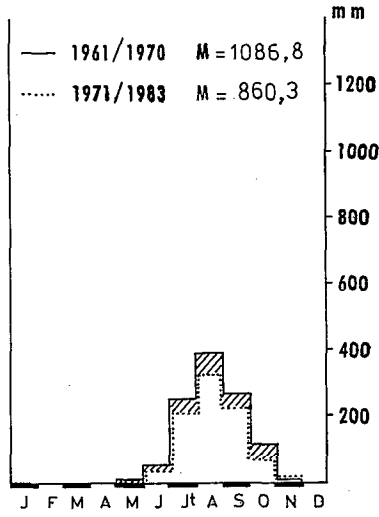
- . Au nord - stations de Kaolack, Banjul, Ziguinchor... -, les pluies abondantes et régulières du mois d'août revêtent plus le caractère de pluies continues avec une faiblesse relative de leur hauteur : il s'agit souvent de pluies liées à la Z.I.C., alors qu'en juillet et septembre, les orages associés aux lignes de grains sont plus fréquents avec des vents particulièrement forts dans les stations les plus méridionales.
- . Au sud, compte tenu du décalage du maximum pluviométrique (plus précoce que dans le nord - en juillet-), les fortes perturbations, auxquelles sont liés les orages, se manifestent en août. Il est courant, durant cette période, d'enregistrer des hauteurs de précipitations qui dépassent 100 à 150 mm en 24 h, en juillet et août (tabl. 12 à 15).

Les effets sur la morphogénèse de cette concentration des précipitations en deux ou trois mois sont tout à fait impressionnants dans les régions guinéennes, particulièrement dans les régions des bordures où les pentes sont fortes ; on y observe une érosion mécanique intense avec creusement de véritables ravins de plusieurs dizaines de centimètres de profondeur.



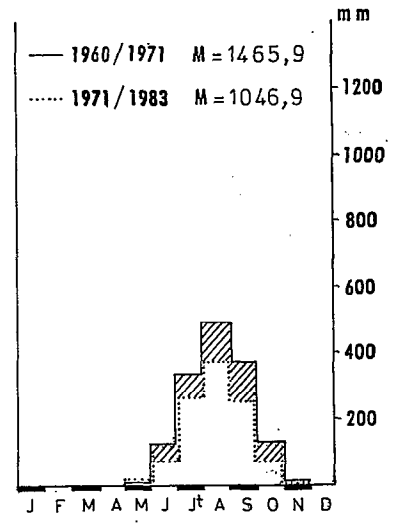
**KAOLACK**

NB: M entre 1950 et 1959 = 922,1 mm  
14° 08' Lat. N.



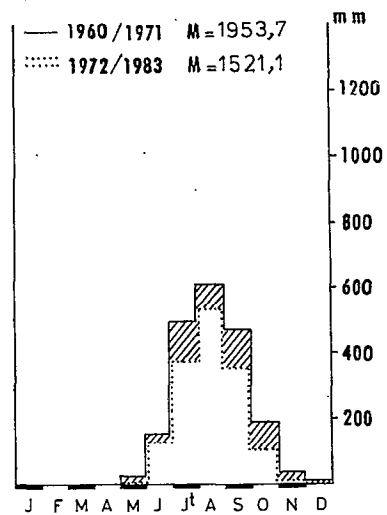
**BANJUL**

NB: M entre 1950 et 1959 = 1225,6 mm  
13° 27' Lat. N.



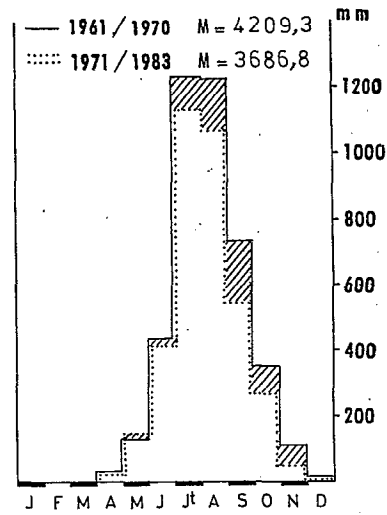
**ZIGUINCHOR**

NB: M entre 1950 et 1959 = 1613,9 mm  
12° 35' Lat. N.



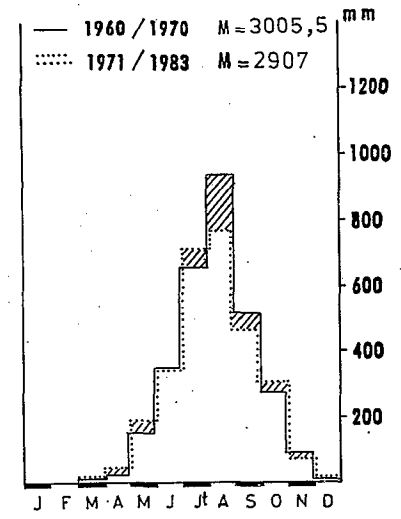
**BISSAO**

NB: M entre 1950 et 1959 = 2037,5 mm  
11° 51' Lat. N.



**CONAKRY**

NB: M entre 1950 et 1959 = 4292,3 mm  
09° 30' Lat. N.



**FORECARIAH**

NB: M entre 1950 et 1959 = 4057,8 mm  
09° 26' Lat. N.

M = moyenne pluviométrique annuelle pour la période considérée exprimée en mm

Fig. 9 - REGIMES PLUVIOMETRIQUES COMPARES A DIFFERENTES STATIONS

Tableau 3 - Répartition moyenne mensuelle des pluies en %

Paramètres : Mx = Moyenne - E.T. = Ecart-type - S = Pourcentage calculé par rapport à la Normale

STATIONS	Normale/ou Moyenne pour la période considérée	Paramètres calculés	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
KAOLACK 14°08' Lat.N.	1954/1983 659,2 mm	Max en mm	-	-	50,8	133,3	242,6	168,9	50,2	-	-
		E.T en mm	-	-	36,7	76,9	113,3	71	50,5	-	-
		S en %	-	-	7,7	20,2	36,8	25,6	7,6	-	-
*FOUNDIOUGNE 14°07' Lat.N.	1954/1983 681,4 mm	Max en mm	-	-	43,8	138,9	267,4	201,4	45,2	-	-
		E.T en mm	-	-	38,8	85,9	101	99,5	39,9	-	-
		S en %	-	-	6,4	20,4	38,2	28,5	6,6	-	-
GEORGETOWN 13°32' Lat.N.	1954/1983 854,2 mm	Max en mm	-	-	92,9	192,2	260,3	210,6	80,1	-	-
		E.T en mm	-	-	60,2	62,6	114,5	92,2	70,9	-	-
		S en %	-	-	10,9	22,5	30,5	24,7	9,4	-	-
BANJUL 13°27' Lat.N.	1954/1983 1000,8 mm	Max en mm	-	-	58,5	230,7	376,9	240,6	83,9	-	-
		E.T en mm	-	-	44,2	95,2	170,6	104,9	76,2	-	-
		S en %	-	-	5,8	23,1	37,7	24	8,4	-	-
*DIOULOULOU 13°02' Lat.N.	1954/1983 1227,2 mm	Max en mm	-	-	69,9	300,7	462,7	295,9	86,4	-	-
		E.T en mm	-	-	59,9	126,1	159,5	135,1	54,5	-	-
		S en %	-	-	5,7	24,5	37,7	24,1	7	-	-
*BIGNONA 12°50' Lat.N.	1954/1983 1221,7 mm	Max en mm	-	-	105,5	299,2	412,2	284,4	99,9	-	-
		E.T en mm	-	-	64,7	113,4	187,8	118,9	69,9	-	-
		S en %	-	-	8,6	24,5	33,7	23,3	8,2	-	-
ZIGUINCHOR 12°35' Lat.N.	1954/1983 1348,1 mm	Max en mm	-	5,5	115,2	321,1	456,1	323,6	116,3	7,7	-
		E.T en mm	-	7,8	71,4	109,4	166,2	109,2	76,5	14,4	-
		S en %	-	0,4	8,5	23,8	33,8	24	8,6	0,6	-
OUSSOUYE 12°30' Lat.N.	1954/1983 1377,6 mm	Max en mm	-	4,9	97,7	371,8	458,7	322,8	117,1	8,9	1,5
		E.T en mm	-	7,4	69	151,5	146,1	119,9	73,3	17,5	3,6
		S en %	-	0,4	7,1	26,9	33,3	23,4	8,5	0,6	0,1
BAFATA 12°10' Lat.N.	1954/1983 1452,4 mm	Max en mm	-	30,4	161,1	317,4	412,2	337,9	165,9	22,7	-
		E.T en mm	-	26,9	84,4	98,9	137,9	93,2	72,6	31,1	-
		S en %	-	2,1	11,1	21,8	28,4	23,3	11,4	1,5	-
BISSAU 11°51' Lat.N.	1954/1983 1807,7 mm	Max en mm	-	23,9	154,5	438,7	592,9	389,6	175,4	28,4	1,09
		E.T en mm	-	24,4	64,9	166,5	157,9	127,6	82,4	41,3	5,04
		S en %	-	1,3	8,5	24	32,8	21,5	9,7	1,6	0,1
BOLAMA 11°35' Lat.N.	1954/1983 2211,6 mm	Max en mm	-	30,5	217,7	594,8	727,6	418,1	197,7	34,8	-
		E.T en mm	-	30,7	107,2	208,2	201,8	107	113,2	49,2	-
		S en %	-	1,3	9,7	26,8	32,8	18,8	8,8	1,5	-
*BEDANDA (Catio) 11°17' Lat.N.	1955/1981 2221,8 mm	Max en mm	-	41	230,6	547,4	680,9	454,8	221,6	39,2	-
		E.T en mm	-	28,8	72,9	166,9	245,2	167,4	108,6	44,7	-
		S en %	-	1,8	10,4	24,6	30,6	20,4	9,9	1,8	-
*BOKE 10°48' Lat.N.	1961/1983 2358,5 mm	Max en mm	-	101,8	254,1	199,9	623,8	484,6	315,4	68,9	-
		E.T en mm	-	52,6	84,4	114	199,6	94,2	119,7	60,3	-
		S en %	-	4,3	10,8	21,2	26,4	20,5	13,4	2,9	-
*KINDIA 10°03' Lat.N.	1961/1980 1989,3 mm	Max en mm	46,3	192,2	266,6	363,5	473,4	364,7	230	44,7	-
		E.T en mm	44,6	72,3	58,3	70,3	81,5	99,5	68,5	33,6	-
		S en %	2,3	9,7	12,4	18,3	23,8	18,3	11,5	2,2	-
*CONAKRY 9°34' Lat.N.	1961/1983 3914,2 mm	Max en mm	27	142,9	419,5	1174	1136	626,5	302,6	79,5	-
		E.T en mm	27,2	67	131,1	255,6	313	189,2	115,4	50,4	-
		S en %	0,7	3,6	10,7	29,9	29	16	7,7	2	-
FORECARIAH 9°26' Lat.N.	1954/1983 3213,4 mm	Max en mm	38,6	178,9	356,9	753,4	898,9	516,5	314,9	106,5	-
		E.T en mm	38,2	90,4	118,6	248,2	287,2	177,3	116,5	91,1	-
		S en %	1,2	5,3	11	22,4	27,9	15,1	9,6	2,3	-

\* Stations avec des données manquantes

Tableau 4 - Ecart pluviométrique entre les moyennes et les maxima et minima enregistrés dans 12 stations des "Rivières du Sud"

STATIONS	Moyennes	Maximum absolu enregistré	Minimum absolu enregistré	Ecart maximum calculé	Ecart entre la moyenne et les maxima * et minima ** absolus
KAOLACK 14°08' Lat.N.	Sur 30 ans (1954-1983) 659,2 mm	1958 1050,3 mm	1983 303,7 mm	746,6 mm	+391,1 mm* -355,5 mm**
	Sur 20 ans (1964-1983) 641,0 mm	1964 990,3 mm	1983 303,7 mm	686,6 mm	+349,3 mm* -337,3 mm**
	Sur 10 ans (1974-1983) 502,9 mm	1982 654,3 mm	1983 303,7 mm	350,6 mm	+151,4 mm* -199,2 mm**
GEORGETOWN 13°32' Lat.N.	Sur 30 ans (1954-1983) 854,2 mm	1954 1243,8 mm	1983 437,5 mm	806,3 mm	+389,6 mm* -416,7 mm**
	Sur 20 ans (1964-1983) 794,3 mm	1965 1222,5 mm	1983 437,5 mm	785,0 mm	+428,2 mm* -356,8 mm**
	Sur 10 ans (1974-1983) 709,3 mm	1978 917,7 mm	1983 437,5 mm	480,2 mm	+479,6 mm* -271,8 mm**
BANJUL 13°21' Lat.N.	Sur 30 ans (1954-1983) 1000,8 mm	1958 1628,8 mm	1983 462,4 mm	1166,4 mm	+628,8 mm* -538,4 mm**
	Sur 20 ans (1964-1983) 928,8 mm	1967 1601,7 mm	1983 462,4 mm	1139,3 mm	+672,9 mm* -466,4 mm**
	Sur 10 ans (1974-1983) 814,4 mm	1976 1148,9 mm	1983 462,4 mm	686,5 mm	+334,5 mm* -352,0 mm**
ZIGUINCHOR 12°35' Lat.N.	Sur 30 ans (1954-1983) 1348,1 mm	1967 2006,5 mm	1980 698,5 mm	1308 mm	+658,4 mm* -649,6 mm**
	Sur 20 ans (1964-1983) 1237,3 mm	1967 2006,5 mm	1980 698,5 mm	1308 mm	+769,2 mm* -538,8 mm**
	Sur 10 ans (1974-1983) 1107,6 mm	1978 1512,4 mm	1980 698,5 mm	814,9 mm	+405,8 mm* -409,1 mm**
BAFATA 12°10' Lat.N.	Sur 30 ans (1954-1983) 1452,4 mm	1958 2121,3 mm	1983 907,9 mm	1213,4 mm	+668,9 mm* -544,5 mm**
	Sur 20 ans (1964-1983) 1366,9 mm	1978 1919,1 mm	1983 907,9 mm	1011,2 mm	+552,2 mm* -459,0 mm**
	Sur 10 ans (1974-1983) 1399,1 mm	1978 1919,1 mm	1983 907,9 mm	1011,2 mm	+520,0 mm* -491,2 mm**
BISSAU 11°51' Lat.N.	Sur 30 ans (1954-1983) 1807,7 mm	1958 2783,9 mm	1977 980,1 mm	1803,8 mm	+976,2 mm* -827,6 mm**
	Sur 20 ans (1964-1983) 1690,0 mm	1964 2302,4 mm	1977 980,1 mm	1322,3 mm	+612,4 mm* -709,9 mm**
	Sur 10 ans (1974-1983) 1539,6 mm	1975 1895,6 mm	1977 930,1 mm	915,5 mm	+356,0 mm* -559,5 mm**

BOLAMA 11°35' Lat.N.	<i>Sur 30 ans</i> (1954-1983) 2216,6 mm	1958 3385,6 mm	1977 1129,4 mm	2256,2 mm	+1169,0 mm* -1087,2 mm**
	<i>Sur 20 ans</i> (1964-1983) 2074,6 mm	1976 2940 mm	1977 1129,4 mm	1810,6 mm	+865,4 mm* -945,2 mm**
	<i>Sur 10 ans</i> (1974-1983) 1989,6 mm	1976 2940 mm	1977 1129,4 mm	1810,6 mm	+957,4 mm* -853,2 mm**
***BEDANDA (Région de Catio) 11°17' Lat.N.	<i>Sur 27 ans</i> (1955-1981) 2221,8 mm	1978 3319,2 mm	1980 1101,5 mm	2217,7 mm	+1097,4 mm* -1120,3 mm**
	<i>Sur 20 ans</i> (1962-1981) 2124,1 mm	1978 3319,2 mm	1980 1101,5 mm	2217,7 mm	+1195,1 mm* -1022,6 mm**
	<i>Sur 10 ans</i> (1972-1981) 1818,7 mm	1978 3319,2 mm	1980 1101,5 mm	2217,7 mm	+1500,5 mm* -717,2 mm**
***BOKE 10°484 Lat.N.	<i>Sur 23 ans</i> (1961-1983) 2358,5 mm	1964 3347 mm	1977 1675 mm	1672 mm	+988,5 mm* -683,5 mm**
	<i>Sur 20 ans</i> (1964-1983) 2438,4 mm	1964 3347 mm	1977 1675 mm	1672 mm	+908,6 mm* -763,4 mm**
	<i>Sur 10 ans</i> (1974-1983) 2253,0 mm	1976 2675 mm	1977 1675 mm	1000 mm	+422 mm* -578 mm**
	<i>Sur 30 ans</i> (1954-1983)		Données	incomplètes	
***KINDIA 10°03' Lat.N.	<i>Sur 20 ans</i> (1961-1980) 1989,3 mm	1962 2286 mm	1980 1657 mm	629 mm	+296,5 mm* -332,3 mm**
	<i>Sur 10 ans</i> (1971-1980) 1849,7 mm	1975 2090 mm	1980 1657 mm	433 mm	+240,3 mm* 192,7 mm**
***CONAKRY 9°34' Lat.N.	<i>Sur 23 ans</i> (1954-1983) 3914,2 mm	1961 5346 mm	1968 2972 mm	2374 mm	+1431,8 mm* -942,2 mm**
	<i>Sur 20 ans</i> (1964-1983) 3855,5 mm	1964 4953 mm	1968 2972 mm	1981 mm	+1097,5 mm* -883,5 mm**
	<i>Sur 10 ans</i> (1974-1983) 3768,6 mm	1976 4414 mm	1981 3407,3 mm	1006,7 mm	+645,4 mm* -361,3 mm**
FORECARIAH 9°26' Lat.N.	<i>Sur 30 ans</i> (1954-1983) 3213,4 mm	1959 5150 mm	1965 2493 mm	2665 mm	+1944,6 mm* -720,4 mm**
	<i>Sur 20 ans</i> (1964-1983) 2896,1 mm	1969 3670 mm	1965 2493 mm	1177 mm	+773,9 mm* -403,1 mm**
	<i>Sur 10 ans</i> (1974-1983) 2935,7 mm	1978 3232 mm	1982 2610 mm	622 mm	+196,3 mm* -325,7 mm**

\*\*\* Stations avec des données incomplètes

Ces phénomènes expliquent, à bien des égards, l'importance des charges solides des fleuves côtiers des deux Guinées, notamment au sud du Rio Geba, et celle des panaches très turbides qui s'étendent loin dans les eaux marines, au large du plateau continental, et qui se poursuivent même en saison sèche.

**Tableau 5.- Pourcentage des précipitations du mois d'août par rapport aux pluies annuelles (période 1954/1983)**

Kaolack	Foundiougne	Georgetown	Banjul	Diouloulou	Ziguinchor	Ousouye
36,80%	38,20%	30,50%	37,70%	37,70%	33,80%	33,30%
Bafata	Bissau	Bolama	Boké	Conakry	Forécariah	
28,40%	32,80%	32,80%	26,40%	29,00%	27,90%	

**Tableau 6.- Rapport entre la normale (1954/1983) et la pluviométrie de la dernière décennie (1974/1983).**

Kaolack	Georgetown	Banjul	Ziguinchor	Bafata
1,31	1,2	1,23	1,22	1,04
*-23,7%/N	*-16,9%/N	*-18,6%/N	*-17,8%/N	*-3,7%/N
Bissau	Bolama	Conakry	Forécariah	
1,17	1,12	1,04	1,09	
*-14,8%/N	*-10,5%/N	*-3,7%/N	*-8,6%/N	

\* -23,7%/N = 23,7% de pluie de moins par rapport à la normale

### 3.2. L'irrégularité interannuelle et l'intensité de la pluviométrie

L'étude des courbes d'évolution de la pluviométrie dans sept stations différentes des "Rivières du Sud" ainsi que le tableau permettent de constater, par delà la succession des années humides et sèches, la tendance vers une baisse généralisée de la pluviométrie qui s'est confirmée avec l'année 1983 où des hauteurs exceptionnellement faibles ont été enregistrées, en particulier dans les stations les plus septentrionales. La figure 12 met l'accent sur l'évolution constante en "dents de scie" de la pluviométrie qui caractérise toutes les stations de la région, matérialisant ainsi la *très forte variabilité interannuelle des pluies* avec des rapports entre les minima et maxima absolus enregistrés durant la période 1954/1983, largement supérieurs à 3 dans les stations du nord, et à 1,5 dans les stations plus au sud (tabl. 8). C'est ainsi qu'à Kaolack, le maximum enregistré en 1958 : 1050,3 mm tombe à 303,7 mm en 1983 (tabl. 8).

Les mêmes observations sont valables pour les stations de Banjul et de Georgetown :

- . Maximum à Banjul : 1628 mm en 1958 - Minimum : 462,4 mm en 1983.
- . Maximum à Georgetown : 1243,8 mm en 1954 - Minimum : 437,5 mm en 1983 (tabl. 8).

Ces écarts demeurent donc impressionnants, avec cependant une relative pondération pour les stations situées au sud du Rio Geba :

- . Maximum à Bolama : 3385,6 mm en 1958 ; Minimum : 1129,4 mm en 1977.
- . Maximum à Boké : 3347,0 mm en 1964 ; Minimum : 1975 mm en 1977.
- . Maximum à Conakry : 5346 mm en 1961 ; Minimum : 2972 mm en 1968. (tabl. 8).



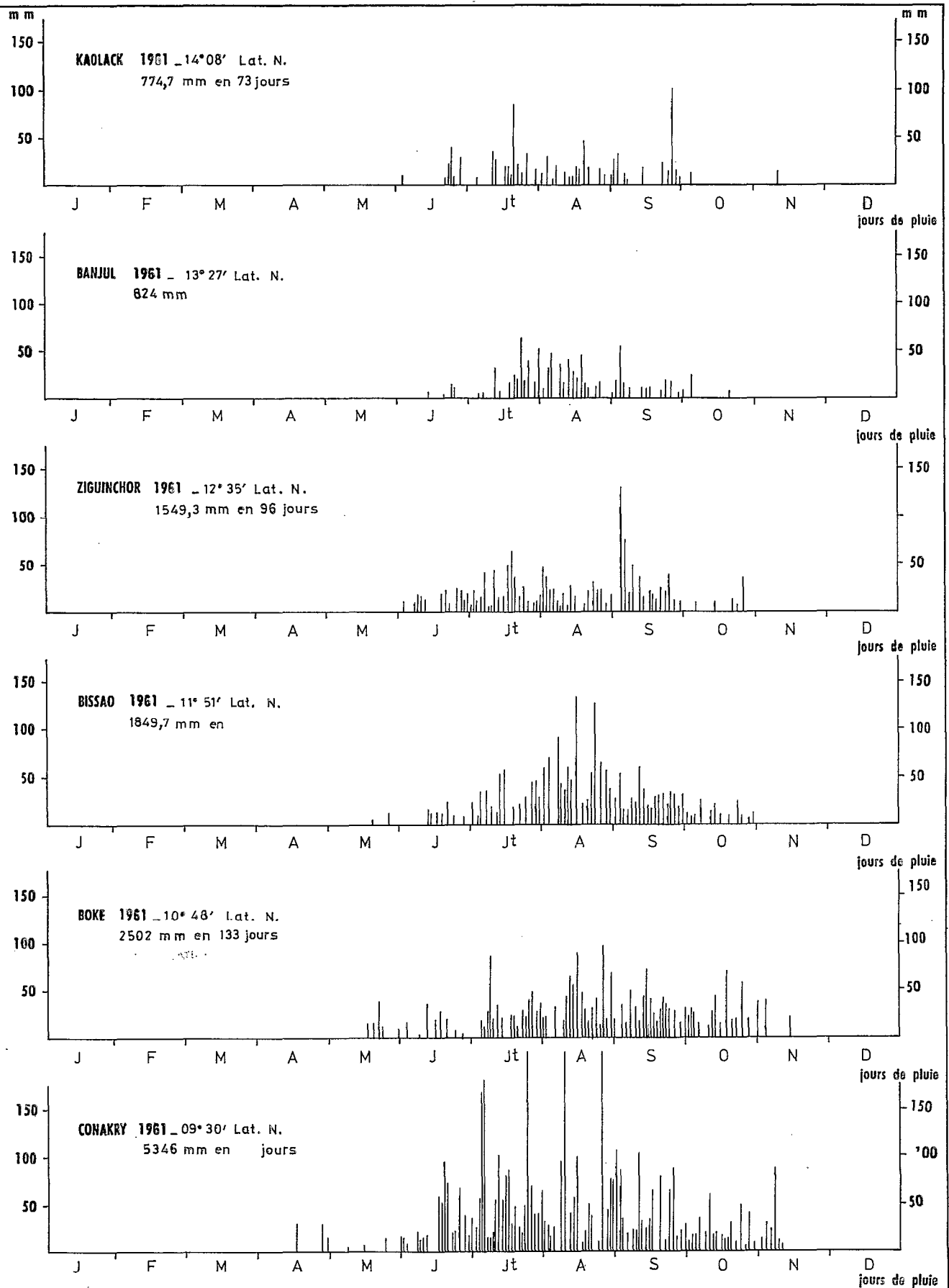


Fig. 10 — REPARTITION QUOTIDIENNE DES PLUIES

(Sources: Services Météorologiques Nationaux du Sénégal, de la Gambie, de la Guinée-Bissao et de la Rép. de Guinée)

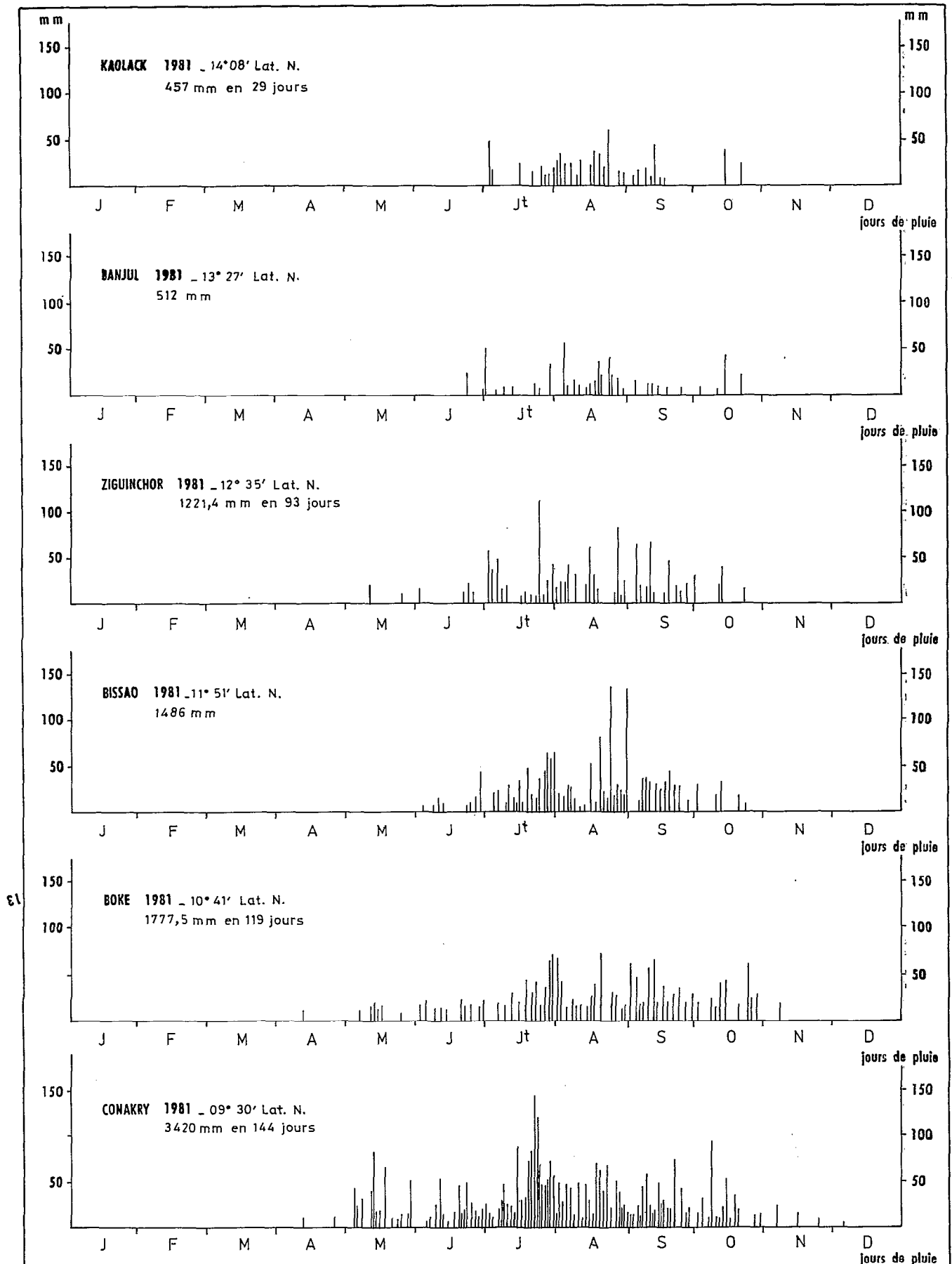


Fig. 11 - REPARTITION QUOTIDIENNE DES PLUIES

(Sources: Services Météorologiques Nationaux de Sénégal, de la Gambie, de la Guinée-Bissao et de la Rép. de Guinée)

Par ailleurs, le tableau 6 montre bien que la péjoration du climat s'accroît avec la latitude. Le rapport entre la moyenne pluviométrique de la dernière décennie (1974-1983) et la normale (1954-1983) varie de 1,04 à Conakry à 1,31 à Kaolack traduisant une diminution de la pluviométrie par rapport à la normale de 3,7% à 23,7% (tabl. 6). De même les tableaux 7 et 8 portant sur les variations de la hauteur annuelle des pluies, le nombre de jours de pluie ainsi que les rapports entre les maxima et minima absolus enregistrés par rapport à la normale sont assez démonstratifs : le rapport Q/N (tabl. 7) double systématiquement du nord au sud passant de 12,26 à Kaolack (lat. 14°08' nord) à 26,50 à Forécariah (9°26' Lat. nord). En plus de l'irrégularité interannuelle de la pluviométrie très marquée dans la région, une grande variabilité au sein des différentes stations a été relevée en particulier dans les stations plus septentrionales et continentales.

L'irrégularité pluviométrique va en s'accroissant des régions sud (Forécariah, Conakry...) aux régions nord (Georgetown, Kaolack, Foundiougne...) qui s'apparentent actuellement au domaine semi-aride.

Nul doute que les conséquences de l'irrégularité de la pluviométrie, avec une tendance fortement marquée vers une baisse généralisée, sont importantes sur la dynamique estuarienne, plus spécialement dans le nord qui subit le plus ces phénomènes de péjoration du climat.

Quelques conséquences peuvent être notées d'ores et déjà :

- la diminution voire l'inexistence d'apports d'eau douce à partir de l'amont pour des fleuves tels que le Saloum -et même la Casamance ces dernières années (1983)-, avec une accentuation des phénomènes de salinisation des cours d'eau ;
- la salinisation croissante des nappes phréatiques de toutes les unités géomorphologiques de ce domaine, et même une contamination des nappes dans la région de bordures ;
- la remontée de la limite tidale vers l'amont dans des fleuves tels que le Saloum, la Casamance et même le Rio Caheu, suite à la réduction de l'écoulement ;
- l'accentuation de la mortalité des mangroves du fait de la salinisation des eaux ;
- la disparition de certaines espèces tels que *Avicennia* et l'apparition des tannes vifs ;
- la recrudescence des phénomènes éoliens avec un accroissement de la mise en place, en bordure des aires de déflation, de formes typiques de bourelets éoliens : lunettes et "pseudolunettes", particulièrement dans le nord.

#### *L'intensité de la pluviométrie*

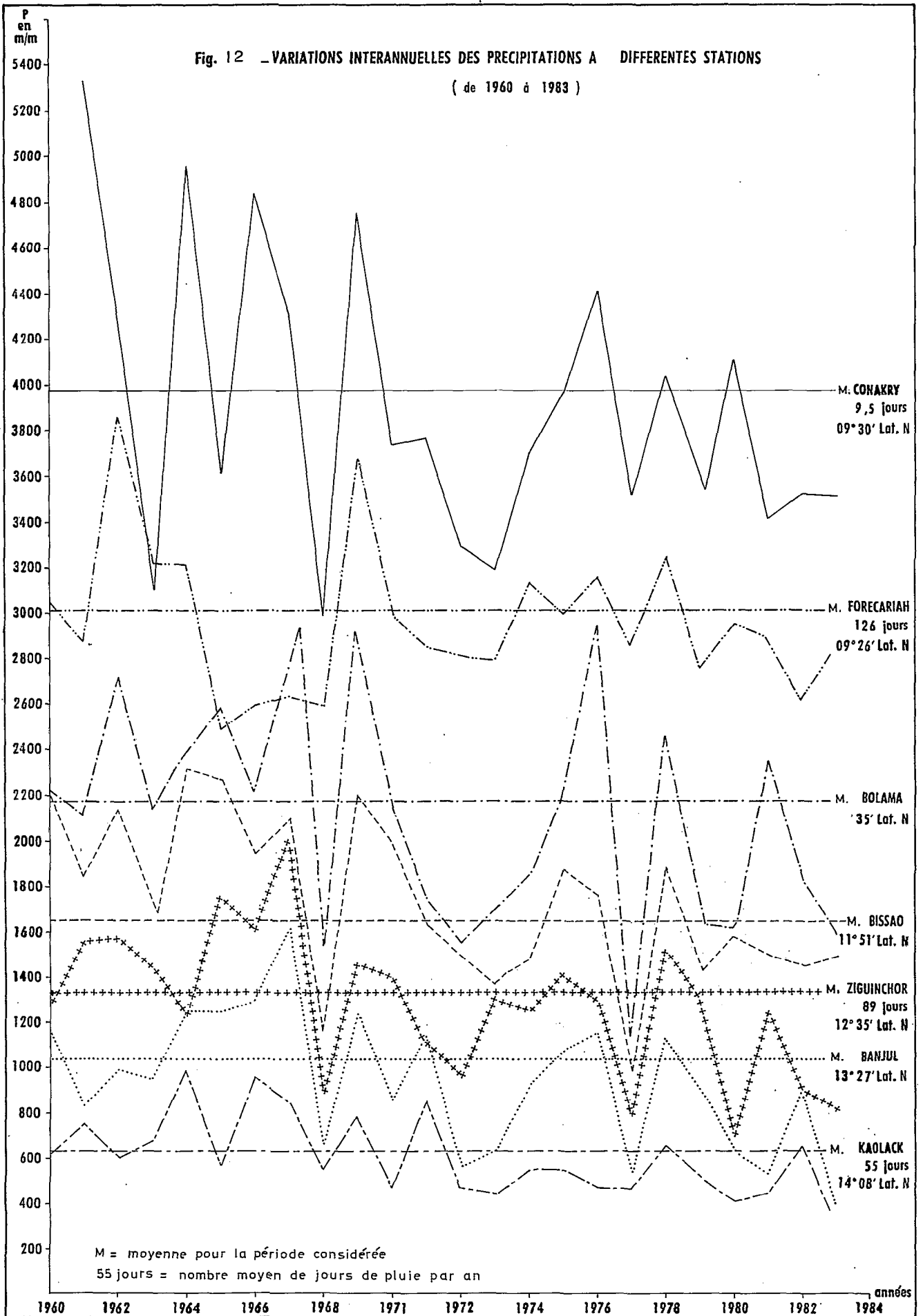
Ce sont avant tout "les intensités qui déterminent l'agressivité des pluies" (P. Michel, 1973). Ce facteur intervient en particulier dans les régions des bordures ; il varie avec la nature du sol, le relief, la pente mais dépend surtout du type de pluie.

D'après les diagrammes de pluies quotidiennes, les plus grosses précipitations (supérieures à 10 mm) tombent fin juillet/début août et fin août/début septembre (fig. 10 & 11), en particulier pour les stations de Conakry, de Boké, de Bissau et de Ziguinchor. Elles revêtent une forme orageuse ; ce qui explique l'ampleur des phénomènes de ruissellement et de ravinement qui s'étendent sur l'ensemble de ces régions, principalement sur les bordures. Dans un domaine aussi étendu en latitude que celui des "Rivières du Sud", où le gradient pluviométrique décroissant sud/nord, la concentration des pluies en quelques mois (juillet/août/septembre) ainsi que leur variabilité interannuelle ont été nettement mis en évidence. Des moyennes d'intensité des pluies exprimées en mm/heure ont été obtenues depuis 1977 pour différentes stations allant de Kaolack à Conakry (tabl. 9 à 15). Au-delà des valeurs remarquables enregistrées dans les stations situées dans le domaine méridional, qui indiquent leur grande efficacité érosive si l'on se réfère aux valeurs-seuils définies par Ch. Peguy, 1961 (p. 246) et M. Sall, 1983 (p. 472), les intensités majeures calculées varient :

- + de 2,4 mm/h à 15 mm/h au nord (tabl. 10-11)
- + de 0,7 mm/h à plus de 22 mm/h en Guinée Bissau (tabl. 9-12-13)
- + et de 1,9 mm/h à 12,6 mm/h en République de Guinée pour des minima et maxima calculés sur des périodes de 20 ans (1961/1980).

Fig. 12 - VARIATIONS INTERANNUELLES DES PRECIPITATIONS A DIFFERENTES STATIONS

( de 1960 à 1983 )



**Tableau 7.-Variation de la hauteur annuelle et du nombre de jours de pluie (1954-1983) : comparaison entre 4 stations des " rivières du sud " : 2 septentrionales - 2 méridionales**

Années	KAOLACK			ZIGUINCHOR			CONAKRY			FORECARIAH		
	Q	N	m	Q	N	m	Q	N	m	Q	N	m
1954	898.8	70	12.84	1597.9	114	14.01				4288	125	34.30
1955	780	75	10.40	1939.8	109	17.80				4814	147	32.75
1956	835.2	69	12.10	1763.7	98	17.99				3957	123	32.17
1957	932.3	68	13.71	1547.8	99	15.13				4629	137	33.79
1958	1050.3	63	16.67	1881.6	98	19.20				2701	64	42.20
1959	635.8	56	11.35	1144	87	13.16				5158	116	44.46
1960	602.9	60	10.05	1274.6	89	14.32				3043	124	24.54
1961	774.7	73	10.61	1549.3	96	16.14	5346	152	35.17	2864	117	24.48
1962	604.8	65	9.30	1567.5	89	17.61	4265	152	28.06	3823	148	25.81
1963	670.6	59	11.37	1429.4	87	16.43	3304	127	26.01	3203	112	28.59
1964	990.3	60	16.50	1222.8	103	11.87	4953	153	32.37	3208	119	26.96
1965	529.3	49	10.80	1756.6	98	17.92	3609	148	24.38	2493	136	18.33
1966	946.3	68	13.92	1603.8	88	18.22	4839	151	32.05	2597	114	22.78
1967	844.7	67	12.61	2006.5	104	19.29	4313	146	29.54	2623	134	19.57
1968	541.5	39	13.88	882.5	34	11.92	29.72	151	19.68	2599	115	22.60
1969	772.9	64	12.08	1460.7	95	15.37	4755	163	29.17	3670	151	24.30
1970	477.1	44	10.84	1398.3	87	16.06	3737	146	25.59	2929	118	14.91
1971	849	56	15.16	1098.6	74	14.85	3760	156	24.10	2846	128	22.23
1972	479.8	39	12.30	951.8	65	14.64	3296	148	22.27	2803	134	20.92
1973	440.2	41	10.74	1289.4	72	17.91	3191	146	21.86	2786	142	19.62
1974	548.5	44	12.46	1240.4	78	15.90	3690	151	24.44	3124	113	27.65
1975	553.7			1417.2	89	15.92	3952	135	29.27	2933	122	27.04
1976	472.4			1496.5	96	13.50	4414	155	28.18	3255	134	23.54
1977	461.1	34	13.56	790.3	66	11.97	3514	129	27.24	2854	119	23.98
1978	649	58	11.19	1513.4	101	14.98	4035	150	26.90	3232	122	26.49
1979	510.5	69	7.40	1194.4	83	14.39	3530	142	24.86	2759	128	21.55
1980	418.1	41	10.20	698.5	64	10.91	4120	143	2881	2945	116	10.39
1981	457.9	29	15.79	1221.4	93	13.13	3407	144	2966	2886.3	127	22.73
1982	654.3	44	14.87	897.9	74	12.13	3523.6	148	23.81	2610	105	24.86
1983	303.7			806.4			3500	140	25	2859	97	29.47
NORMALE	683.2	55.7	12.26	1366.8	88.6	15.28	3914.2	146.8	26.64	3213.4	122.9	26.5

Q : Total pluviométrique annuel (en mm) - N : nombre de jours de pluie - m : rapport Q/N

**Tableau 8.- Pourcentage des précipitations maxima et minima absolus enregistrés par rapport à la normale (100%) - Période 1954-1983**

Stations	Latitude	* N en mm	* M en mm	* m en mm	Ma. ab.en %	Mi. ab. en %	Rap: Ma/Mi
Kaolack	14°08'Lat.N	0659.2	1050.3	0303.7	159.3	46.1	3.45%
Georgetown	13°32'Lat.N	0854.2	1243.8	0437.5	145.6	51.2	2.84%
Banjul	13°27'Lat.N	1000.8	1628.8	0462.4	162.7	46.2	3.52%
Ziguinchor	12°35'Lat.N	1348.1	2006.5	0698.5	148.8	51.8	2.87%
Bafata	12°10'Lat.N	1452.4	2121.3	0907.3	146.0	62.5	2.33%
Bissau	11°51'Lat.N	1807.7	2783.9	0980.1	154.0	52.2	2.95%
Bolama	11°35'Lat.N	2216.6	3385.6	1129.4	152.7	50.9	3%
Conakry	9°34'Lat.N	3914.2	534.6	2972.0	136.6	75.9	1.81%
Forécariah	9°26'Lat.N	3213.4	512.8	2493.0	160.5	77.6	2.07%

\* N = Normale \* M = maximum \* m = minimum

**Tableau 9.- Valeurs d'intensité remarquables obtenues en Guinée Bissau : 1977/1981**

Stations	Dates	Intensités remarquables
Bissau	30/10/77	25.1 mm/h
	22/4/78	22.4 mm/h
	6/6/80	31.5 mm/h
	6/11/81	40.5 mm/h
Bolama	16/6/78	33.8 mm/h
	3/10/79	24.3 mm/h
Bafata	11/6/78	33.5 mm/h
	3.101979	24.2 mm/h

**Tableau 10.- Hauteurs d'eau et nombre d'heures de pluie enregistrés en saison humide à Kaolack (Sources : ASECNA)**

Dates	Hauteur d'eau en mm	Durée totale	Intensités calculées
Mai-76	35.6	3 h 36'	10.6 mm/h
Mai-79	14.4	4 h 20'	3.4 mm/h
Juin-76	17.7	6 h	2.9 mm/h
Juin-79	28.6	5 h 14'	5.6 mm/h
Juillet-76	107.7	20 h 43'	5.3 mm/h
Juillet-79	89.2	16 h 06'	5.5 mm/h
Août-76	91.9	26 h 18'	3.5 mm/h
Août-79	108.8	19 h 44'	5.6 mm/h
Septembre-76	138.2	30 h 30'	4.6 mm/h
Septembre-79	156.2	25 h 28'	6.2 mm/h
Octobre-76	76.3	16 h 24'	4.7 mm/h
Octobre-79	53.4	10 h 06'	5.3 mm/h

**Tableau 11.- Hauteurs d'eau enregistrées et intensités des pluies calculées à la station de Ziguinchor (Sources : ASECNA)**

Années	Dates	Hauteurs d'eau enregistrées	Durée totale	Intensités calculées
1977	13.06	35.5 mm	7 h 14'	5 mm/h
	15.07	15.2 mm	6 h 13'	2.5 mm/h
	6.08	62.2 mm	8 h 10'	7.8 mm/h
	11.09	48.6 mm	6 h 05'	8.1 mm/h
1979	18.07	18 mm	1 h 40'	15 mm/h
	17.08	86.8 mm	15 h 16'	5.7 mm/h
	9.09	26.4 mm	3 h 14'	8.8 mm/h
1980	26.07	47.5 mm	4 h 20'	11.9 mm/h
	11.08	40.7 mm	7 h 08'	5.8 mm/h
	3.09	24.6 mm	2 h 54'	8.2 mm/h

**Tableau 12.- Hauteurs d'eau enregistrées et intensités calculées à la station de Bafata**

Années	Dates	Hauteurs d'eau enregistrées	Durée totale	Intensités calculées
1978	25.05	33.5 mm	2 h 55'	11.2 mm/h
	11.06	40.1 mm	50'	33.5 mm/h
1979	11.07	86.6 mm	6 h 45'	12.4 mm
	9.08	65.5 mm	7 h 10'	9.3 mm/h
	10.09	38.5 mm	7 h 00'	5.5 mm/h
	3.10	48.5 mm	2 h 01'	24.2 mm/h
1980	8.06	19 mm	3 h 5'	6.3 mm/h
	9.07	166.1 mm	13 h 50'	11.9 mm/h
	17.08	75.9 mm	13 h 10'	5.8 mm/h
	11.10	8.1 mm	3 h 5'	2.7 mm/h
	17.11	16.3 mm	7 h 08'	2.3 mm/h

Source : Service Météorologique de Guinée Bissau

**Tableau 13 - Intensités pluviométriques remarquables enregistrées dans les stations de Bissau et de Bolama**

**BISSAU**

Années	Dates	Hauteurs d'eau enregistrées	Durée totale	Intensités calculées
1977	8.08	73.5 mm	5 h 05'	14.5 mm/h
	4.09	75.1 mm	10 h 30'	7.3 mm/h
	3.10	27.1 mm	1 h 05'	25 mm/h
1978	23.06	24.7 mm	1 h 10'	22.4 mm/h
	30.07	158.7 mm	7 h 20'	22.04 mm/h
	14.08	122 mm	9 h 25'	13.5 mm/h
	26.09	37.5 mm	6 h 40'	5.8 mm/h
	30.10	3.7 mm	5 h 02'	0.7 mm/h
1979	6.06	107 mm	3 h 40'	31.5 mm/h
	10.09	77.7 mm	5 h 10'	15.2 mm/h
	6.11	18 mm	3 h 10'	5.3 mm/h
1980	6.20	15.2 mm	19 h 35'	0.8 mm/h
	28.05	5.1 mm	1 h 03'	3.9 mm/h
	2.09	235.5 mm	18 h 31'	12.9 mm/h
	11.10	33.3 mm	2 h 40'	13.9 mm/h
1981	7.05	18 mm	3 h 45'	5.3 mm/h
	19.09	41.7 mm	4 h 55'	9.3 mm/h
	6.11	56.2 mm	1 h 40'	40.1 mm/h

**Tableau 14 - Hauteurs d'eau enregistrées et intensités remarquables à la station de Bissau**

Années	Dates	Hauteurs d'eau enregistrées	Durée	Intensité remarquable
1981	19.9	41.7 mm	24 h	34.6 mm en 1 h
	6.11	56.5 mm	24 h	48.4 mm en 1 h
1982	Mai	1.2 mm	Maximum enregistré en 24 h	1 mm en 1 h
	Juin	49 mm	"	36.8 mm le 22.06
	Juil.	70.3 mm	"	65.5 mm le 20.07
	Aout	103.2 mm	"	62.7 mm le 1.08
	Sept.	52 mm	"	35 mm le 2.09
	Oct.	60 mm	"	45.4 mm le 13.10
	Nov.	5.2 mm	"	5.2 mm le 9.11

**BOLAMA**

1977	26.06	13,9 mm	1 h 08'	12,9 mm/h
	15.07	79,9 mm	9 h 15'	8,7 mm/h
1978	17.05	1,4 mm	45'	1,05 mm/h
	28.05	33,5 mm	2 h 55'	16,5 mm/h
	16.06	40,2 mm	50'	33,5 mm/h
	8.07	36,1 mm	4 h 25'	7,6 mm/h
1979	11.07	86,6 mm	6 h 45'	12,6 mm/h
	9.08	65,5 mm	7 h 10'	9,4 mm/h
	10.09	38,5 mm	7 h	5,5 mm/h
	3.10	48,5 mm	2 h 01'	24,3 mm/h
1980	9.07	166,1 mm	13 h 50'	11,9 mm/h
	17.08	75,9 mm	13 h 10'	5,9 mm/h
	11.10	8,1 mm	3 h 15'	2,3 mm/h
	17.11	16,3 mm	7 h 08'	2,3 mm/h

(Sources : Service Météorologique de Guinée Bissau).

**Tableau 15 - Valeurs des Intensités pluviométriques enregistrées en 24 h des différentes stations de la République de Guinée**

Stations	Périodes	Minimum en 24 h	Maximum en 24 h	Juillet-Août-Septembre en % des intensités pluviométriques		
CONAKRY	1961/1980 (en 20 ans)	130.3 mm	302.8 mm	60%	15%	15%
LABE	1961/1980 (en 20 ans)	46.6 mm	118.8 mm	35%	40%	20%
KINDIA	1961/1980 (en 20 ans)	66.2 mm	121.6 mm	25%	25%	30%
BOKE	1961/1980 (en 20 ans)	70.9 mm	178.4 mm	35%	45%	20%

Source : Direction de la Météorologie Nationale, Conakry.



Par ailleurs de 1976 à 1979, des mesures instantanées effectuées à partir des A.W.S. (Automatic Weather Stations : Service Hydrométéorologique de Banjul) pour des périodes de 5 minutes ont donné des résultats considérables en Gambie avec des moyennes minimales de 1,2 mm (0,05 inch) par minute à 5 mm (0,2 inch) par minute ; le taux moyen des minima étant de 1 mm (0,04 inch) par minute.

Le facteur intensité des pluies est donc important dans la morphogenèse des régions de bordures ainsi que dans les formes de l'écoulement. Les plus fortes valeurs (supérieures à 3,0 mm/h) sont en corrélation avec la quantité d'eau précipitée (tabl. 9 à 15). Si l'on sait que des pluies dépassant une intensité de 1 cm/heure engendrent des ruissellements voire des ravinements qui ne vont pas toujours sans dégâts (Ch. Peguy, 1960), l'on mesure les conséquences considérables sur le plan de la géomorphologie et de l'écoulement. Rien d'étonnant, dès lors, de constater que les effets mécaniques des pluies se traduisent dans la région, par la formation de ravineaux et de rigoles qui deviennent de véritables ravins de plusieurs dizaines de centimètres de profondeur au sud de Bissau ; d'autant plus que la période s'y prête car la végétation, seule capable d'assurer une dispersion de l'énergie cinétique des gouttes d'eau, est pratiquement inexistante en début "d'hivernage".

Les conséquences sont parfois très graves : par exemple, en République de Guinée, les fortes averses tombant sur la forêt dégradée par la pratique des feux de brousse, contribuent à accentuer l'érosion des sols meubles et très fragiles, en particulier sur les fortes pentes des régions des hauts plateaux.

En conclusion, deux entités se dégagent :

- une région Nord, de plus en plus soumise aux processus éoliens, même si des phénomènes de ruissellement dus à l'agressivité des pluies persistent en hivernage ;
- une région Sud, où les processus hydriques en général (avec des phénomènes de ravinements, et de dégradation des sols...) prédominent durant la saison humide : ce qui explique la très forte turbidité des fleuves côtiers guinéens qui transportent d'énormes quantités de sédiments fins<sup>20</sup> durant les périodes de crue.

#### 4. LES TEMPÉRATURES

Plusieurs stations sur le littoral des "Rivières du Sud" disposent de données complètes pour permettre une étude comparative entre les régions septentrionales et méridionales. En plus du rôle "thermorégulateur" de la masse océanique, force est de reconnaître l'influence des vents et de la pluviométrie dans l'évolution des courbes de températures. Afin de saisir l'impact de leurs différentes variations, une comparaison est effectuée entre les données de températures des stations situées à l'intérieur du continent. En même temps, des observations de microclimatologie ont été menées pour mieux rendre compte de l'importance des changements de températures au niveau du sol et dans les formations superficielles.

Si l'on étudie de très près la figure 13, deux types de courbes apparaissent :

- celui des stations situées le long de la côte "*sensu strictu*" ; il s'agit de Conakry, Banjul, Bissau et Bolama ;
- celui des stations des régions de bordures : Boké, Georgetown, Kaolack, Kindia et Ziguinchor.

Toutes les courbes sont bimodales avec cependant des maxima et minima plus marqués pour les stations de bordures en particulier pour Kaolack, Georgetown et Ziguinchor ; ce sont donc les valeurs de leurs amplitudes respectives qui introduisent une différence. Que ce soit l'amplitude moyenne annuelle ou l'amplitude entre maxima et minima absolus, elle est nettement plus élevée au nord qu'au sud et mieux marquée à l'intérieur que sur le littoral. Les tableaux 16 et 17 le révèlent nettement. En effet, les maxima absolus enregistrés au nord dans les stations

---

<sup>20</sup> - Ces sédiments, issus du lessivage des régions latéritiques des bordures participent à la constitution des bancs sableux qui encombrant ces estuaires.

"continentales" dépassent 39°C en avril/mai : exemples à Kaolack et à Georgetown ; on est au cœur de la saison sèche où, en plus de l'insolation, l'influence de l'harmattan, qui apporte la chaleur, est encore marquante. Durant la même période, des valeurs inférieures à 35°C sont enregistrées au sud dans les stations de Bissau, Bolama, Conakry. Seul Boké conserve encore des températures supérieures à 36°C en cette période. C'est en janvier que sont enregistrés les minima absolus qui, dans l'ensemble, sont inférieurs à 19°C, excepté le long du littoral de la Guinée. Ces températures, faibles, coïncident donc avec la période fraîche (hiver boréal) sauf à Conakry où les minima se manifestent durant les grandes pluies (surtout en juillet/août) à cause de la nébulosité.

**Tableau 16 - Températures et amplitudes moyennes de quelques stations - période 1971-1980**

Périodes 1971/1980 Stations	Température moyenne annuelle maximale	Température moyenne annuelle minimale	Amplitude moyenne annuelle
Kaolack	30.9°C	26.0°C	4.9°C
Banjul	29.8°C	25.9°C	3.8°C
Georgetown	31.8°C	25.4°C	6.4°C
Ziguinchor	28.9°C	24.0°C	4.9°C
Bissau	28.8°C	25.6°C	3.2°C
Bolama	27.8°C	25.6°C	2.2°C
Boké	29.6°C	25.8°C	3.8°C
Kindia	27.7°C	23.7°C	4.0°C
Conakry	23.8°C	22.0°C	1.8°C

**Tableau 17 - Maxima et minima absolus enregistrés dans différentes stations des "Rivières du Sud" - période 1971-1980**

Stations	Maximum maximorum	Minimum minimorum
Kaolack	39.9°C en avril/mai	16.4°C en janvier
Banjul	33.0°C en mars	19.2°C en "
Georgetown	40°C en avril	16.4°C en "
Ziguinchor	37.5°C en avril	15.4°C en "
Bissau	33.5°C en mars	19.5°C en "
Bolama	33.7°C en "	19.2°C en "
Boké	36.8°C en avril	18.3°C en "
Kindia	34.8°C en mars	19.4°C en "
Conakry	31.5°C en avril	25.1°C en août

Si l'on examine de plus près l'évolution des températures moyennes mensuelles minimales et maximales, on constate pour les stations littorales d'une part, qu'elles sont peu élevées -entre 25°6 et 28°8- et que d'autre part, les courbes d'évolution varient très peu au fil des mois (fig. 13). Les stations de Banjul, Bissau, Bolama et plus spécialement Conakry constituent des exemples frappants. Ce qui n'est plus le cas pour les stations plus "continentales" dont les moyennes annuelles et les courbes d'évolution sont sensiblement plus marquées : exemples de Kaolack, Georgetown, Ziguinchor et Boké.

- Les amplitudes moyennes annuelles suivent les mêmes évolutions ; elles sont :
- faibles pour Banjul : 3°8 - Bissau : 3°2 - Bolama : 2°2 et Conakry : 1°8 - C'est-à-dire pour les stations situées sur le littoral, mettant ainsi en évidence le rôle thermorégulateur de l'océan ;
  - plus élevées pour Kaolack : 4°9 - Georgetown : 6°4 - Ziguinchor : 4°9 - et Kindia : 4°C.

En définitive, malgré la nette influence du régime océanique, une variation essentielle est clairement mise en évidence le long des "Rivières du Sud" : l'amplitude des températures, tant du point de vue des moyennes annuelles que de celles des minima et des maxima, augmente progressivement du sud vers le nord (tabl. 16-17). En dehors des maxima de mars/avril et des minima de janvier, il importe de mentionner que les quantités importantes de pluie, et la forte nébulosité qui les accompagne en août et septembre, introduisent des minima relatifs au sein de la courbe des températures, plus particulièrement pour les stations septentrionales et "continentales" : Georgetown, Kaolack, Ziguinchor, Boké. Par ailleurs, l'existence de deux saisons thermiques fortement contrastées, en particulier si l'on se réfère aux maxima et minima absolus enregistrés, montre que les températures, plus spécialement durant les périodes sèches, peuvent avoir une incidence directe sur la morphogénèse de certaines unités. Les conséquences principales sont :

- des phases de dessiccation des horizons superficiels mais aussi de cristallisation et de formation d'une structure poudreuse qui apparaît sur les tannes nus à efflorescences salines, parallèlement à l'abaissement du niveau de la nappe et au dessèchement de la végétation d'halophytes et de la mangrove. Ces phénomènes sont d'autant plus importants aujourd'hui qu'ils se trouvent exacerbés dans le Nord par le déficit chronique de la pluviométrie, contribuant ainsi à accentuer certains processus tels que la déflation éolienne.

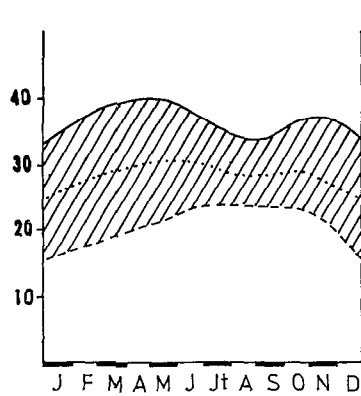
L'influence des variations de températures principalement durant la saison sèche, sur les phénomènes d'évaporation est évidente sur les nappes et le réseau hydrographique de la région étudiée et sera examinée ultérieurement. Cependant, les mesures de températures effectuées dans le sol permettent-elles d'appréhender leurs effets sur la morphogénèse des formations superficielles ? En fait, les moyennes mensuelles des courbes de températures mesurées à des profondeurs variées à 12 h (-20 cm ; - 50 cm ; - 150 cm ; -300 cm) sont toujours supérieures à 25°C et présentent une évolution bimodale similaire (fig. 14) :

relativement contrastée à -20 et à -50 cm (amplitude comprise entre 4 et 9°C) ; plus homogène à -1,50 m et à -3,00 m (amplitude comprise entre 2 et 5°C).

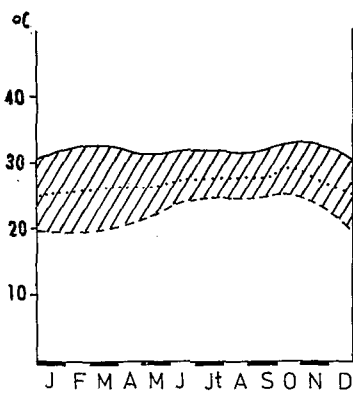
Les maxima principaux se situent toujours entre avril, mars et juin ; des températures de plus de 36°C sont enregistrées, alors qu'elles deviennent inférieures à 33°C à partir de -1,50 m tandis que les maxima relatifs se retrouvent en octobre-novembre (fig. 14) : plus de 32°C à -20/-50 cm ; inférieures à 31°C à -1,50 m/-3 m. Les deux minima se situent en janvier (de 23,5 à 28° comme minima absolu) et en août/septembre (de 26,5 à 30°C). Les deux saisons thermiques précédemment évoquées se retrouvent effectivement à travers ces courbes de températures avec :

- une saison sèche, fraîche en janvier, qui explique la présence du minimum absolu alors que le minimum relatif d'août et de septembre est étroitement lié à la forte nébulosité de cette période;
- une saison chaude correspondant à la fin de la saison des pluies avec des températures relativement élevées en octobre/novembre alors que le maximum absolu d'avril/mai se situe pratiquement en fin de saison sèche : c'est-à-dire à une période où le sol est nu, très sec et où l'insolation est à son maximum (tabl. 18 et 19). une constatation s'impose cependant : les températures les plus faibles sont toujours enregistrées dans les régions sud : stations de Bissau et de Conakry.

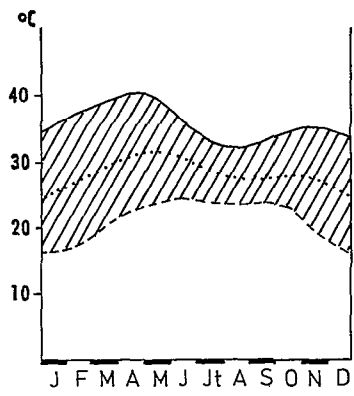
En accentuant les phénomènes de dessiccation et de déshydratation des horizons superficiels, les variations de températures présentent au total des conséquences importantes au niveau de la morphogénèse des sols ; conséquences d'autant plus marquées que les écarts et les contrastes thermiques sont significatifs (tableau 19). une étude de l'insolation, de l'évapo-transpiration ; de l'humidité et des brouillards ou rosée va compléter cette analyse.



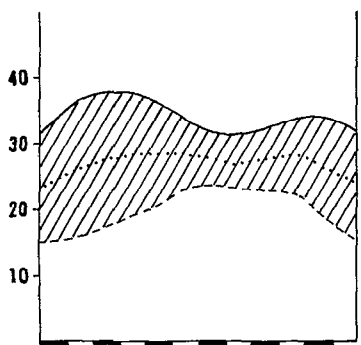
— maxi  
 --- mini  
 ..... moyenne



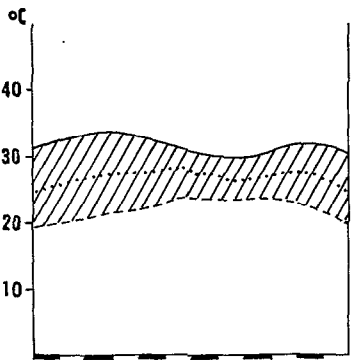
BANJUL  
 sur 10 ans



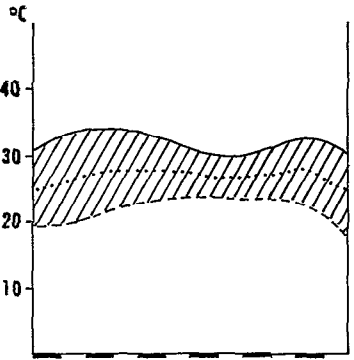
GEORGETOWN  
 sur 10 ans



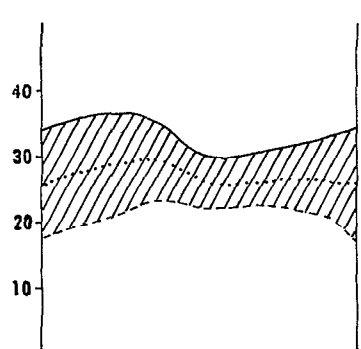
— maxi  
 --- mini  
 ..... moyenne



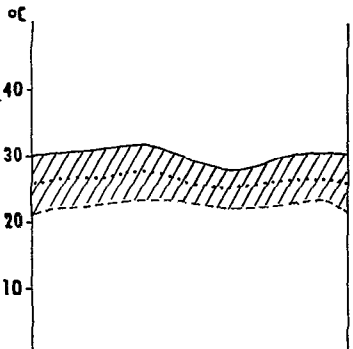
BISSAO



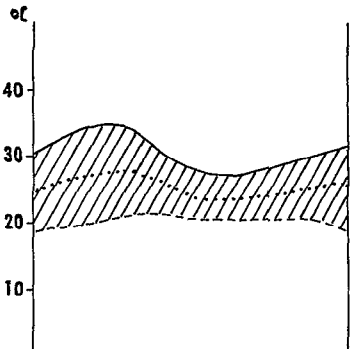
BOLAMA



— maxi  
 --- mini  
 ..... moyenne



CONAKRY



KINDIA

Fig. 13 — COURBES D'EVOLUTION DES TEMPERATURES : MAXIMA, MINIMA, MOYENNES  
 ( Période 1971-1980 )

## 5. LES RÉGIMES DE L'INSOLATION ET DE L'ÉVAPORATION

"Ce sont des éléments très importants" estime C. Marius (1984) car au Sénégal, en particulier, ils sont à l'origine de l'aridité et de la salinisation des zones de mangroves. L'examen des courbes moyennes mensuelles de ces deux paramètres dans 12 stations différentes (fig. 15) indique une évolution analogue, liée à celle de la pluviométrie et de la température.

**Tableau 18 - Casamance, région des bordures - Températures moyennes annuelles sur sols ferrugineux tropicaux (Séfa - Casamance d'après Maignien, 1954)**

Sols sous cultures sèches	Profondeur en cm		Température en °C	
		10		31
	60		30.5	
	110		30.8	
Sols sous forêts sèches	10		26	
	60		26.6	
Température de l'air	-		27.2	

**Tableau 19 - Influence de la nature de la couverture végétale sur les variations thermiques du sol en profondeur (d'après d'Hoore, 1954) en Guinée Bissau - région des bordures)**

	Profondeur en cm	Températures en °C		
		8 h	11 h	14 h
Cuirasse nue	1	26.8	44	53.5
	10	27.5	31.7	36.8
Cuirasse sous végétation herbacée	1	24.7	41.5	50.4
	10	27.8	32.9	40.1
	20	27.5	33.4	41.1
Végétation arbustive	1	21.6	22.7	26.9
	10	23	22.9	24.8
	20	23.8	23.8	25.4
Température de l'air	-	22.2	28.3	36

### 5.1. La durée et l'évolution de l'insolation

De l'analyse de l'évolution des moyennes mensuelles de la durée de l'insolation (fig. 15B), il ressort des séries de courbes, toutes bimodales avec :

- un maximum absolu entre les mois de mars et de mai (plus de 250 h/mois : maximum supérieur avec 323h/mois pour Ziguinchor - maximum inférieur avec 154 h/mois pour Bafata ;
- un minimum absolu centré sur le mois d'août (minimum supérieur à Kaolack avec 222h/mois et minimum inférieur à Conakry et à Kindia avec 70 h/mois).

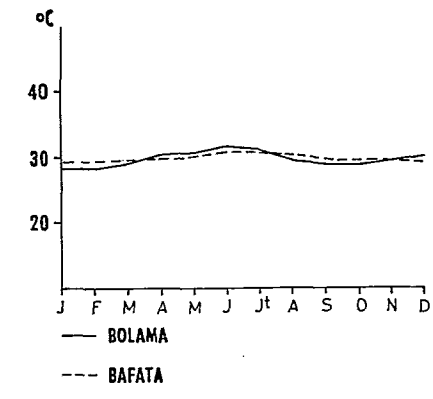
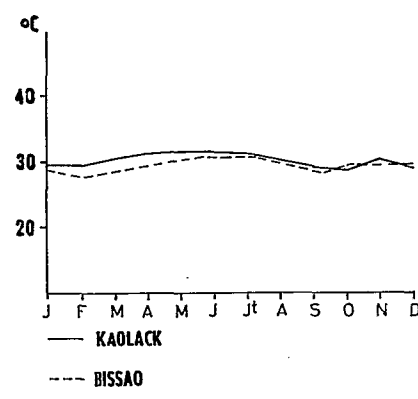
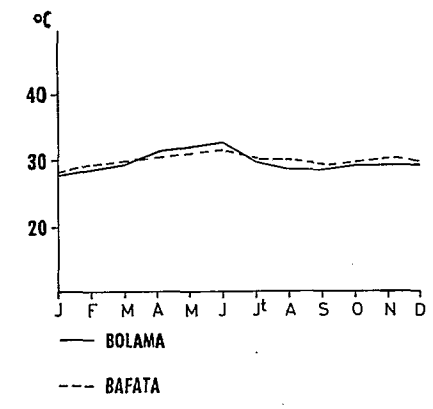
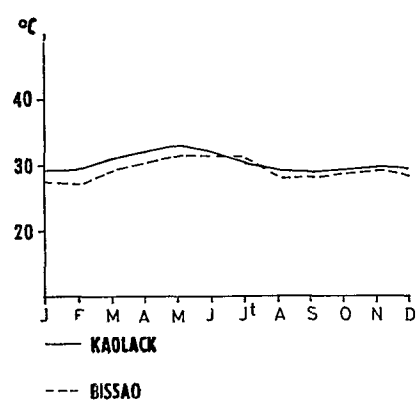
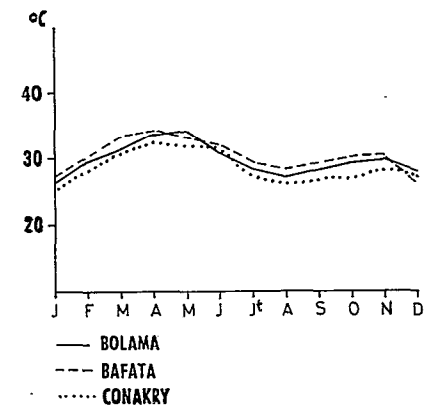
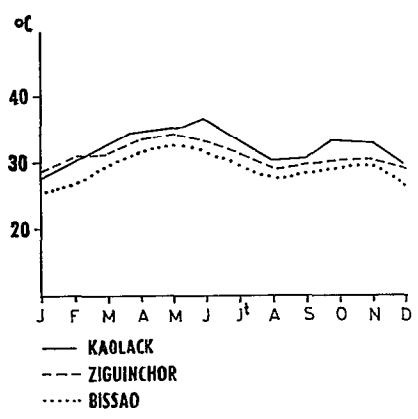
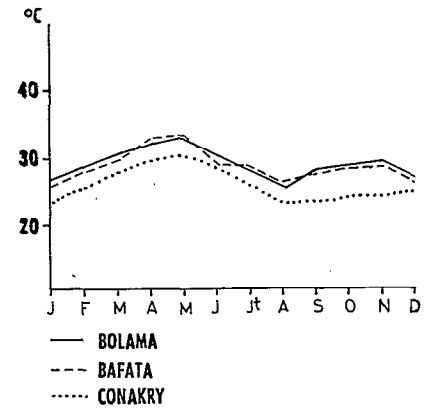
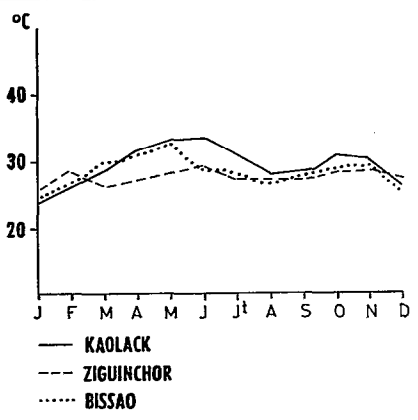


Fig. 14 - OBSERVATIONS DE MICROCLIMATOLOGIE :

Variations des températures moyennes mensuelles dans le sol à 12 et différentes profondeurs. ( Périodes 1975 - 1981 )

( Sources : Services Météorologiques des pays concernés )

La variation de ces moyennes mensuelles en fonction des saisons est nettement mise en évidence. Entre les mois de mars et de mai, l'ensoleillement est à son maximum et la nébulosité est faible, en particulier au nord. On est en pleine saison sèche et la durée d'insolation est partout importante, exception faite pour les stations les plus méridionales fin avril/début mai. En revanche, c'est durant les mois d'août et septembre que le couvert nuageux est le plus développé en particulier à Boké, Conakry et Kindia ; ce qui explique en grande partie les faibles valeurs de l'insolation (fig. 15B). Enfin, les fluctuations des différentes courbes d'évolution de l'insolation sont à rapprocher de celles des températures et de l'humidité relative.

## 5.2. L'évolution des courbes de l'évaporation<sup>21</sup>

Les observations portent sur douze stations où les courbes d'évolution mensuelles ont été établies pour une période de 10 ans (fig. 15A). Plusieurs remarques s'imposent à l'examen de cette figure.

- toutes les courbes d'évaporation sont unimodales : les maxima et minima principaux (mars/avril et août) coïncidant avec les maxima et minima absolus des courbes d'insolation (fig. 15).
- l'évaporation, qui est intense dans le nord du domaine étudié (avec des maxima qui dépassent 320 mm en mars à Georgetown) diminue très fortement dans les stations méridionales en particulier à partir de Ziguinchor (maxima inférieur à 160 mm en mars) et plus encore à Conakry où le maximum de mars est inférieur à 120 mm. Ce qui permet de vérifier qu'à l'inverse de la pluviométrie, l'évaporation sur l'ensemble de la région diminue du nord vers le sud.
- enfin les taux élevés de l'évaporation des stations de l'intérieur (fig. 15A) avec Georgetown, Bafata, Kaolack) contrastent avec ceux, plus faibles, enregistrés sur le littoral (Conakry, Banjul entre autres). L'influence pondératrice de l'océan Atlantique se fait sentir encore une fois dans ce bilan de l'évaporation.

Malgré le caractère exagéré de ces données d'évaporation -les résultats enregistrés par l'évaporomètre Piche étant toujours trop élevés et peu utilisables car obtenus dans des conditions différentes de la réalité- les figures 15 A et B font ressortir une corrélation presque parfaite entre les courbes d'évaporation et d'insolation. Les maxima se situent au cœur de la saison sèche (mars/avril/mai) ce qui est normal puisque l'évaporation varie en fonction directe de l'insolation, alors que les minima se placent en août/septembre, mettant en évidence le rôle des pluies et du couvert nuageux dans la réduction sensible de l'évaporation et de la durée de l'insolation. Les conséquences sont sensibles au niveau de l'écoulement souterrain et superficiel, et opposent fondamentalement les deux domaines :

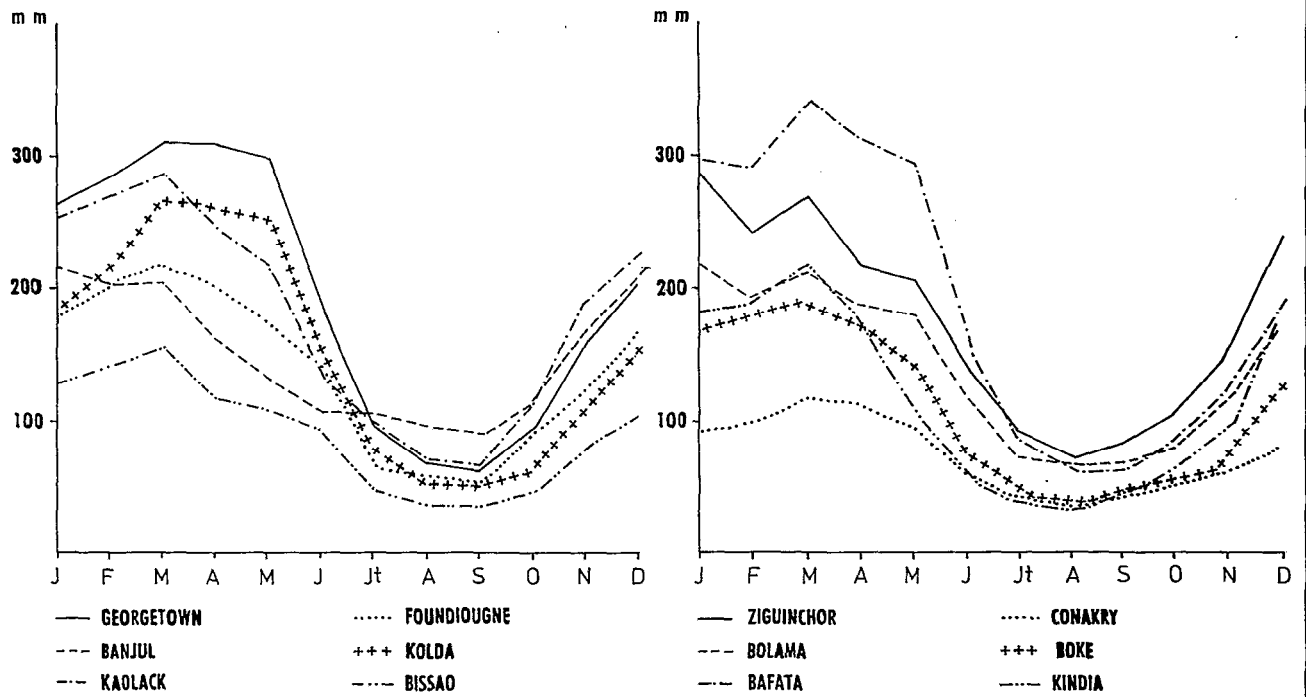
- . le nord, où les apports en eau douce sont faibles et les phénomènes d'évaporation intenses ; ce qui explique en grande partie l'hypersalinisation de certains cours d'eau (Saloum par exemple).
- . le sud, où les phénomènes d'évaporation sont plus réduits et où les débits des fleuves, notamment en août/septembre, sont encore très importants, malgré des variations interannuelles qui peuvent être sensibles. Ultérieurement, l'évapotranspiration potentielle et réelle, qui tient compte de tous les paramètres climatiques, sera calculée pour les stations synoptiques du littoral et permettra de mieux appréhender le bilan de l'eau dans le sol.

## 6. LES COURBES D'ÉVOLUTION DE L'HUMIDITE RELATIVE

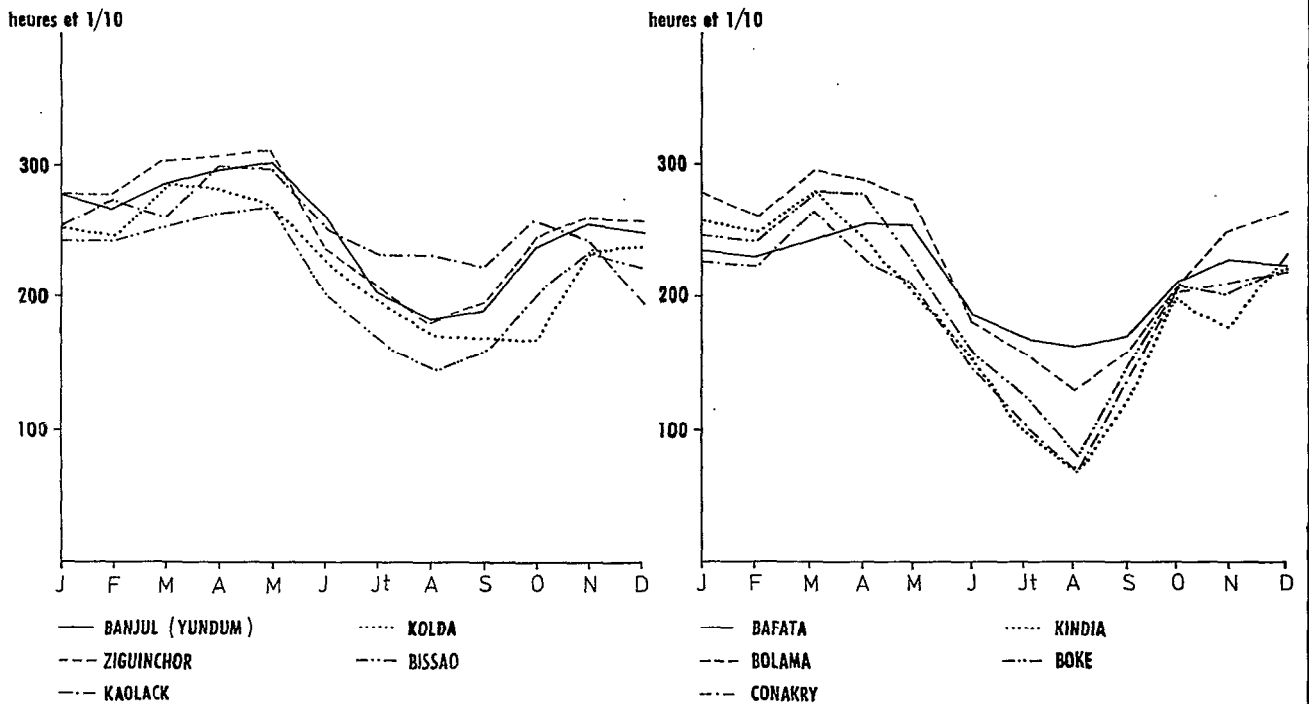
Dix stations ont permis d'étudier de manière détaillée l'évolution des moyennes mensuelles de l'humidité relative sur une période de 10 ans. Toutes les courbes, comme le montre la figure 16A, sont de type unimodal et culminent en août/septembre c'est-à-dire à un moment où l'apport d'air océanique lié à la mousson est important.

---

<sup>21</sup> - Les mesures de l'évaporation ont été effectuées à l'évaporomètre PICHE.



A - COURBES D'EVOLUTION DES MOYENNES MENSUELLES D'EVAPORATION  
( Période 1971-1980 )



B - COURBES D'EVOLUTION DES MOYENNES MENSUELLES DE LA DUREE D'INSOLATION  
( Période 1971-1980 )

Fig. 15

(Sources : ASECNA + Services Météorologiques Nationaux de la Gambie , de la Guinée-Bissao et de la République de Guinée.)



- . Les maxima varient entre 68% (en août/septembre) pour les stations de l'intérieur telles que Kaolack et 85% ou plus pour les stations situées sur le littoral telles que Conakry, Bolama, Banjul...
- . Les minima s'abaissent à 30% au moins à Kaolack contre plus de 60% à Conakry et se situent en janvier/février.

Sur toutes les stations du littoral, l'humidité relative élevée montre que l'influence maritime prédomine et l'emporte sur la zonation climatique même s'il persiste une opposition entre le domaine nord (où les écarts entre les minima et les maxima sont plus marqués) et le sud (humidité atmosphérique plus élevée et écarts plus faibles).

Si la forte humidité relative (plus de 90%) coïncide en août avec la mousson et l'abondance des précipitations, les faibles valeurs enregistrées entre janvier et mars s'expliquent, en revanche, par la nette influence, notamment dans les stations septentrionales situées à l'intérieur (Kaolack, Bafata...), de vents d'est très secs (harmattan) qui soufflent en saison sèche, mettant encore une fois l'accent sur une opposition entre le littoral et l'intérieur.

Cette humidité atmosphérique explique par ailleurs l'existence des brouillards et des rosées liés à l'aduction d'air marin chaud et humide sur un sol refroidi par suite du rayonnement nocturne. La condensation se fait sous forme de rosée si l'air est immobile dans certaines stations littorales du sud<sup>22</sup>, notamment pendant la saison fraîche (tabl. 21).

**Tableau 20.- Jours de brouillards observés sur les côtes de Dakar à Conakry - d'après les Instructions Nautiques, 1946.**

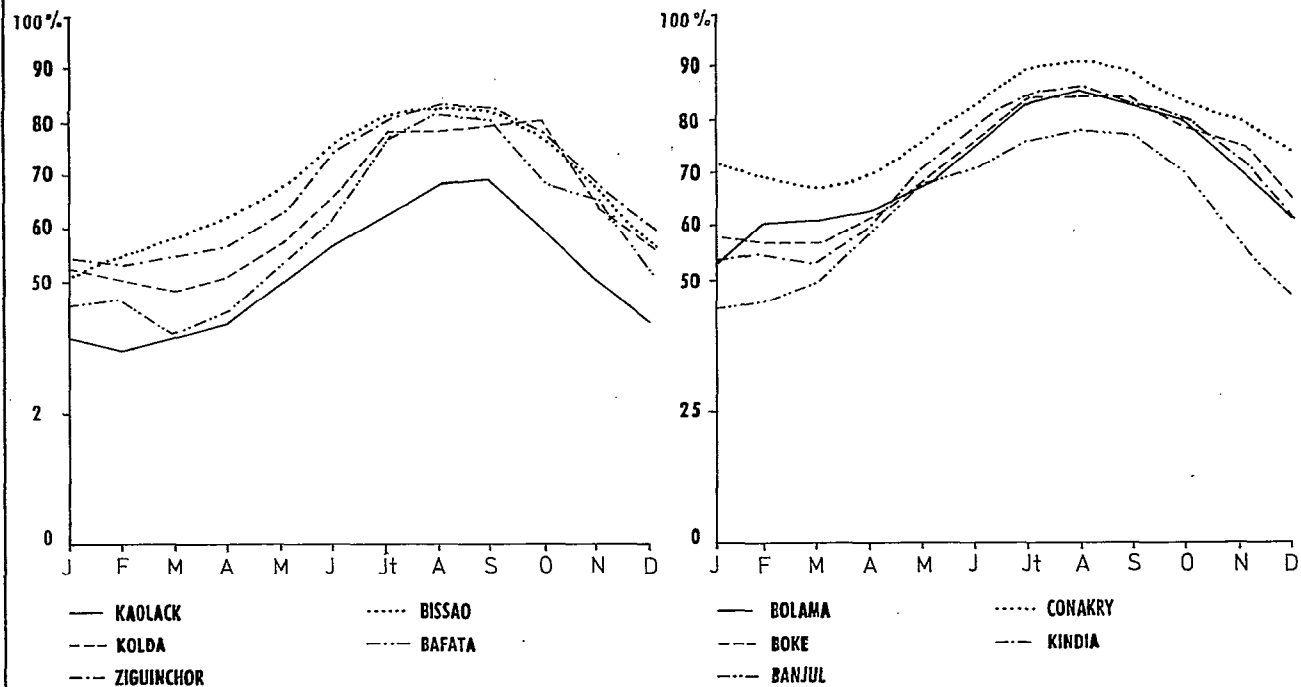
Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Stations													
Dakar	3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Banjul	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	5
Conakry	3	7	3	-	-	-	3	7	3	-	3	3	32

Ainsi le degré hygrométrique élevé coïncidant avec un abaissement de la température provoque sur cette frange littorale de condensations occultes très fréquentes durant la saison des pluies et en début de saison sèche (période la plus fraîche en janvier/février) (tabl. 20). Ces phénomènes, malgré la faiblesse de la quantité d'eau qu'ils mettent en jeu, sont favorables aux plantes et contribuent à atténuer l'effet des périodes de sécheresse. Par ailleurs, en humidifiant les horizons supérieurs du sol (infiltration des fines gouttelettes d'eau jusqu'à 1,5 - 2 cm de profondeur dans les substrats sableux selon M. Sall, 1983), ils contribuent indirectement à lutter contre les effets de la déflation éolienne, particulièrement sensible dans le domaine septentrional des "Rivières du Sud".

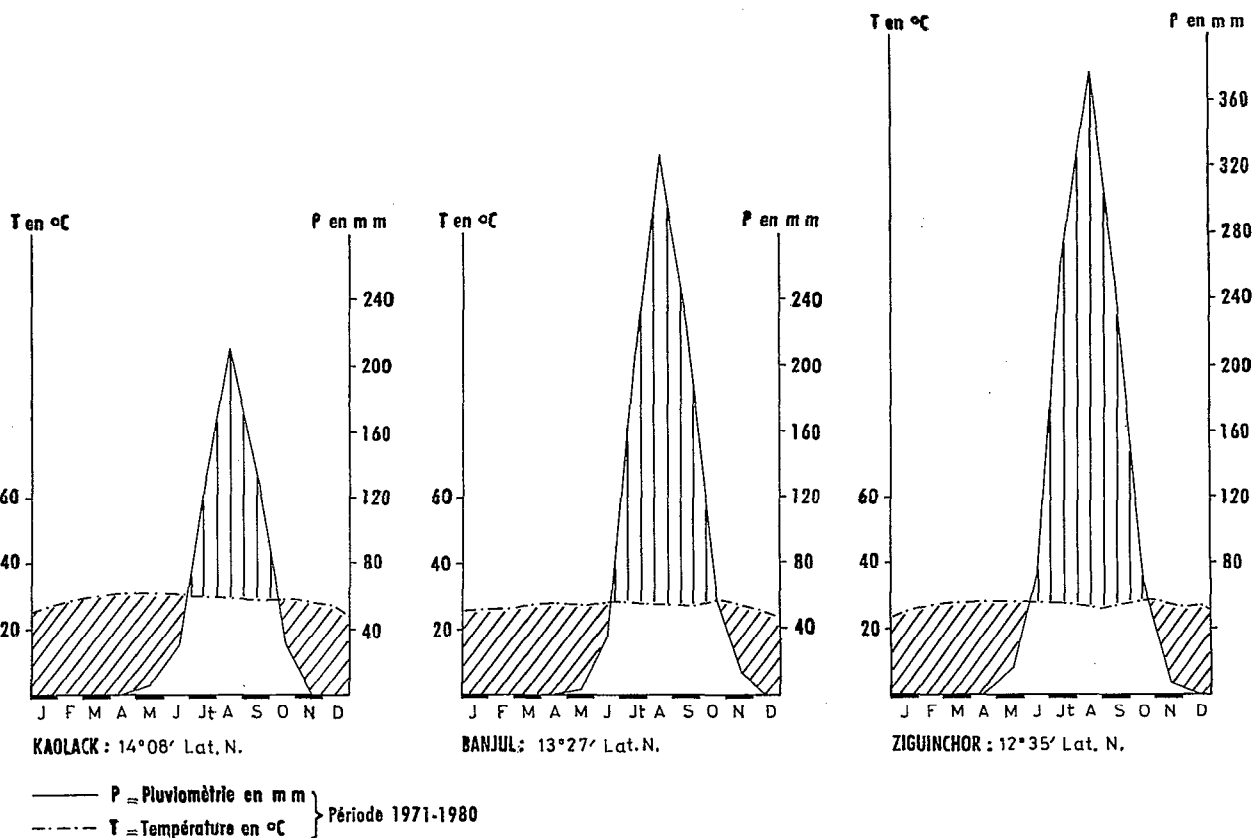
**Tableau 21.- Nombre de jours de rosée dans différentes stations du littoral sénégalais (données ASECNA - 1971)**

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Stations													
Kaolack	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	7
Mbour	-	4	3	-	3	5	3	2	5	4	7	-	36
Dionewar	-	4	-	1	2	-	-	-	-	1	-	2	10

<sup>22</sup> - "A Conakry, ce sont en décembre et janvier de gros brouillards nocturnes et matinaux, des rosées si fortes que les toits dégouttent..." in J. Machat, 1905, p. 119.



**A - COURBES D'EVOLUTION DES MOYENNES MENSUELLES DE L'HUMIDITE RELATIVE**  
 ( Période 1971-1980 )



**B - DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES**

Fig. 16

## CONCLUSION A L'ÉTUDE DU CLIMAT

Plusieurs points peuvent être évoqués, au terme de ce rapide bilan consacré aux données climatiques des "Rivières du Sud".

- Tout d'abord, une baisse généralisée de la pluviométrie est enregistrée avec une péjoration du climat qui s'accroît avec la latitude. Ce phénomène a été d'autant mieux mis en évidence que les séries étudiées portent sur des périodes de 30 ans (tabl. 3 et 4). Les pluies diminuent du sud au nord et se concentrent de plus en plus sur quelques mois en particulier dans le domaine nord.
- La péjoration pluviométrique, accompagnée dans les régions septentrionales d'une recrudescence des phénomènes éoliens (lithométéores) indique un accroissement de l'aridité.
- Les températures demeurent élevées dans l'ensemble avec une amplitude qui augmente légèrement du sud au nord.

L'évaporation est forte mais diminue au sud parallèlement à une humidité atmosphérique plus élevée et à une insolation plus faible.

Tous ces facteurs climatiques, qui sont intimement liés et agissent en concomitance, se retrouvent dans l'indice ombrothermique mensuel avec la formule  $P \leq 2 T$ . Mais c'est surtout le bilan de l'eau qui constitue l'un des meilleurs critères de classification des caractéristiques climatiques des "Rivières du Sud". A titre de comparaison, des diagrammes ombrothermiques ont été établis sur des périodes de 10 ans pour cinq stations couvrant de façon homogène l'ensemble de la région étudiée (fig. 16B et 17). L'examen de ces diagrammes montre que 8 à 9 mois sur 12 sont secs pour les stations de Kaolack et de Banjul pendant la période considérée. Les régions nord se situent actuellement à des indices xérothermiques supérieurs à 215<sup>23</sup>.

Au sud de Ziguinchor, la figure 17 indique 6 à 7 mois secs à Bissau et moins de 6 mois à Conakry, avec un indice xérothermique qui diminue fortement (inférieur à 100) et une pluviométrie qui, en moyenne, est trois à quatre fois supérieure à celle du nord. Même si de nos jours, du fait du déficit pluviométrique, l'on constate un rétrécissement de la saison humide, une "contraction" de l'hivernage utile (date entre la première et la dernière pluie utile) et un accroissement parallèle du nombre de mois secs, il demeure que pour l'analyse des schémas présentés sur les figures 16B et 17, l'opposition entre les deux domaines extrêmes des "Rivières du Sud" est nette.

La représentation graphique du bilan de l'eau pour la période 1971-1980 et les différents indices climatiques<sup>24</sup> qui en sont issus permettent d'affiner cette comparaison entre les différentes stations étant donné que l'E.T.P. calculée d'après la formule de Penman (1956) tient compte de la plupart des paramètres climatiques.

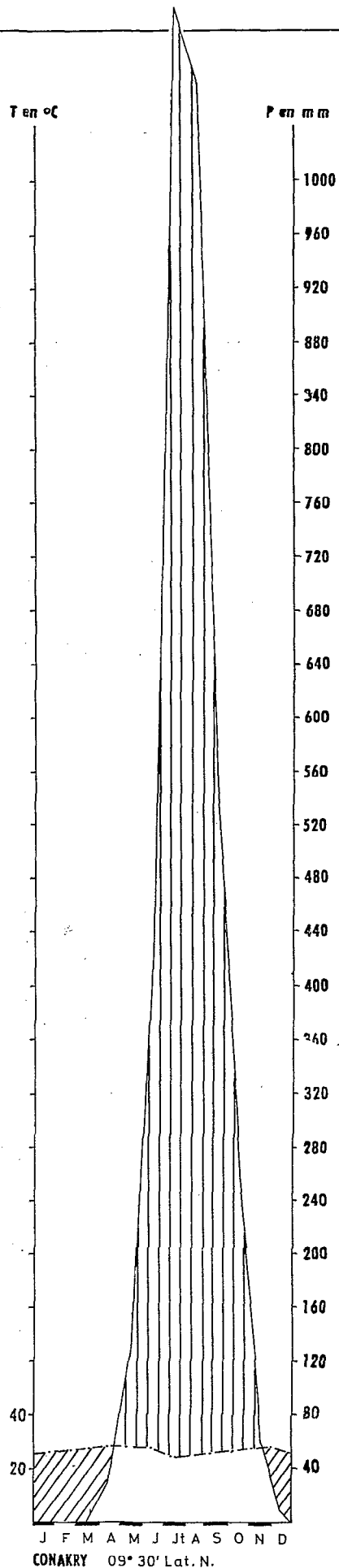
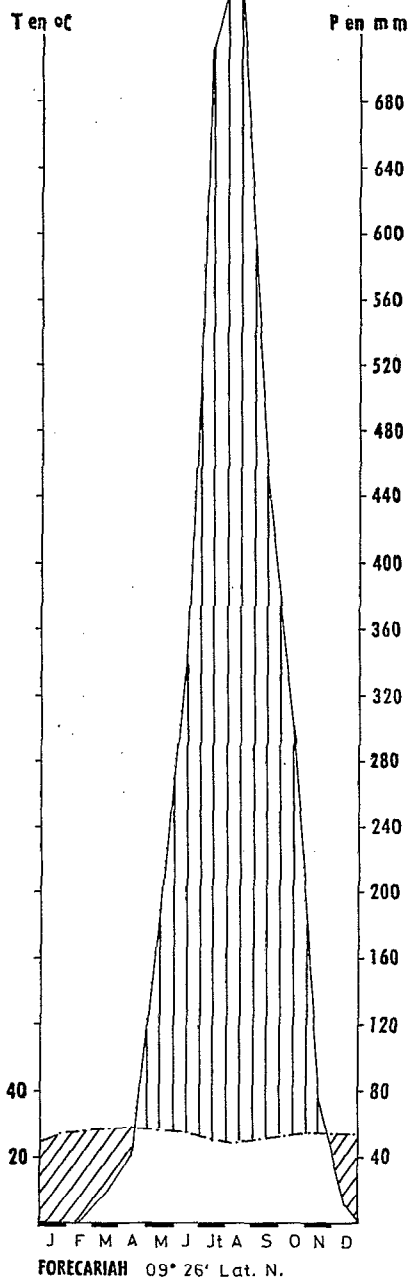
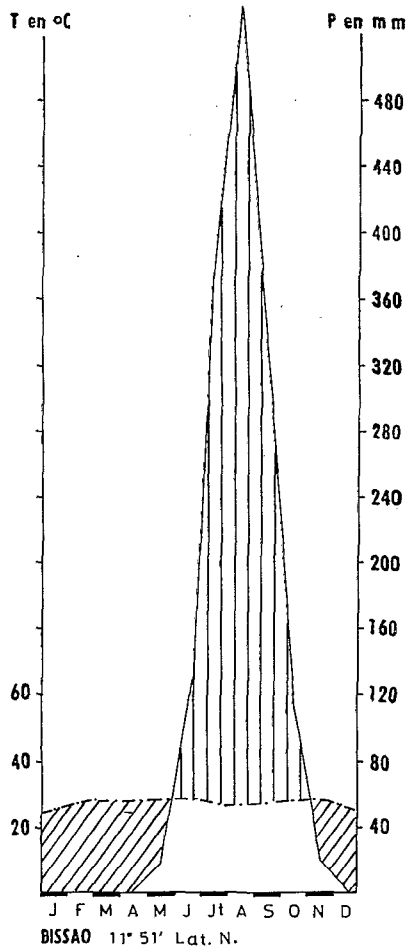
De prime abord, on peut observer un recoupement entre les mois secs dans les stations étudiées (fig. 16B et 17) et les périodes concernées par les déficits hydriques (fig. 18-19 et 20) ; ce qui permet de conclure que c'est bien le critère de sécheresse qui introduit au sein de ces stations ces différenciations très nettes, plus au moins nuancées en fonction de la latitude. Les tableaux en annexes et les figures 18-19 et 20 montrent que les déficits hydriques atteints dans les régions au nord de la Casamance dépassent 1 000 mm (plus de 1200 mm à Kaolack), alors que dans les régions sud, moins de 900 et 600 mm sont enregistrés respectivement à Bissau et à Conakry. Les valeurs d'E.T.P. qui diminuent du nord au sud à l'inverse de la pluviométrie, montrent qu'il existe bien un gradient de croissance nord/sud du rapport P/E.T.P. (tabl. 22) qui rend bien compte de l'indice d'aridité tel qu'il a été mis en évidence par S. Hamilton et

<sup>23</sup> - Ce chiffre désigne le nombre de jours biologiquement secs au cours de la période sèche d'après F. Gagnouls et H. Gausson, 1953 et 1957.

<sup>24</sup> - C.W. Thornthwaite (1948).

Fig. 17 - DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES

— P = Pluviométrie en m m } Période 1971-1980  
 - - - T = Température en °C



S.C.Snedaker<sup>25</sup> (1984) et par F. Blasco (1984)<sup>26</sup>. Les résultats suivants ont été obtenus pour les 5 stations de la région.

**Tableau 22.- Rapport P/E.T.P. calculé sur une période de 10 ans**

Stations	Kaolack	Banjul	Ziguinchor	Bissau	Conakry
P/E.T.P.					
Pluviométrie	0.34	0.53	0.80	0.95	2.69
Evapotranspiration (1971/1980)					

Dans leur ensemble, ces données sont assez explicites. En effet, les valeurs moyennes mensuelles d'E.T.P. obtenues dans les stations septentrionales ne sont jamais inférieures à 110 mm, même en pleine saison des pluies. Pour ces stations, et du fait de la faible nébulosité, les valeurs d'E.T.P. les plus faibles sont enregistrées en novembre/décembre, c'est-à-dire au moment où l'insolation et les températures sont les moins marquées. Alors qu'à Conakry, des valeurs d'E.T.P. inférieures à 76 mm/mois sont enregistrées au cœur de la saison des pluies (en juillet/août), c'est-à-dire à un moment où l'insolation et les températures sont les plus basses.

**Tableau 23 - Indices calculés d'humidité et d'aridité pour 5 stations des "Rivières du Sud" (voir Annexes pour les résultats complets) - Période 1971-1980**

Stations	Indices calculés	Formules climatiques et classification d'après Thornthwaite (1948)
KAOLACK 14°08 Lat.N.	Indice d'Humidité = 0.89	- Semi-aride
	Indice d'aridité (1) = 67	- Mégathermal avec de notables variations de température au cours de l'année
	Indice global d'Humidité = -39	
BANJUL 13°21 Lat.N.	Indice d'Humidité = 18	- Sec à subhumide.
	Indice d'aridité (1) = 65	- Mégathermal avec des variations de température au cours de l'année.
	Indice global d'Humidité = -21	
ZIGUINCHOR 12°35 Lat.N.	Indice d'Humidité = 40	- Subhumide à humide.
	Indice d'aridité (1) = 60	- Mégathermal avec quelques variations de température au cours de l'année
	Indice global d'Humidité = 4	
BISSAU 11°51 Lat.N.	Indice d'Humidité = 53	- Subhumide à humide.
	Indice d'aridité (1) = 57.4	- Mégathermal avec de faibles variations de température au cours de l'année
	Indice global d'Humidité = 18	
CONAKRY 9°34 Lat.N.	Indice d'Humidité = 210	- Hyperhumide chaud.
	Indice d'aridité (1) = 41	- Avec peu de variations de température au cours de l'année.
	Indice global d'Humidité = 185	

(1) A ne pas confondre avec l'indice d'aridité tel qu'il a été défini dans S.C. Snedaker et S. Hamilton (1984) et dans F. Blasco (1984).

<sup>25</sup> - In ouvrage cité, p. 88.

<sup>26</sup> - In the Mangrove ecosystem : research methods, publié par S.C. Snedaker (1984).

En fonction des différents paramètres obtenus pour le calcul du bilan de l'eau des 5 stations retenues, divers indices ont été calculés, notamment les indices d'humidité, d'aridité et l'indice global d'humidité dont les résultats sont résumés dans le tableau 23 et en annexes.

Les formules climatiques obtenues ont ainsi permis la caractérisation précise des régions étudiées : du climat semi-aride à Kaolack au climat hyperhumide à Conakry (voir tableau de classification des climats selon C.W. Thornthwaite -1948-en annexes). La signification des phénomènes observés sur le terrain correspond bien aux résultats tirés de ces différentes données climatiques avec une humidité qui augmente du nord au sud, une aridité qui diminue en direction du sud et d'une manière plus générale, une diminution de la pluviométrie depuis 1968 dans tous le domaine étudié en particulier dans le nord.

Les conséquences dans ces régions estuariennes sont multiples et se traduisent par un changement dans les conditions hydrologiques, géomorphologiques, pédologiques et biogéographiques. La succession des années sèches a fait sensiblement reculer les limites tidales et le front de salinité dans certains cours d'eau, remonte loin en amont : c'est le cas du Saloum (E.S. Diop *et al.*, 1983, 1984), de la Casamance (M. Sall, *op. cit.*), du Rio Cacheu... La sursalure de ces cours d'eau, des nappes phréatiques et des sols est un phénomène qui est aisément mis en évidence parallèlement à une forte dessiccation des sols et à une reprise de l'érosion éolienne notamment sur les cordons sableux, les tannes (pseudolunettes, placage de sable éolien...). Ces années sèches ont vu une augmentation du degré de salinité des tannes et d'une manière générale, une extension de ces formations aux dépens des vasières à mangroves. Cette modification, comme l'a constaté également M. Sall, *op. cit.*, est très rapide dans le Saloum et la Casamance aussi bien en amont qu'en aval, mais plus spécialement dans les parties externes des estuaires (E.P.E.E.C., 1982, 1983) où elle semble être amplifiée par l'homme.

Au total, les facteurs liés à l'aridité climatique sont bien présents dans la région étudiée et leurs actions se répercutent très nettement aussi bien sur le bilan de l'eau que sur celui de l'alimentation des nappes et surtout des cours d'eau. Cependant, leurs influences s'atténuent progressivement vers le sud ; ce qui explique l'opposition entre les deux domaines fondamentaux des "Rivières du Sud" grossièrement délimités par le Rio Geba qui traverse la partie centrale de la Guinée Bissau (fig. 2).

## **B - INFLUENCES DES FACTEURS CLIMATIQUES SUR L'HYDROLOGIE DES "RIVIERES DU SUD"**

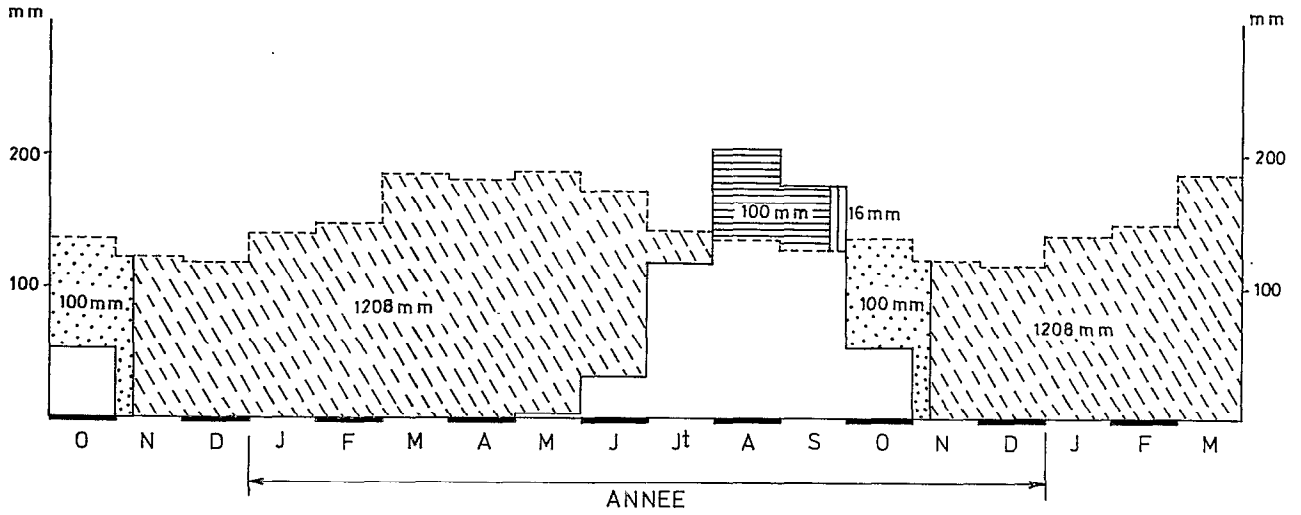
Si l'hydrologie constitue l'un des éléments principaux qui conditionnent le comportement et la distribution de la végétation de mangrove dans la région ; l'influence des facteurs liés à la pluviométrie et à l'E.T.P. (élément essentiel du bilan de l'écoulement) sur les régimes des cours d'eau des "Rivières du Sud" est déterminant à plus d'un titre. En fait, les régimes hydrologiques concernés dans ce domaine sont de type "tropical" ("tropical pur" et "tropical de transition" pour les fleuves Gambie et ceux du sud) et "sahélien" pour le Saloum et ses affluents (P. Michel, 1973). Les nuances plus ou moins prononcées relèvent essentiellement de leurs conditions d'alimentation et d'écoulement ainsi que celles de leur milieu. L'écoulement fluvial est, en fait directement influencé par le régime saisonnier des précipitations et surtout par leur irrégularité interannuelle qui s'accroît du sud au nord, comme je l'ai montré dans le premier chapitre.

### **1. LES COURS D'EAU ET LEURS COMPORTEMENTS HYDROLOGIQUES**

Les divers diagrammes élaborés pour certaines stations des fleuves côtiers de la région mettent tous l'accent sur l'étroite coïncidence entre les régimes pluviométriques et le régime des eaux (fig. 22 à 31). Dans toutes les stations étudiées, les périodes des hautes eaux correspondent à la saison de pluies (de juillet à novembre) alors que les basses eaux se situent en saison sèche, de décembre à juin.

Fig. 18 - REPRESENTATION GRAPHIQUE DU BILAN DE L'EAU

A- STATION DE KAOLACK - 1971-1980  
( 14°08' Lat. N )



B - STATION DE BANJUL - 1968 -1977  
( 13° 21' Lat. N )

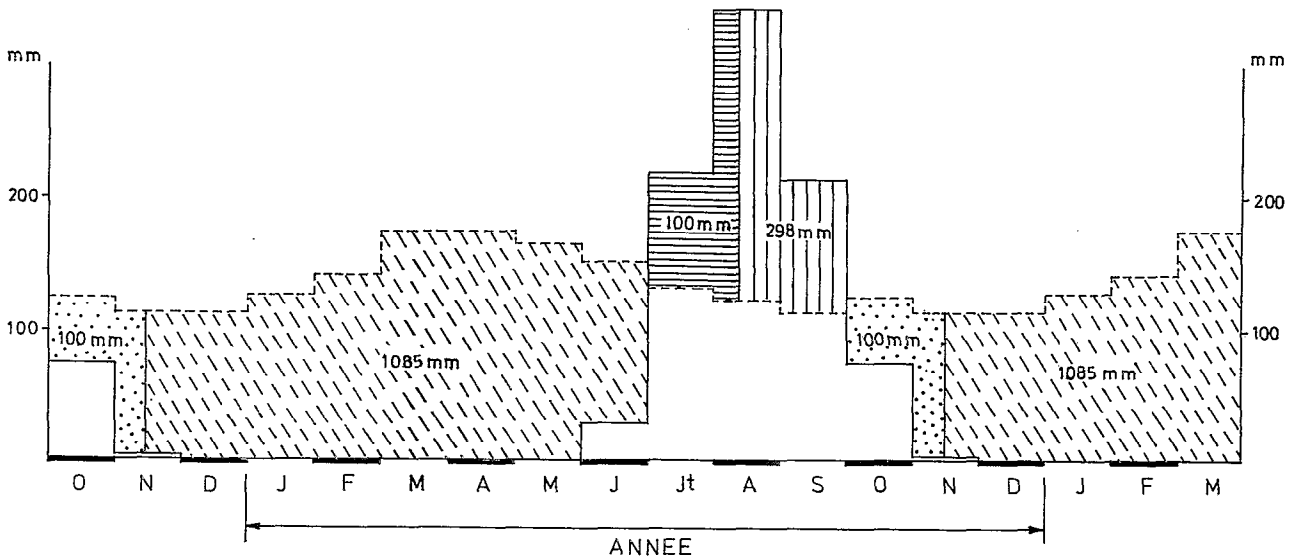
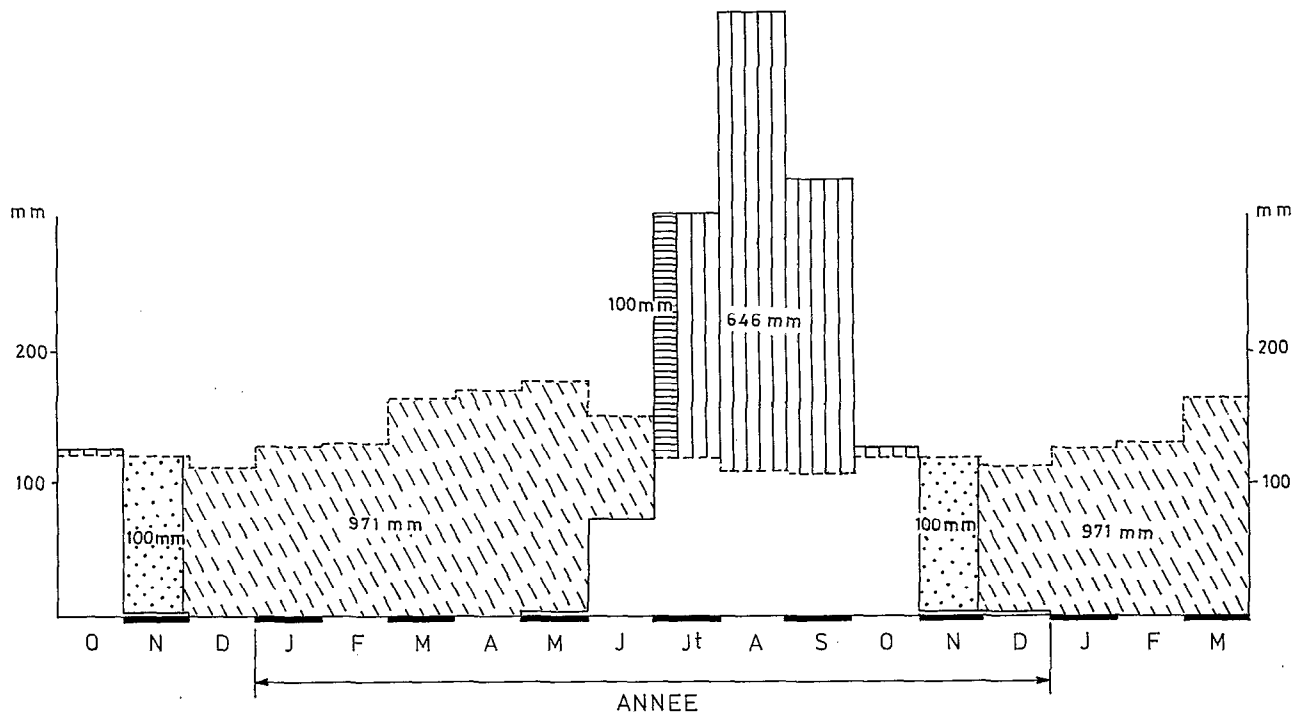


Fig. 19 - REPRESENTATION GRAPHIQUE DU BILAN DE L'EAU  
 A - STATION DE ZIGUINCHOR - 12°35' Lat. N  
 ( 1971-1980 )



B - STATION DE BISSAO - 11°51' Lat. N  
 ( 1971-1980 )

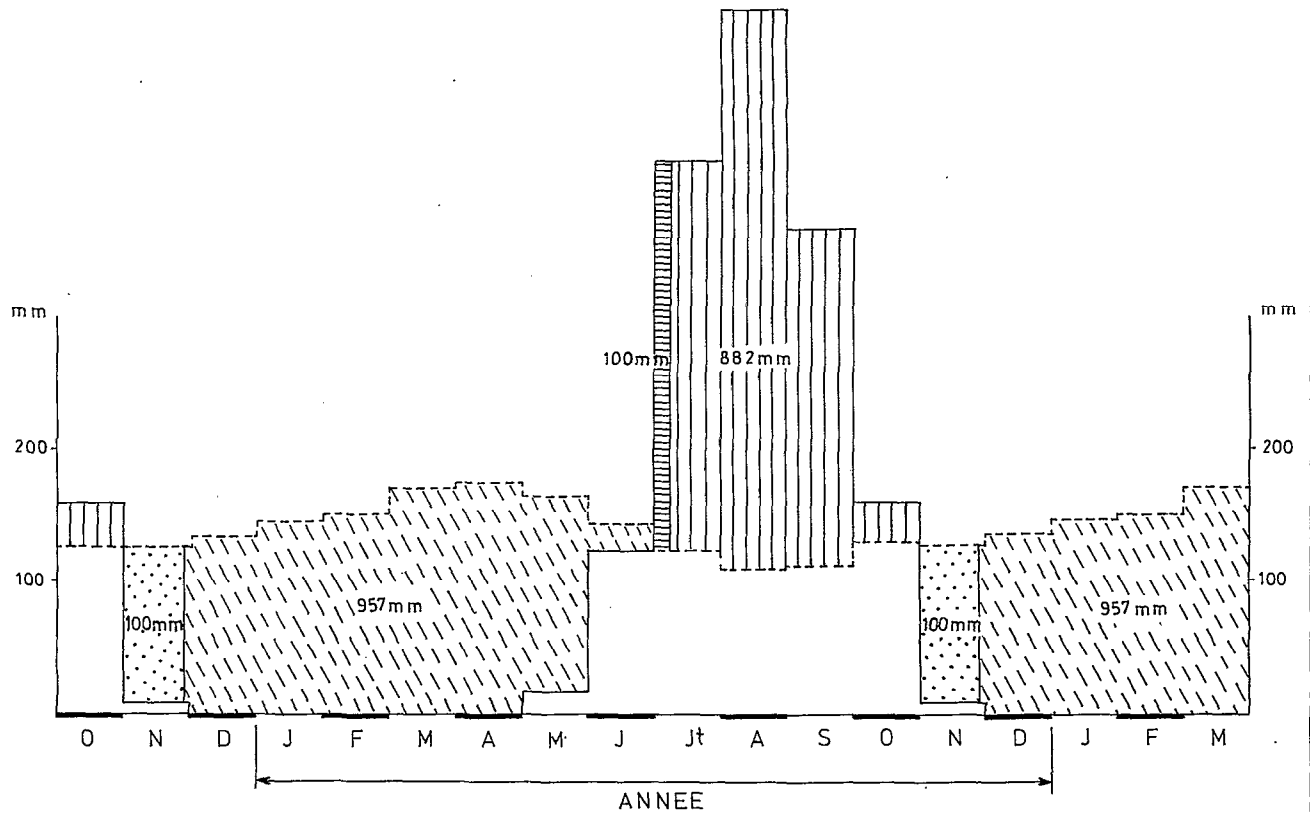








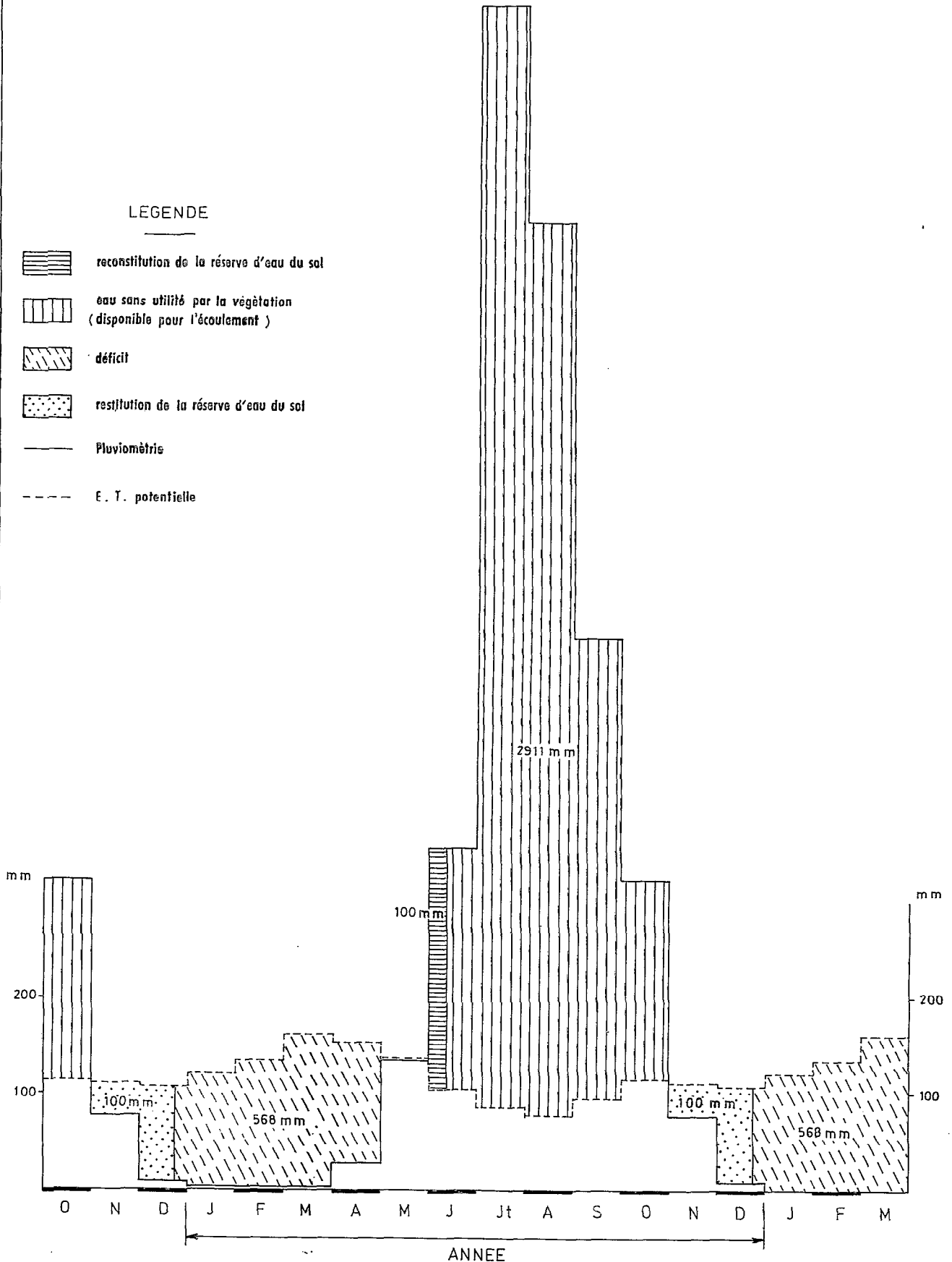


Fig. 20\_ REPRESENTATION GRAPHIQUE DU BILAN DE L'EAU

STATION DE CONAKRY ( 09°34' Lat.N )

LEGENDE

-  reconstitution de la réserve d'eau du sol
-  eau sans utilité par la végétation  
( disponible pour l'écoulement )
-  déficit
-  restitution de la réserve d'eau du sol
-  Pluviométrie
-  E. T. potentielle



Les écoulements des cours d'eau observés suivent les tendances pluviométriques et s'organisent en fonction de l'alimentation reçue depuis leurs bassins-versants. R. Frécaut (1983) parle à propos de ce domaine "du rôle exhaustif des facteurs pluviométriques".

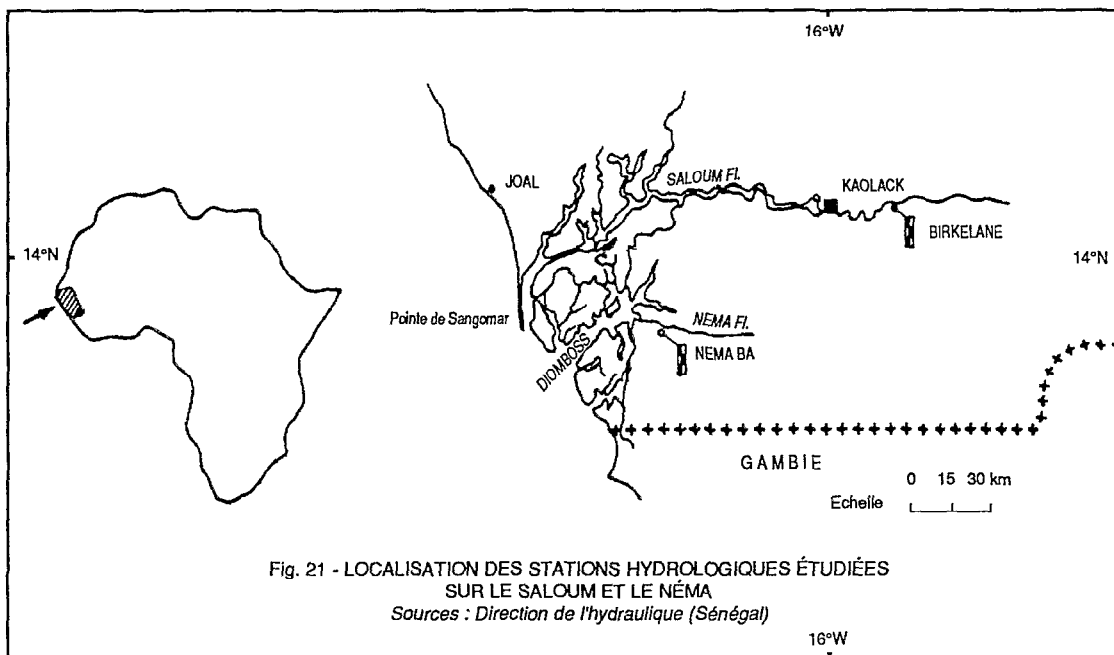


Tableau 24.- Rapports hauteurs d'eau / débits et pluviométrie dans 2 stations - Région du Bas Saloum 1976 et 1981

Stations	Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
- le Saloum à Birkilane														
. Hauteur d'eau moyenne (en cm)		-	-	-	-	-	-	59	-	-	-	-	-	
. Pluviométrie moyenne (en mm)		-	-	-	-	35.6	17.7	107.7	91.9	138.2	76.3	-	2.5	1976
- le Néma à Néma Ba														
. Hauteur d'eau moyenne (en cm)		66.9	65.2	64	62	-	-	59.8	79.1	79.6	84.9	70.4	69	
. Débit moyen (en m <sup>3</sup> /s)		0.158	0.133	0.120	0.100	-	-	0.246	0.581	0.482	0.673	0.255	0.186	
. Pluviométrie moyenne (en mm)		-	-	-	-	43.5	98	179.6	121.4	188.1	197.6	28	-	
- le Saloum à Birkilane														
. Hauteur d'eau moyenne (en cm)		-	-	-	-	-	-	42.4	-	-	-	-	-	
. Pluviométrie (en mm)		-	-	-	-	-	19.6	173	271.3	81.3	41.9	-	-	1981
- le Néma à Néma Ba														
. Hauteur d'eau moyenne (en cm)		-	-	-	-	-	-	13	12.6	59	53.1	57.7	52.2	
. Débit moyen (en m <sup>3</sup> /s)		-	-	-	-	-	-	-	0.056	0.131	0.073	0.132	0.047	
. Pluviométrie moyenne (en mm)		-	-	-	2	59	111	241	325	159	-	-	-	

La figure 22 qui concerne, dans le nord, les stations de Birkelane et de Néma Ba (réseau hydrographique du Saloum et de ses affluents, fig. 21), montre que la période "humide" se localise entre les mois d'août et de septembre. Elle donne lieu à un écoulement très épisodique en climat semi-aride - d'après le tableau 24 - et contribue très faiblement à l'alimentation en eau douce du fleuve Saloum. La seule rivière pérenne de cette région se trouve être le Néma (fig. 21) où en dépit des faibles débits moyens mensuels enregistrés (inférieurs à 0,7 m<sup>3</sup>/s en saison des pluies - tabl. 24), des hauteurs d'eau de plusieurs centimètres se maintiennent durant toute l'année ; ils sont vraisemblablement soutenus par les apports de la nappe phréatique qui se situe dans des formations perméables du "Continental terminal" (C.t.).

En dehors de la pluviométrie, la faiblesse des dénivellations contribue à la dégradation très poussée du réseau hydrographique du Saloum et de ses affluents. Quelques valeurs de pente assez significatives ont été mesurées (tabl. 25).

En résumé, les apports en eau en provenance des affluents amont du fleuve Saloum sont insignifiants. Le rôle très faible des bassins-versants comme collecteurs et évacuateurs des eaux de ruissellement n'est mis en évidence que lors des périodes de forte pluviosité.

Plus au sud, la Casamance se caractérise elle aussi par son relief peu accentué. Le point culminant de son bassin-versant, constitué par les formations du "Continental terminal" très perméables, se situe à 60 m d'altitude environ. Son régime fluvial est de type tropical pur avec une saison des pluies qui n'excède pas aujourd'hui 4 à 5 mois (de juin à octobre).

**Tableau 25.- Longueurs et valeurs des pentes de quelques rivières du Bas-Saloum - d'après G. Diluca (1975) in E.S. Diop (1978).**

Bassins	"Marigots"	Longueur	Pente
Saloum	Latmingué	12 km	1.6/1000
	Tyikat Diéri	15 km	1.3/1000
	Tawa	36 km	5.5/1000
	Bil	40 km	5/1000
Marigots côtiers	Néma	10 km	3/1000
	Senghor	20 km	6/1000
	Sokone	26 km	7/10000

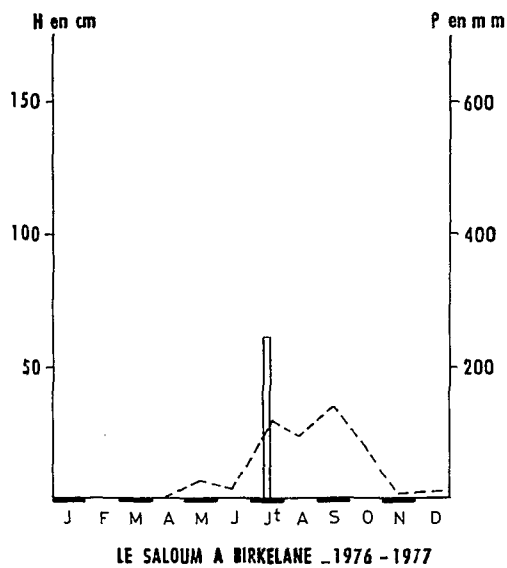
**Tableau 26.- Rapports pluies, débits et hauteurs d'eau en Casamance : Station de KOLDA.**

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Pluie débit et haut. d'eau													
Pluviométrie (en mm)	-	7.1	-	-	0.9	80.7	165.8	128.5	277.7	99.3	-	-	760
Débits (en m3/s)	3.03	2.47	1.67	0.97	0.67	0.49	1.63	2.51	4.82	7.74	2.16	1.16	2.44
Haut. d'eau (en cm)	90.5	79.7	62.8	43.7	31.5	25.6	77.6	133.3	173.3	207.2	102.4	71.5	91.6

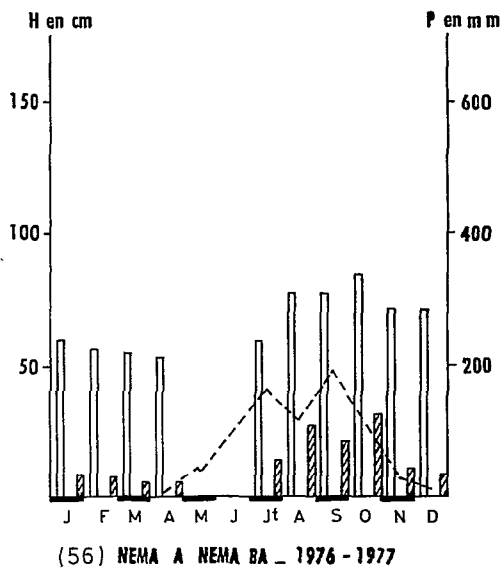
1968

Pluviométrie (en mm)	-	-	-	-	10.2	80.6	218.8	326.7	540.4	233.2	-	-	1001.9
Débits (en m3/s)	0.91	0.68	0.44	0.26	0.15	0.16	2.74	9.59	46.58	13.72	5.15	2.56	6.93
Hauteurs d'eau (en cm)	66.7	52.7	40.9	28.7	19.3	18.9	100.8	207.6	339.4	186.7	103.3	64.5	102.5

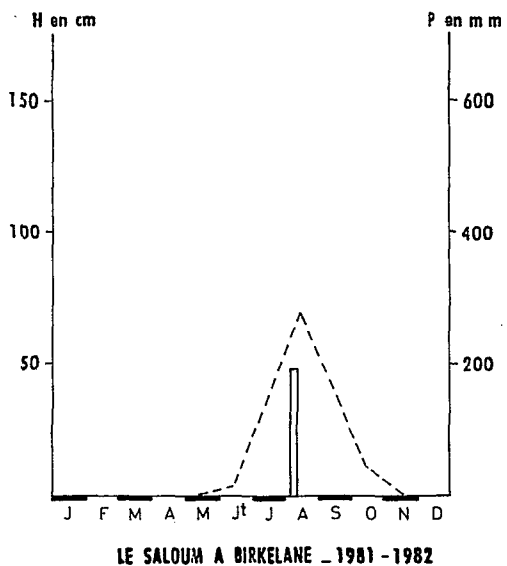
1969



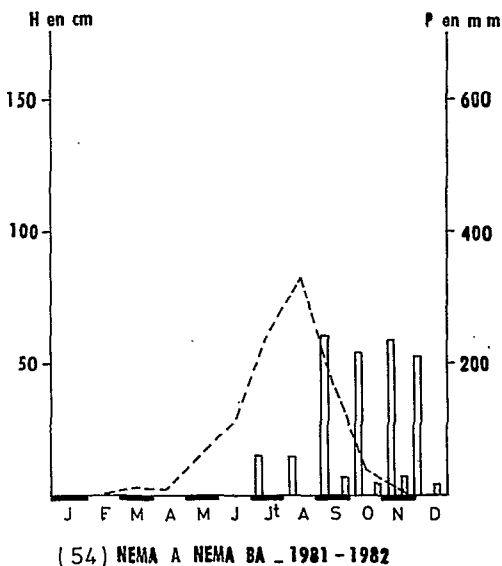
— hauteur d'eau moyenne en cm  
 - - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 ( KAOLACK \_1976 )



— hauteur d'eau moyenne en cm  
 // débits moyens mensuels en m³/s  
 - - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 ( MISSIRAH \_1976 )



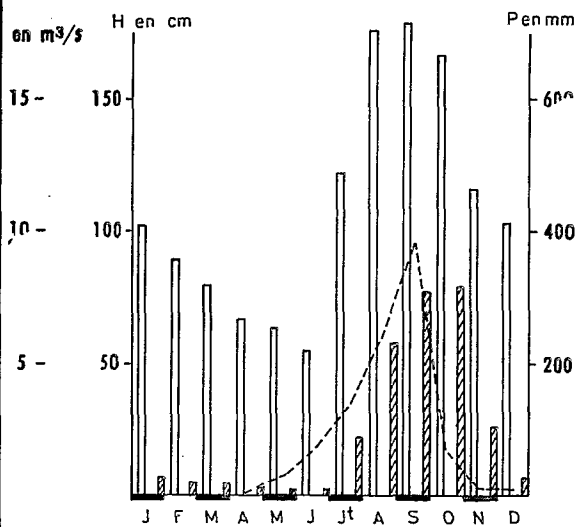
— hauteur d'eau moyenne en cm  
 - - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 ( KAOLACK \_1981 )



— hauteur d'eau moyenne en cm  
 // débits moyens mensuels en m³/s  
 - - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 ( MISSIRAH \_1981 )

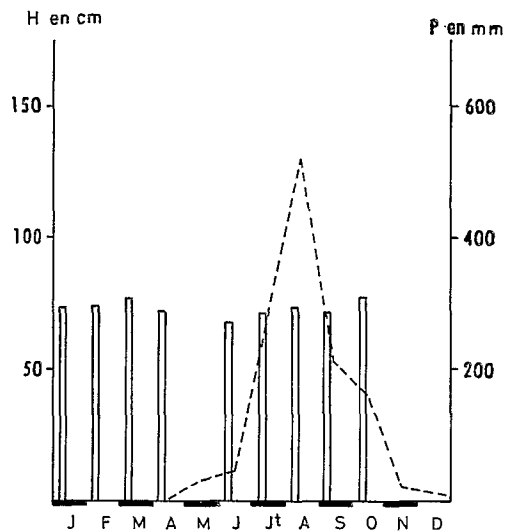
Fig. 22

RELATIONS PLUVIOMETRIE ET HAUTEURS D'EAU DANS 2 STATIONS  
 FLEUVE SALOUM ET SON AFFLUENT LE NEMA  
 (REP. DU SENEGAL)



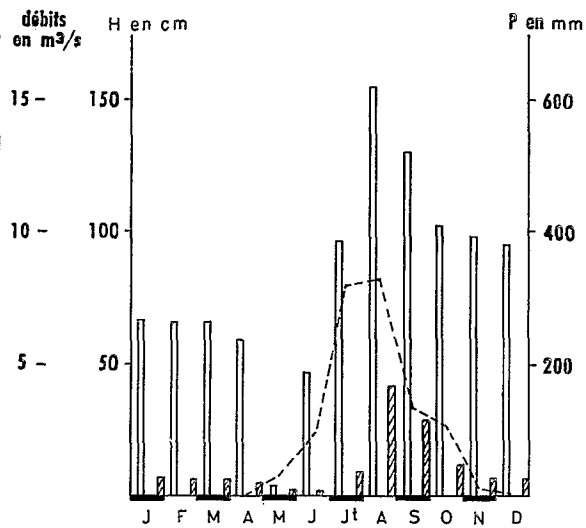
(62) LA CASAMANCE A KOLDA - 1976-1977

— hauteur d'eau moyenne en cm  
 ▨ débits moyens du cours d'eau en m<sup>3</sup>/s  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 (KOLDA - 1976)



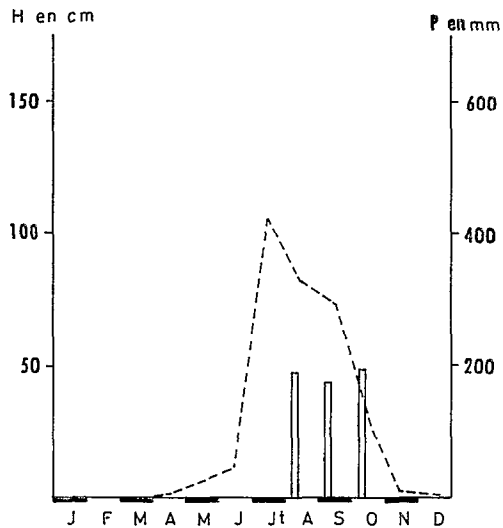
(50) GUIDEL A SOUKOUTA - 1976-1977

— hauteur d'eau moyenne en cm  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 (ZIGUINCHOR - 1976)



(65) LA CASAMANCE A KOLDA - 1981-1982

— hauteur d'eau moyenne en cm  
 ▨ débits moyens du cours d'eau en m<sup>3</sup>/s  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 (KOLDA - 1981)



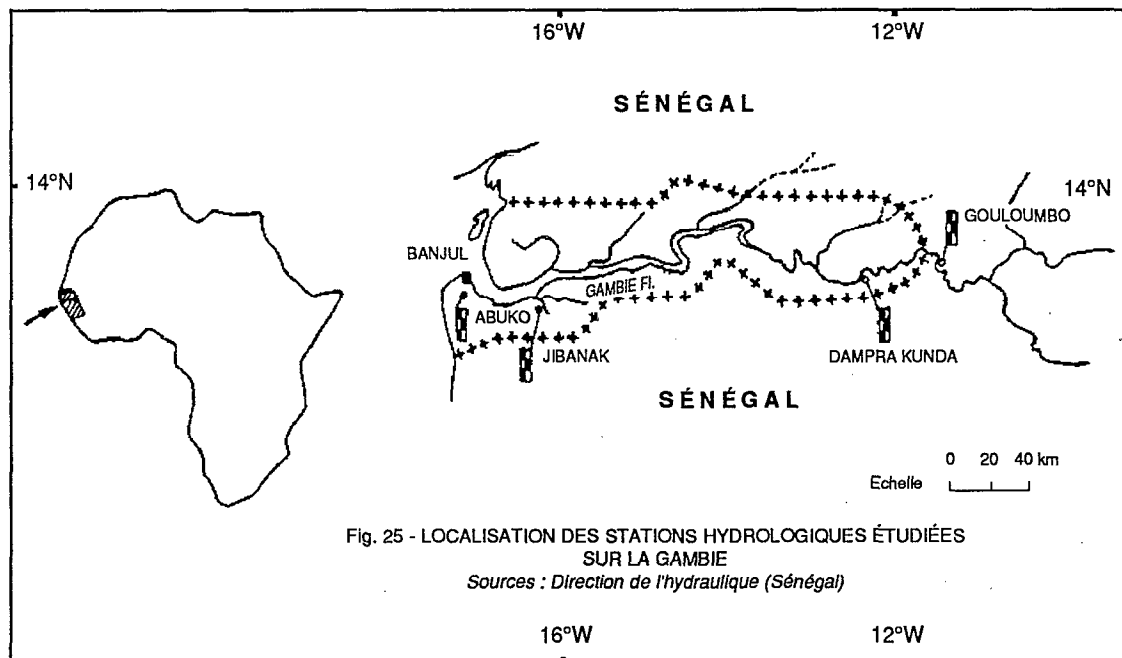
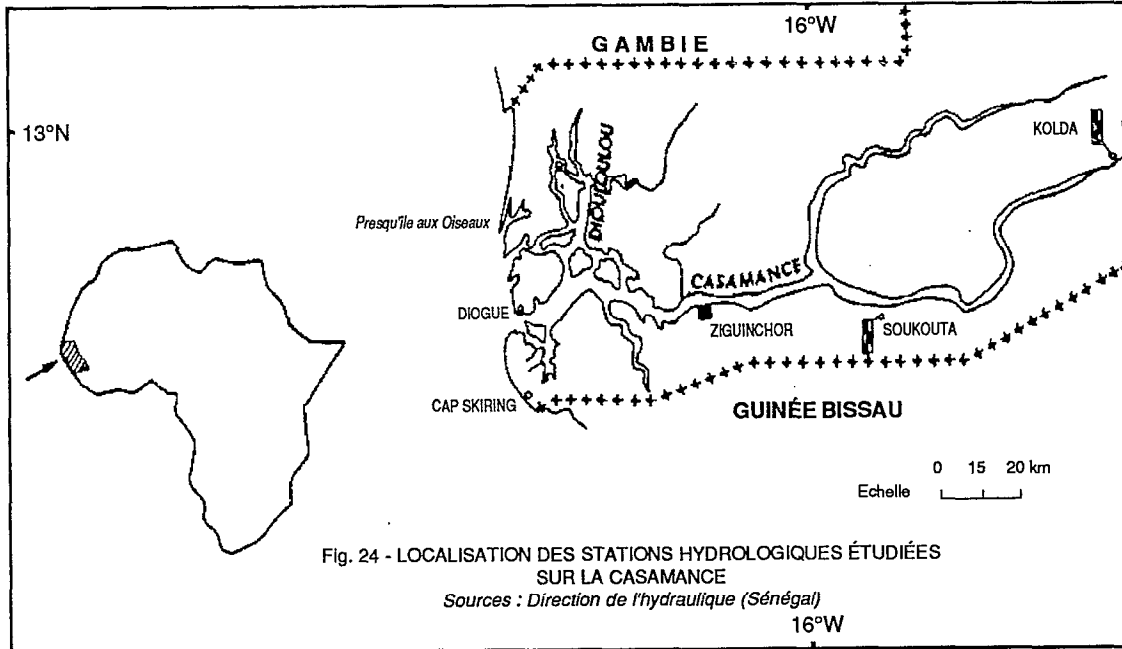
(50) GUIDEL A SOUKOUTA - 1981-1982

— hauteur d'eau moyenne en cm  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 (ZIGUINCHOR - 1981)

Fig. 23

RELATIONS PLUVIOMETRIE - DEBITS ET HAUTEURS D'EAU DANS 2 STATIONS  
 FLEUVE CASAMANCE ET SON AFFLUENT LE GUIDEL  
 (REP. DU SENEGAL)

En dépit de la faiblesse générale de la pente du fleuve, l'écoulement en année normale, notamment durant la saison des pluies, est suffisant pour réalimenter les réserves hydrologiques qui soutiennent les débits fluviaux jusqu'en saison sèche. L'étiage est cependant assez maigre, même après une saison des pluies excédentaire. Afin de faire ressortir les caractères hydrologiques du fleuve, deux stations ont été choisies en guise d'exemple : Kolda sur le fleuve Casamance - Guidel sur le Soukouta (fig. 24).



Les maxima sont toujours enregistrés en saison des pluies, en particulier en août/septembre alors que les minima se situent en fin de saison sèche (mai/juin). Si les hauteurs d'eau se maintiennent relativement bien de juin/juillet à mars (fig. 23) le débit en revanche décroît très vite ; la phase de tarissement intervient en mars/avril. Mais, dès les premières pluies, le débit augmente et se stabilise. Cependant, ces dernières années, largement déficitaires, ont réduit l'écoulement de plus de moitié (tabl. 21). Si bien que du fait de l'importante variabilité interannuelle de la pluviométrie, l'écoulement du fleuve de la Casamance connaît des fluctuations considérables d'une année et d'une saison à l'autre.

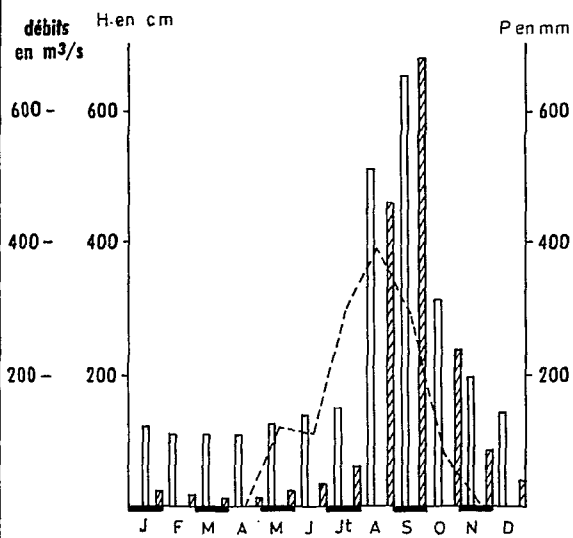
**Tableau 27.- Station de Kolda sur la Casamance : variations de la pluviométrie et du module en fonction de différentes années.**

Années	Modules	Pluviométrie
1968	2.44 m3/s	760 mm
1969	6.93 m3/s	1409.9 mm
1976	2.36 m3/s	917.8 mm
1981	1.12 m3/s	994.7 mm

Entre ces deux réseaux fluviaux, la Gambie est moins sujette aux fluctuations saisonnières. Elle prend sa source dans le Fouta Djallon. Son bassin-versant est incomparablement plus important par sa superficie (42 000 km<sup>2</sup> à Goulombo), par sa longueur qui dépasse 1 100 km au total, et par son débit nettement plus abondant (F. Blasco 1983). La Gambie appartient d'abord au régime de type tropical de transition. Dans son cours supérieur, sa pente est très forte et elle est abondamment alimentée par les pluies qui tombent sur son haut bassin (P. Michel, 1973).

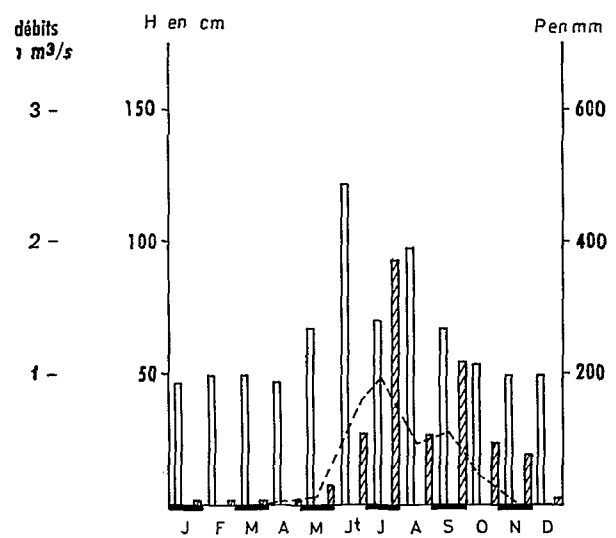
**Tableau 28.- Rapports pluies, débits et hauteurs d'eau à la station de Goulombo - Fleuve Gambie - 1976**

Pluie, débits et hauteurs d'eau	Mois												Année
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
Pluviométrie (en mm)	-	-	-	-	25.4	196.4	251.3	185.2	366.2	51.3	24.6	0.8	1101.4
Débits (en m3/s)	20.9	12.8	5.99	2.83	2.03	3.05	172	414	418	428	205.4	55.8	145
Hauteurs d'eau (en cm)	136.9	120.3	117.7	113.7	111.9	126.3	273.7	459.5	461.9	470.6	292.1	170.3	237.9



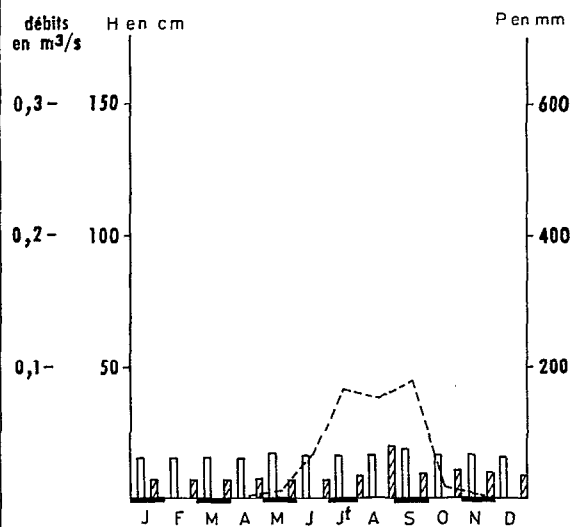
(24) LA GAMBIE A GOULOUMBO\_1981-1982

— hauteur d'eau moyenne en cm  
 ▨ débits moyens du cours d'eau en m<sup>3</sup>/s  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 (KEDOUGOU\_1981)



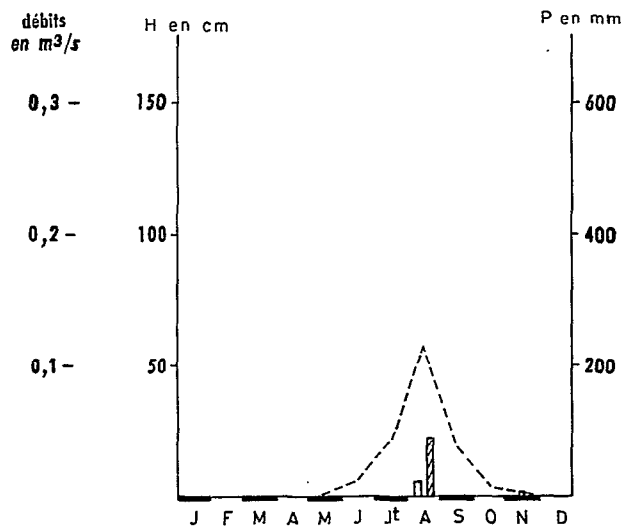
PRUFU BOLON A DAMPHA KUNDA\_1983-1984

— hauteur d'eau moyenne en cm  
 ▨ débits moyens du cours d'eau en m<sup>3</sup>/s  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche.  
 (GIROBA MFC\_1983)



JURUNG KUMANI A JIBANAK\_1983-1984

— hauteur d'eau moyenne en cm  
 ▨ débits moyens du cours d'eau en m<sup>3</sup>/s  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 (KONJIBAT MFC\_1983)



LAMIN BOLON A ABUKO\_1983-1984

— hauteur d'eau moyenne en cm  
 ▨ débits moyens du cours d'eau en m<sup>3</sup>/s  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 (BUNDUNGBA KUNDA\_1983)

Fig. 26

RELATIONS PLUVIOMETRIE - DEBITS ET HAUTEURS D'EAU DANS DIFFERENTES STATIONS  
 FLEUVE GAMBIE ET AFFLUENTS  
 (REP. DE GAMBIE)



A Gouloumbo, elle passe au régime de type tropical pur (fig. 26) mais les mesures effectuées dans cette région de même que les données hydrologiques obtenues indiquent que les eaux montent rapidement en août avec un maximum en septembre/octobre (plus de 650 m<sup>3</sup>/s en 1981 contre 428 m<sup>3</sup>/s en 1976). Le minimum est enregistré en avril/mai (fin de saison sèche) : exemple : 2,03 m<sup>3</sup>/s en mai 1976. Voir tabl. 28 et fig. 26.

Le caractère important de cet écoulement par rapport aux fleuves que l'on vient d'étudier doit être imputé moins à la nature de la pente (1,70% d'après H. Lô, 1984) qu'aux apports substantiels des affluents qui s'écoulent sur des formations imperméables (P. Michel, 1973).

En aval de Gouloumbo, l'alimentation du fleuve devient faible. En fait les écoulements dans les petites rivières formées sur le grès du "Continental terminal" sont si faibles qu'ils se traduisent par des apports quasiment nuls. Trois stations ont été choisies en guise d'exemples : Dampha Kunda en Amont - Jibanak et Abuko en aval (fig. 26). Elles montrent (par l'étude combinée de la pluviométrie dans leurs bassins-versants, de leur débits et de leur hauteur d'eau) que les maxima se localisent toujours en août/septembre : 1,8 m<sup>3</sup>/s à Dampha Kunda ; 0,4 m<sup>3</sup>/s à Jibanak - et les minima, en mars/avril (< 0,01 m<sup>3</sup>/s) si les cours d'eau ne sont pas taris, comme c'est le cas dans le Lamin Bolon.

Au total, hormis le Prufu bolon situé en amont où l'écoulement est permanent, le Lamin bolon et le Jurung se comportent comme leurs voisins du nord (Saloum, Néma, Sokone) et présentent les mêmes caractéristiques du point de vue régime hydrologique ; à savoir un écoulement de type sahélien, faible et épisodique (fig. 26). Les conséquences de la faiblesse de cette dynamique fluviale se manifestent par une propagation très aisée des ondes de marée sur le cours inférieur ; propagation qui atteint le pont de Gouloumbo en période d'étiage, c'est-à-dire à plus de 400 km en amont (P. Michel, 1973).

Au sud du Rio Geba, les régimes des fleuves côtiers de la Guinée Bissau et de la République de Guinée qui reçoivent sur leur bassin-versant plus de 1000 mm d'eau par an, illustrent bien l'exemple des régimes tropicaux humides de transition directement influencés par la répartition saisonnière des pluies avec :

- + une période des hautes eaux qui dure de 5 à 6 mois (7 mois pour le Konkouré - fig. 31), où le maximum hydrologique d'août ou de septembre<sup>27</sup> est toujours en retard de 1 ou 2 mois sur le maximum pluviométrique de juillet ou août (en particulier dans les fleuves de la République de Guinée (fig. 29). R. Frécaut (1982) explique la constance de ce phénomène par la saturation des sols préalable au ruissellement superficiel.
- + une période des basses eaux en saison sèche, où le minimum mensuel se situe en mars/avril<sup>28</sup>. L'exemple du Rio Corubal à la station de Saltinho (fig. 27) avec des débits portant sur quatre années successives : de 1977 à 1980 - met l'accent sur le caractère peu pondéré du régime pluvial tropical de transition et sur son irrégularité calquée sur celle de la pluviométrie (fig. 28).

A cet égard, 1978 par sa forte pluviosité, donne des débits nettement plus élevés (plus de 1200 m<sup>3</sup>/s en septembre) comparés aux trois autres années (1977, 1979 et 1980). Les fleuves de la République de Guinée suivent les mêmes tendances avec une pluviométrie nettement accrue puisque les bassins-versants amont des réseaux fluviaux reçoivent plus de 1500 mm de précipitations. Le module est plus soutenu en raison de la longueur de la saison pluvieuse. En fait, la plupart des fleuves côtiers de ce domaine ont un débit permanent et leur direction d'alignement est grosso modo NE SW avec un rôle important de la structure, l'écoulement

---

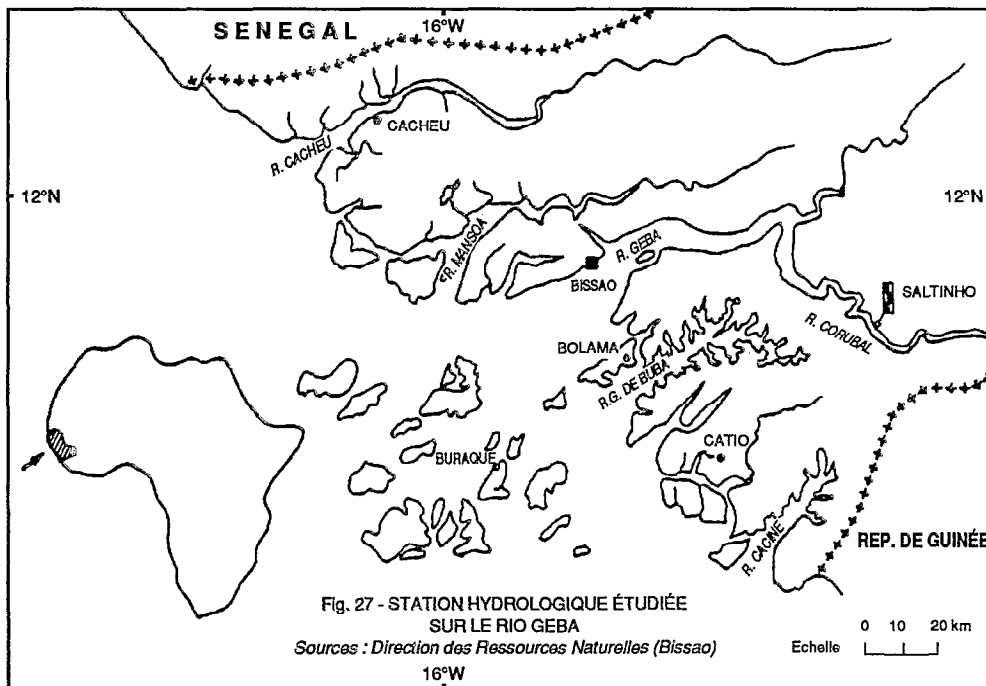
<sup>27</sup> - 714 m<sup>3</sup>/s en septembre 1977 pour le Corubal (fig. 28).  
- 1245 m<sup>3</sup>/s en septembre 1978 pour le même fleuve à Saltinho.

<sup>28</sup> - 8 m<sup>3</sup>/s en avril 1977 à Saltinho sur le Rio Corubal (fig. 28)  
6,72 m<sup>3</sup>/s en avril 1978 à la même station.

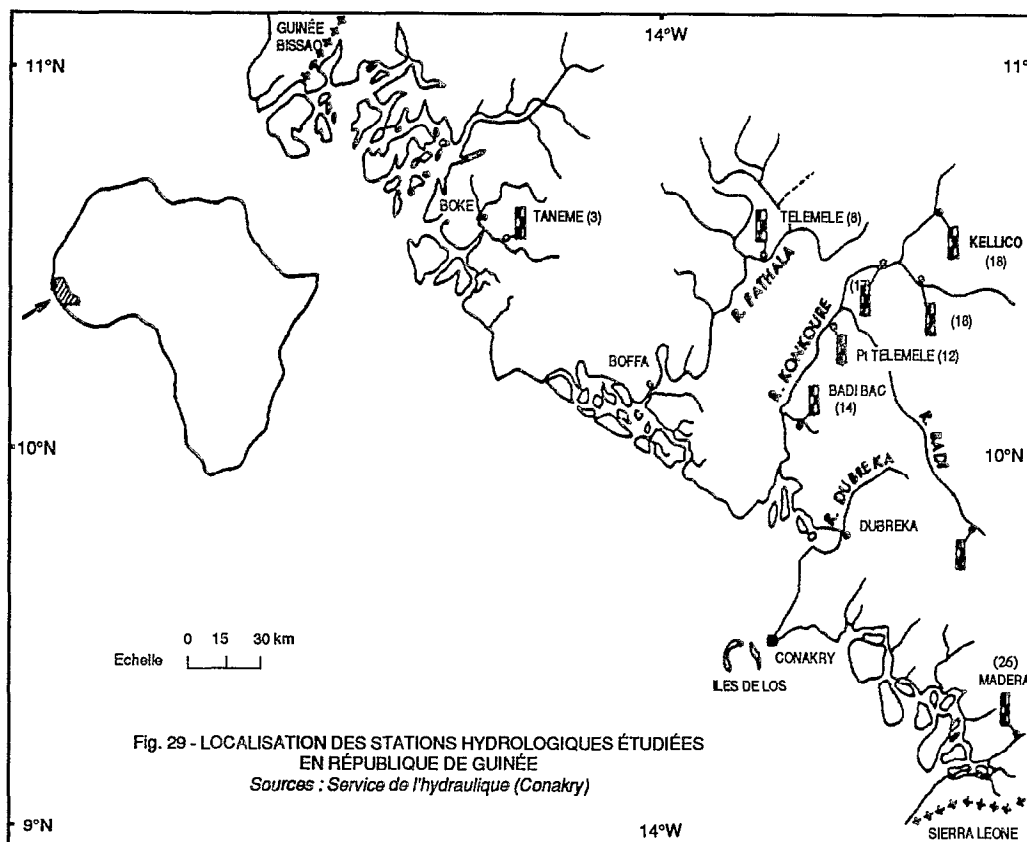
s'effectuant des hauts plateaux gréseux de la moyenne Guinée vers la mer (fig. 29). Hormis les stations situées dans le nord-est ou dans le nord (Kellico, Tanémé), les débits des fleuves présentent des maxima importants notamment en saison des pluies, même en ces années 1970-1972 où une diminution de la pluviométrie a été enregistrée dans toutes les stations de la région (tabl. 29).

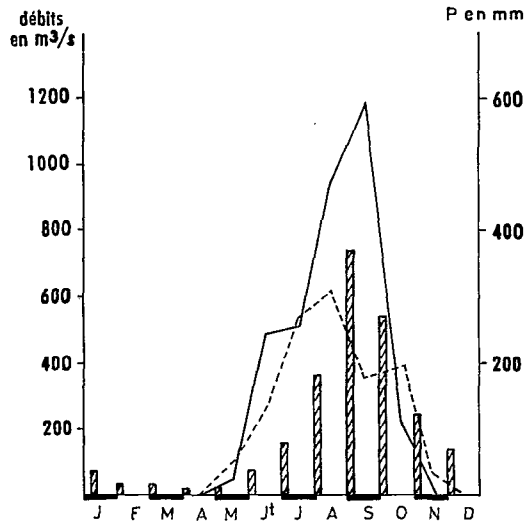
**Tableau 29.- Lames d'eau précipitées, modules et hauteurs d'eau moyennes enregistrées sur quelques stations de la République de Guinée**

Données	Lames d'eau précipitées en mm	Modules en m <sup>3</sup> /s	Hauteur d'eau moyenne en cm
<b>Stations et Années</b>			
<b>Station 8</b> (Fathala à Télimélé)			
1972	1770 mm	2.9	23.1
1978	1404 mm	-	51.6
1980	1487 mm	-	-
<b>Station 12</b> (Konkouré ou Télimélé)			
1972	1897 mm	393.4	502.7
1978	1975 mm	-	379.5
<b>Station 13</b> (Badi à Linsan)			
1970	1632 mm	76.6	143.4
1978	1891 mm	-	218.3
<b>Station 17</b> (Kokoulo à Diawla)			
1972	1654 mm	10.2	146.7
1981	1891 mm	-	155.3
<b>Station 18</b> (Konkouré à Pita)			
1972	1770 mm	2.9	30.2
1978	1404 mm	-	33.7
<b>Station 26</b> (Kolente à Badera)			
1972	1897 mm	62.4	110.2
1978	1975 mm	-	116.4
1981	1657 mm	-	90.5
<b>Station 19</b> (Garambe à Kellico)			
1972	1770 mm	1.8	63.7
1978	1404 mm	-	59.6
<b>Station 3</b> (Tinguilenta à Tanéné)			
1972	2374 mm	-	76.4
1978	1635 mm	-	79.7



Exemples : plus de 340 m<sup>3</sup>/s à Badera pour le Kolente en sept. 1970 ;  
 plus de 800 m<sup>3</sup>/s pour le konkouré au point Téliélé en août 1972 ;  
 plus de 650 m<sup>3</sup>/s pour le Badi à Badi Bac en sept. 1970 (voir fig. 29, 30 et 31).

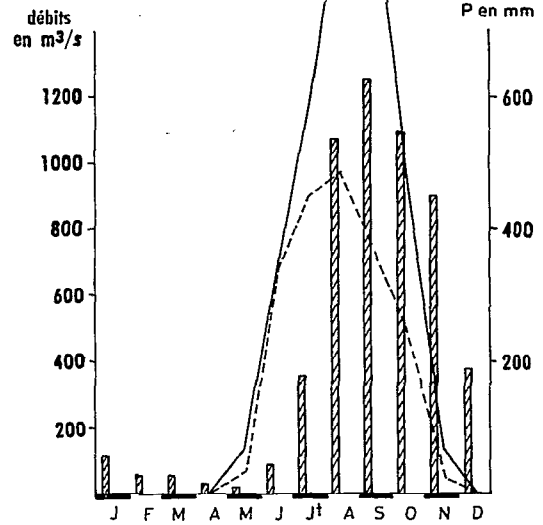




▨ débits moyens mensuels en m<sup>3</sup>/s

BAFATA - - - } pluviométrie des stations les plus proches  
 BEDANDA ——— }

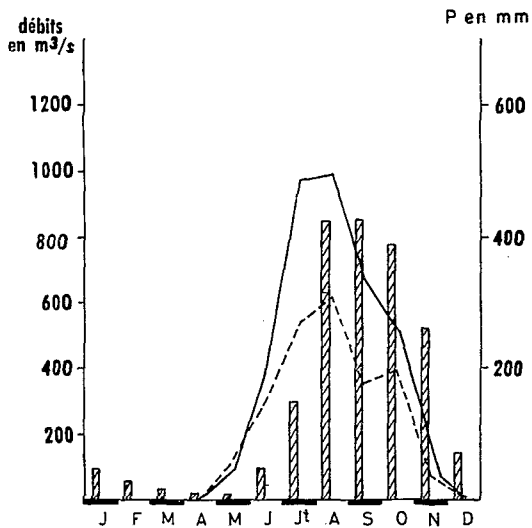
1977



▨ débits moyens mensuels en m<sup>3</sup>/s

BAFATA - - - } pluviométrie des stations les plus proches  
 BEDANDA ——— }

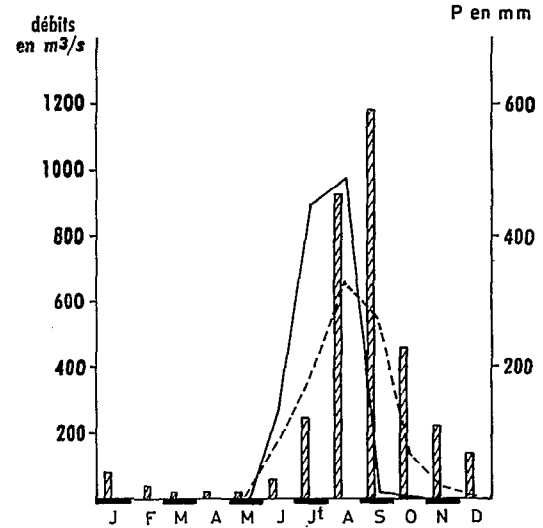
1978



▨ débits moyens mensuels en m<sup>3</sup>/s

BAFATA - - - } pluviométrie des stations les plus proches  
 BEDANDA ——— }

1979



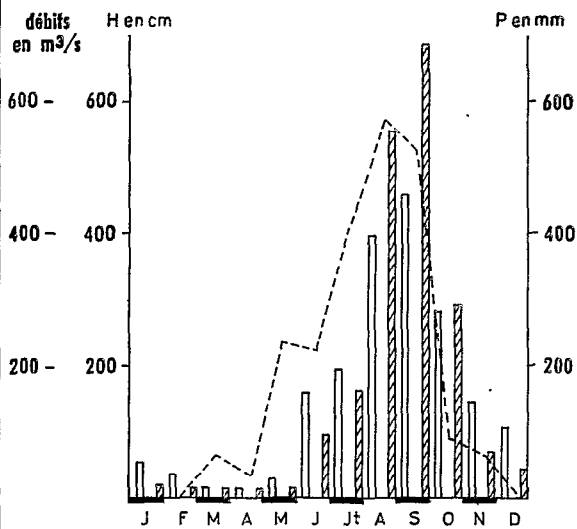
▨ débits moyens mensuels en m<sup>3</sup>/s

BAFATA - - - } pluviométrie des stations les plus proches  
 BEDANDA ——— }

1980

Fig. 28

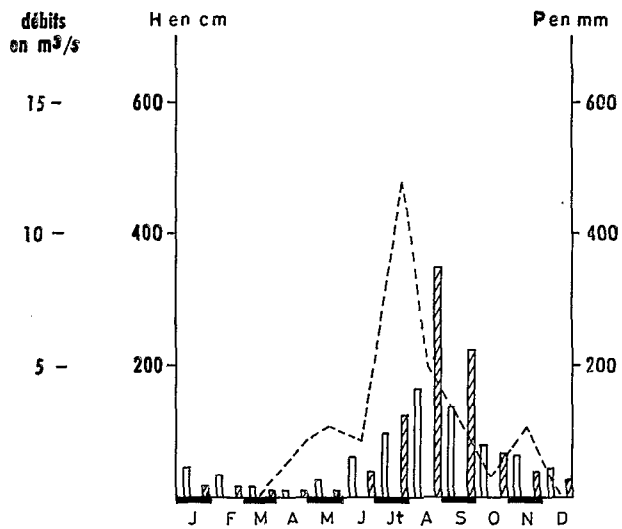
RELATIONS PLUVIOMETRIE - DEBITS A LA STATION DE SALTINHO  
 FLEUVE CORUBAL  
 (REP. DE GUINEE BISSAO)



( 14 ) BADI A BADI SAC - 1970

— hauteur d'eau moyenne en cm  
 // débits moyens du cours d'eau en m<sup>3</sup>/s  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche.

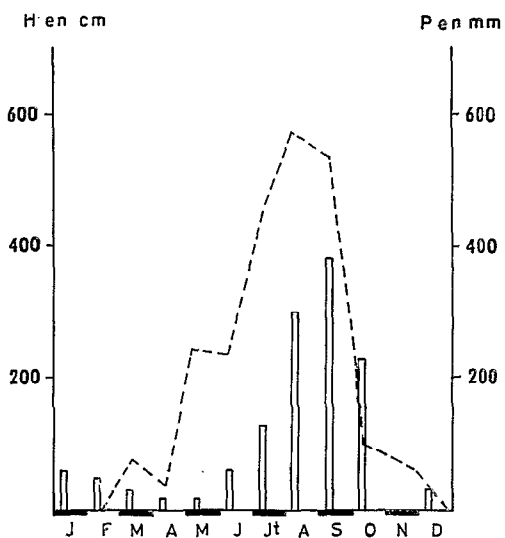
( KINDIA - 1970 )



( 19 ) GARAMBE A. KELICO - 1970

— hauteur d'eau moyenne en cm  
 // débits moyens du cours d'eau en m<sup>3</sup>/s  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche.

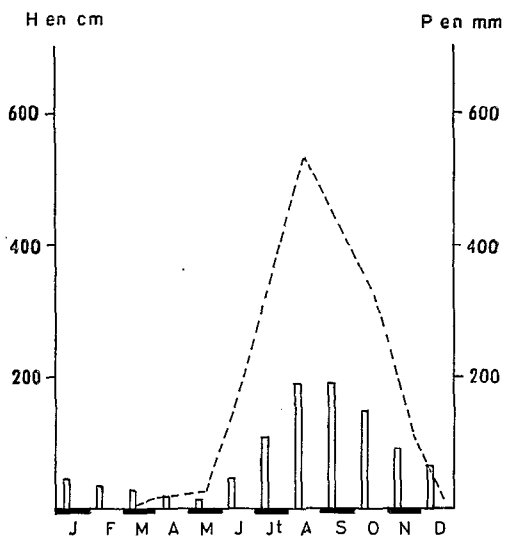
( PITA - 1970 )



( 26 ) KOLENTE A BADERA - 1972

— hauteur d'eau moyenne en cm  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche

( KINDIA - 1970 )



( 3 ) TINGUILINTA A TANEME - 1972

— hauteur d'eau moyenne en cm  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche

( BOKE - 1970 )

Fig. 30

RELATIONS PLUVIOMETRIE - DEBITS ET HAUTEURS D'EAU DANS DIFFERENTES STATIONS DE FLEUVES COTIERS

( REP. DE GUINEE )

Ces maxima sont très vite résorbés avec cependant une décroissance des modules à partir de septembre qui est beaucoup moins rapide que sur la Casamance et la Gambie. Dès le mois de décembre débute la période des basses eaux avec des minima situés en avril/mai - entre 6 et 12 m<sup>3</sup>/s pour les mêmes stations. Malgré l'importance des lames d'eau précipitées, ces régimes comme les précédents, notamment en Guinée Bissau, sont immodérés à cause des écarts marqués entre les débits moyens mensuels (fig. 28-30 & 31). Ils connaissent une certaine irrégularité interannuelle puisque dépendant essentiellement de la pluviométrie ; mais cette irrégularité est de loin plus importante dans le nord.

Les cours d'eau de ce domaine présentent, au total, des régimes dont le mode est calqué sur la répartition saisonnière des précipitations, facteur décisif qui explique les modalités de l'écoulement fluvial, une même évapotranspiration réelle intervenant tout au long de l'année (R. Frécaut, 1982).

## 2. CONSÉQUENCES DE L'ARIDITÉ CLIMATIQUE ACTUELLE SUR LES RÉGIMES DES COURS D'EAU

Les données hydrométriques de dates différentes ont permis de mettre en évidence de manière significative l'irrégularité des divers régimes hydrologiques et la baisse généralisée des débits fluviaux dans tout le domaine étudié.

L'exemple le plus typique, dans un milieu où les facteurs de l'aridité sont les plus exacerbés, est celui de la partie septentrionale des "Rivières du Sud". Les données de 1976 et de 1981 mettent l'accent sur la quasi-inexistence en saison des pluies, de l'écoulement en eau douce du Saloum à Birkelane (fig. 22) et sa nette diminution dans les rivières voisines.

Exemple du Néma à Néma Ba (tabl. 30)

Tableau 30.- Pluviométrie/Débits et Hauteurs d'eau à Néma Ba

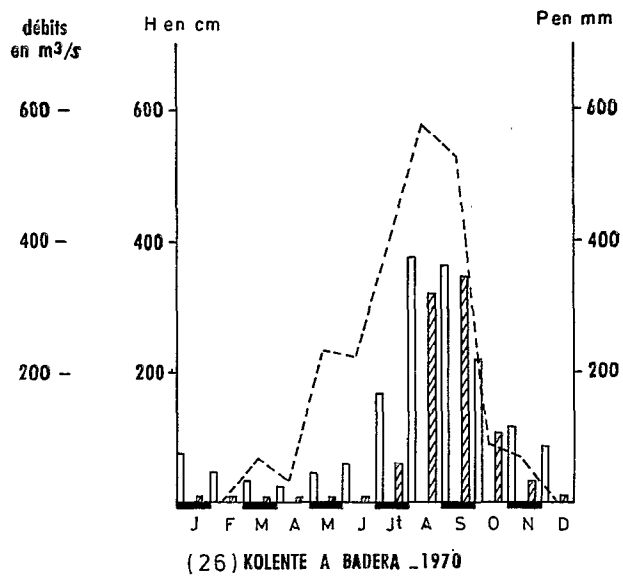
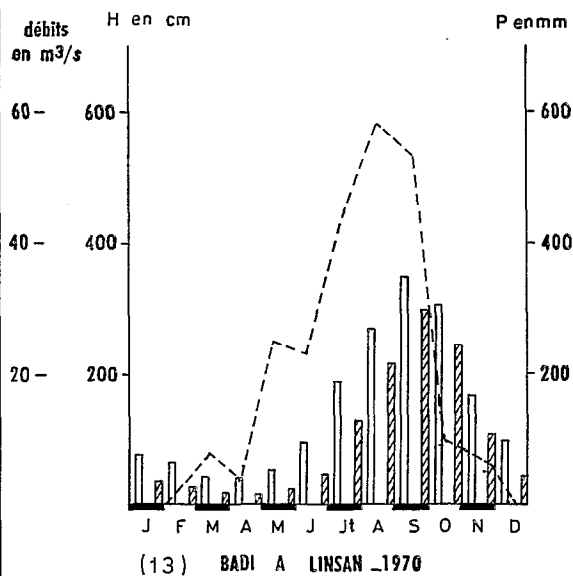
Années	Données	Pluviométrie	Débits moyens annuels en m <sup>3</sup> /s	Hauteurs d'eau en cm
1976		777.7 mm	0.29	70.09
1981		899 mm	0.030 (1)	41.3 (1)

(1) Données incomplètes

La diminution des hauteurs d'eau et des débits mais aussi leur irrégularité ont été observées durant la même période pour les stations de Gouloumbo et de Kolda situées sur la Gambie et la Casamance (tabl. 31).

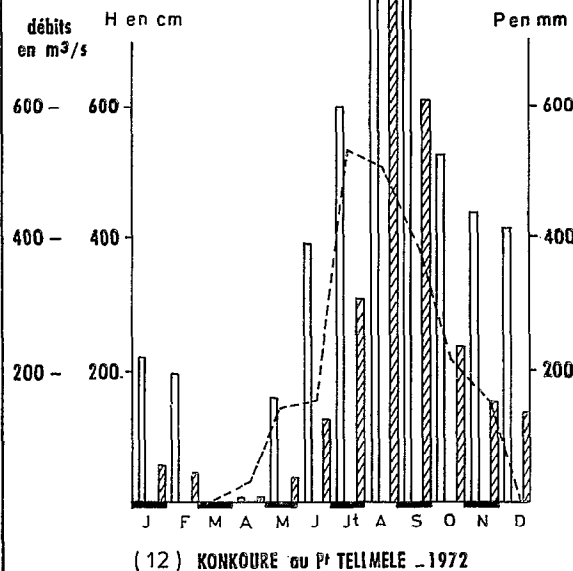
Tableau 31.- Pluviométrie/débits et hauteurs d'eau à Kolda et à Gouloumbo.

Stations	Années	Pluviométrie en mm	Débits moyens annuels en m <sup>3</sup> /s	Hauteurs d'eau en cm.
KOLDA	1968	760	2.44	91.6
	1969	1409.9	6.93	102.5
KOLDA	1976	920.4	2.36	109.6
	1981	1001.9	1.12	91.8
GOULOUMBO	1976	1101.4	145	237.9
	1981	1296.1	138	224

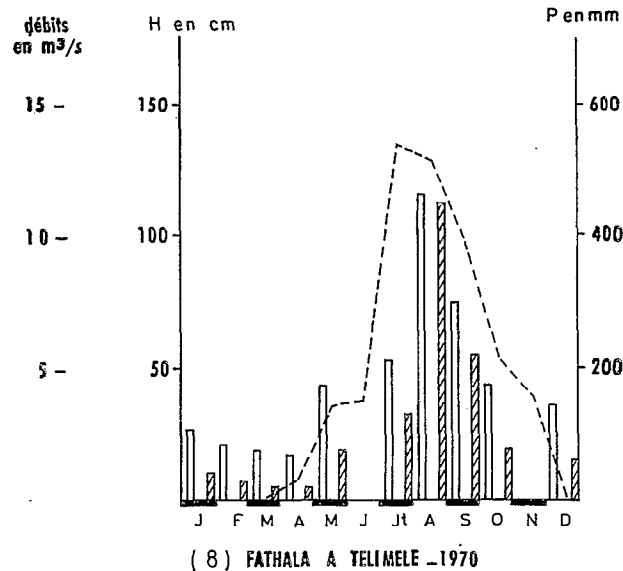


— hauteur d'eau moyenne en cm  
 ▨ débits moyens du cours d'eau en m<sup>3</sup>/s  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 ( KINDIA \_1970 )

— hauteur d'eau moyenne en cm  
 ▨ débits moyens du cours d'eau en m<sup>3</sup>/s  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 ( KINDIA \_1970 )



— hauteur d'eau moyenne en cm  
 ▨ débits moyens du cours d'eau en m<sup>3</sup>/s  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 ( TELIMELE \_1970 )



— hauteur d'eau moyenne en cm  
 ▨ débits moyens du cours d'eau en m<sup>3</sup>/s  
 - - - pluviométrie de la station la plus proche  
 ( TELIMELE \_1970 )

Fig. 31

RELATIONS PLUVIOMETRIE - DEBITS ET HAUTEURS D'EAU DANS DIFFERENTES STATIONS DE FLEUVES COTIERS

( REP. DE GUINEE )

L'analyse des débits et des hauteurs d'eau des petits affluents de la Gambie confirme le très faible écoulement de ces petits cours d'eau (fig. 23). En 1983, les données hydrométriques suivantes ont été enregistrées pour ces affluents de la Gambie (tabl. 32).

**Tableau 32.- Modules et hauteurs d'eau moyennes à Dampha Kunda, Jibanak et à Abuko (Affluents du fleuve Gambie).**

Stations	Modules en m <sup>3</sup> /s	Hauteur d'eau moyenne en cm
Dampha Kunda	0.41	62.2
Jibanak	0.01	0.17
Abuko	0.005	0.029

Ces valeurs très faibles montrent la similitude, du point de vue des caractéristiques hydrologiques et de l'écoulement, entre les petits affluents et rivières voisines du Saloum d'une part - et ceux de la Gambie, d'autre part. L'absence d'apports provenant des affluents situés en territoire gambien, ainsi que les pertes en eaux dues à l'évaporation physique, explique que l'abondance spécifique diminue d'amont en aval et cède le pas à des influences océaniques (marées dynamiques et de salinité en particulier) qui atteignent Gouloumbo au cœur de la saison sèche (fig. 25).

Si pour la Casamance et la Gambie, les débits et hauteurs d'eau sont plus substantiels, leur diminution et leur irrégularité deviennent, ici aussi, la règle durant la période observée (1976-1981). Cela a été mis en évidence par l'analyse des stations de Kolda et de Gouloumbo (tabl. 31). Les mêmes observations sur une période plus longue ont pu être faites en Guinée Bissau sur le Rio Corubal (en amont du Rio Geba). La station de Salthinho, choisie comme exemple, confirme la tendance à la baisse généralisée du débit des fleuves de la région, mais aussi la tendance de l'irrégularité de leur régime hydrologique (fig. 28). De 1977 à 1980, les données obtenues ont été les suivantes :

**Tableau 33.- Régimes hydrologiques du Rio Corubal à la station de SALTHINHO - de 1977 à 1981 - d'après L. Pintelon, 1983.**

Années	Lames d'eau précipitées en mm	DEBITS : Valeurs annuelles en m <sup>3</sup> /s		
		Max.	Min.	Moyenne
1977/1978	982	1054	5.97	191
1978/1979	1661	1575	4.25	392
1979/1980	1249	1101	8.04	309
1980/1981	895	1420	7.35	271

alors que de 1957 à 1962, les valeurs moyennes suivantes ont été enregistrées (tabl. 34).

Les données du tableau 34, issues des études hydrologiques portugaises, comparées aux résultats des années plus récentes (tabl. 33), mettent en évidence une diminution qui dépasse parfois le tiers du débit enregistré en année normale. Cependant, la pluviométrie de la région et les disponibilités pour l'écoulement, encore importants, rendent moins perceptibles cette baisse généralisée des débits (fig. 28).



**Tableau 34.- Régimes hydrologiques du Rio Corubal à la station de SALTHINHO - de 1957 à 1963.**

Années	Lames d'eau précipitées en mm	DEBITS : Valeurs annuelles en m3/s		
		Max.	Min.	Moyenne
1957/1958	2097	2480	16	662
1958/1959	2233	2550	20	698
1959/1960	1766	1650	11	393
1960/1961	1616	1400	13	184
1961/1962	1915	2450	9.7	502
1962/1963	1856	2140	11 (1)	449 (1)

(1) Données incomplètes.

Quant aux réseaux fluviaux de la République de Guinée (fig. 30 & 31), même si les précipitations ont accusé une diminution relative durant ces dix dernières années, celle-ci ne s'est pas traduite par une baisse significative des hauteurs d'eau moyennes (tabl. 29). Dans ce domaine plus qu'ailleurs, le disponible pour l'écoulement, c'est-à-dire les réserves en eau du sol, explique bien le rôle de soutien que jouent les nappes pour atténuer la chute des débits durant les périodes de pénurie pluviale. Ainsi, nous pouvons noter avec R. Frécaut (1982) que la faiblesse des précipitations est partiellement compensée par les réserves hydrologiques de l'année. En fait, c'est le déficit plus ou moins accusé de l'alimentation pluviale, aggravé par un évapotranspiration intense, qui explique la forte diminution sinon l'inexistence d'écoulement de certains cours d'eau de la région. Ainsi existe-t-il une relation étroite entre les années sèches et les périodes d'hydraulicité très médiocre.

## CONCLUSION

La comparaison des stations hydrologiques étudiées indique qu'il existe bien un gradient d'écoulement en fonction de la pluviométrie, facteur essentiel qui explique les modalités de l'écoulement fluvial (fig. 22 à 31). Même si les régimes étudiés présentent une certaine régularité dans le temps, par la place des maxima et minima annuels (maximum en août/septembre - minimum en avril/mai), leur irrégularité interannuelle et leur coefficient d'immodération annuelle va en croissant du sud au nord, expliquant l'existence de trois types de régimes mis en évidence tout au long de ce chapitre. A savoir :

- *le régime tropical humide de transition*, caractéristique des fleuves de la République de Guinée et du sud de la Guinée Bissau. Leurs bassins-versants ont un relief très marqué ; exemples des fleuves Kolente, Konkouré, Fathala, Cacine, Rio Corubal... dont les bassins-versants sont situés dans les hauts plateaux bowe à pentes fortes de la Moyenne Guinée. Les températures et l'évapotranspiration potentielle y sont les plus faibles de la région. Le climat est de type hyperhumide et la relative diminution de la pluviométrie y est partiellement compensée par les réserves hydrologiques des années précédentes ; les nappes phréatiques et souterraines servent de soutien au débit des fleuves même en cas de déficit marqué. Le débit fluvial, même s'il est irrégulier, est toujours abondant.
- *le régime tropical pur*, caractéristique des fleuves au nord du Rio Geba, où le relief est moins marqué et où le climat passe du subhumide au climat sec (exemples : le Cacheu, la Casamance, la Gambie en aval de Gouloumbo...). Les phénomènes d'évapotranspiration y sont plus accentués et le tarissement mieux mis en évidence, notamment au niveau des affluents. Cela est dû à la longueur de la saison sèche et aux réserves hydrologiques médiocres, quelle que soit la lithologie. Les débits fluviaux peuvent être marqués par d'importants déficits en saison sèche.

- *le régime sahélien*, à l'extrémité septentrionale du domaine des "Rivières du Sud" notamment, concerne le Saloum et ses rivières voisines ainsi que les petits affluents de la Gambie en aval de Goulombo. Le relief y est beaucoup plus plat, avec des pentes très faibles sur des formations sableuses perméables qui recouvrent le "Continental terminal". La pluviométrie est faible, très irrégulière et les températures moyennes, alors que les phénomènes d'évapotranspiration y sont les plus élevés de la région. Le climat est actuellement de type semi-aride. En l'absence de toute réserve hydrologique, le déficit pluviométrique se traduit immédiatement sur l'écoulement fluvial qui n'est que très épisodique en saison des pluies.

La position en latitude joue donc un rôle important dans l'organisation de l'écoulement des fleuves dans ce domaine. Cependant, ce rôle doit être nuancé par la situation des bassins-versants et les possibilités d'apports en eaux à partir de l'amont. C'est ainsi que durant ces dernières années, "les phénomènes d'hypersalinité" ont plus affecté les eaux de la Casamance que celles de la Gambie, qui pourtant, se situent à une latitude plus septentrionale (2<sup>e</sup> partie).

Tous les grands fleuves de ce domaine sont largement ouverts sur l'Atlantique. Les influences océaniques y dépendent donc des débits fluviaux, surtout pendant la période des basses eaux qui est fonction de l'année hydrologique précédente.

Les conséquences sont la modification de régime de salinité des eaux d'aval avec comme "cas-limite" l'hypersalinité accrue des eaux de certains fleuves tels le Saloum et la Casamance en 1984. Cette salinité joue un rôle important sur l'efficacité métabolique des espèces végétales. F. Blasco (1983) constate qu'en règle générale, la productivité de la mangrove diminue lorsque la salinité s'accroît. Suivant les conditions hydrologiques et écologiques de la région, la taille de la mangrove, sa densité, sa composition floristique et sa productivité sont différentes. A cet égard, les mangroves "chétives" du nord (zones amont du Saloum et de la Casamance) s'opposent aux belles mangroves très denses et élevées du sud, notamment en Guinée, le long de la Méllacorée.

**DEUXIÈME PARTIE**

**LES DONNÉES DE L'OCÉANOGRAPHIE CÔTIÈRE  
ET LES FACTEURS  
HYDRODYNAMIQUES ESTUARIENS**

# I - LES FACTEURS GÉNÉRAUX DE L'OCÉANOGRAPHIE CÔTIÈRE

## INTRODUCTION

Sur le plateau continental, au large des "Rivières du Sud", les facteurs océanographiques (masses d'eau, houles et dérivés, courants et marées...) sont considérablement influencés par le régime météorologique en général et le régime des vents en particulier. V. W. Ekman (*in* M. Dorot, 1973) va plus loin et parle d'interactions océan/atmosphère sur les côtes de l'ouest africain : c'est ainsi que le schéma de la circulation superficielle des eaux marines varie d'un secteur à l'autre sur l'ensemble du domaine étudié. Par ailleurs, les facteurs océanographiques ont une grande incidence sur le régime hydrodynamique des estuaires de cette région<sup>29</sup>. Ce sont précisément ces éléments de l'océanographie (essentiels dans la mise en place de certains dépôts) qui conditionnent en grande partie l'évolution sédimentologique et morphologique des milieux estuariens des "Rivières du Sud".

## 1. PRÉSENTATION DE LA ZONE CÔTIÈRE ÉTUDIÉE

Les cartes éditées par le service hydrographique de la marine<sup>30</sup>, ainsi que les documents cartographiques issus des travaux de F. Domain (1977), R.L. Mac Master *et al.* (1970,1971), J. P. Masse (1968), ont fourni de très nombreux renseignements sur la nature des côtes et sur celle des fonds marins. Sur le plan régional, deux types de côtes<sup>31</sup> appartenant à la classe des côtes de bord traînant (côtes afro-traînantes plus précisément<sup>32</sup>) peuvent être distingués :

- les côtes de plaine basse du sud du Sénégal et de la Gambie, dont le plateau continental est d'une largeur moyenne, et qui deviennent progressivement vaseuses vers le sud sous l'influence des zones d'estuaires et de mangroves du Saloum, de la Gambie et de la Casamance.
- les côtes de plaines deltaïques, qui correspondent à un plateau continental large s'étendant de la Casamance jusqu'à la Sierra Léone, et qui sont parcourues par toute une série de chenaux de marée colonisés à des degrés divers par la mangrove, siège de remaniements perpétuels.

Ce littoral, constitué par des bas-estuaires, est soumis dans son ensemble à une subsidence qui joue de nos jours. L'envoyage des basses vallées est à l'origine des côtes à rias, avec un plateau continental qui varie en largeur suivant la zone d'étude.

### 1.1. Développement, morphologie et bathymétrie du plateau continental

Nulle part ailleurs en Afrique de l'Ouest, le plateau continental<sup>33</sup> n'est aussi étendu que dans ce domaine des "Rivières du Sud". Dans le détail, différents profils ont été obtenus à partir de la carte bathymétrique n° 1003 - DE CABO VERDE À GUINÉE BISSAU, 1972 - : ils indiquent que la largeur de cette plateforme varie en rapport avec le type de sédimentation prédominant. En fonction de l'extension de la plateforme continentale mesurée d'après ces coupes transversales, trois grandes entités topographiques peuvent être délimitées (tabl. 35) :

---

29 - En particulier, les conditions de la marée "aestus", principal facteur du mouvement de l'eau dans ces estuaires (voir chapitre II).

30 - Numéros de séries : 5436 - 5931 - 5932 - 5957 - 5979 - 1998...

31 - Si l'on se réfère à la classification des côtes de Inman et Nordström, reprise par M. Sall (*op.cit*) et compte tenu :  
- des orientations principales de la côte (nord/sud, du Saloum au Cap Roxo ; nord- ouest/sud-est du Cap Roxo à la frontière sierra léonaise).  
- de la largeur du plateau continental.  
- de la présence de vastes plaines deltaïques et de canyons sous-marins qui entaillent la plateforme continentale.

32 - Le caractère de "bord traînant" fait référence à une tectonique plus globale : marge passive ou marge en coulissement ; la plaque africaine apparaît stable.

33 - Entre le rivage et l'isobathe 200 m.

- Une première entité dont la largeur dépasse 70 km (fig. 32), s'étend de la Pointe de Sangomar au Cap Roxo (au sud du Cap Skiring). Malgré son élargissement progressif vers le sud, l'extension de plateau continental dans ce domaine y est la plus réduite du domaine étudié. La pente, faible jusqu'à 100 m de profondeur (entre 0,1 et 0,3%), s'accroît brusquement au-delà.

**Tableau 35.- Situation de quelques profils transversaux et extension du plateau continental.**

Situation des profils transversaux	Largeur du Plateau continental en km
1 Au droit de la Pointe de SANGOMAR	= 70 km
2 " du Cape St MARY	= 70 à 80 km
3 " de DIOGUE	= 90 km
4 " de BOLAMA	= 180 à 190 km
5 " de CACINE	= 200 à 210 km
6 " de SAO JOAO	= 200 à 210 km
7 " de KAMSAR	= 190 à 200 km
8 " de DUBREKA	= 140 à 150 km
9 " de BENTY	= 120 à 130 km

- Une deuxième entité va du Cap Roxo et se prolonge jusqu'au delà de la latitude de Kamsar (fig. 32 et 33). La largeur de la plateforme continentale y est la plus importante de tout le domaine étudié (plus de 180 km d'extension) et couvre entièrement le "shelf" de la Guinée Bissau, en particulier au large des "Archipels Bissagos". Sa pente, très faible, inférieure à 0,1%, indique que les dépôts actuels sont en équilibre avec la dynamique et souligne le rôle de l'apport fluvial récent par les fleuves<sup>34</sup>. A cet égard, les formes subtidales, marquées par d'importants bancs d'embouchure, constituent de véritables "deltas sous-marins" qui fonctionnent actuellement ; de même, les formes de remblaiement très poussées des canyons sous-marins procèdent d'une dynamique évolutive très active. De ce point de vue, le "delta sous-marin" des Bissagos, associé aux systèmes fluviaux du Caheu et du Geba avec une extension qui dépasse 200 km, constitue la forme la plus caractéristique de cette partie du littoral (R. L. Mac Master *et al.* 1970, 1971).
- Une dernière entité s'étend au sud, au-delà de Kamsar (fig. 33) où le développement de la plateforme est moins marqué mais demeure toujours importante (largeur supérieure à 120 km). Sa pente, à la latitude de Conakry, varie de 0,1 à 0,3% dès que les profondeurs dépassent 100 m. Au-delà des 200 m, elle devient très forte.

Au total, la plateforme continentale présente dans l'ensemble des pentes relativement douces avec une topographie plane jusqu'à 150 m/200 m de profondeur. Cette relative homogénéité topographique semble cependant s'accompagner d'une variété plus grande des milieux et des sédiments ainsi que nous le verrons plus loin.

## 1.2. Nature et localisation des différentes provinces sédimentologiques

Suivant que l'on se trouve au nord ou au sud du domaine étudié, les types sédimentaires observés sur le substratum du plateau continental se répartissent de la manière différente :

<sup>34</sup> - Sur le littoral guinéen, la charge pléthorique des fleuves entraîne une sédimentation plus intense que les capacités de remaniement.

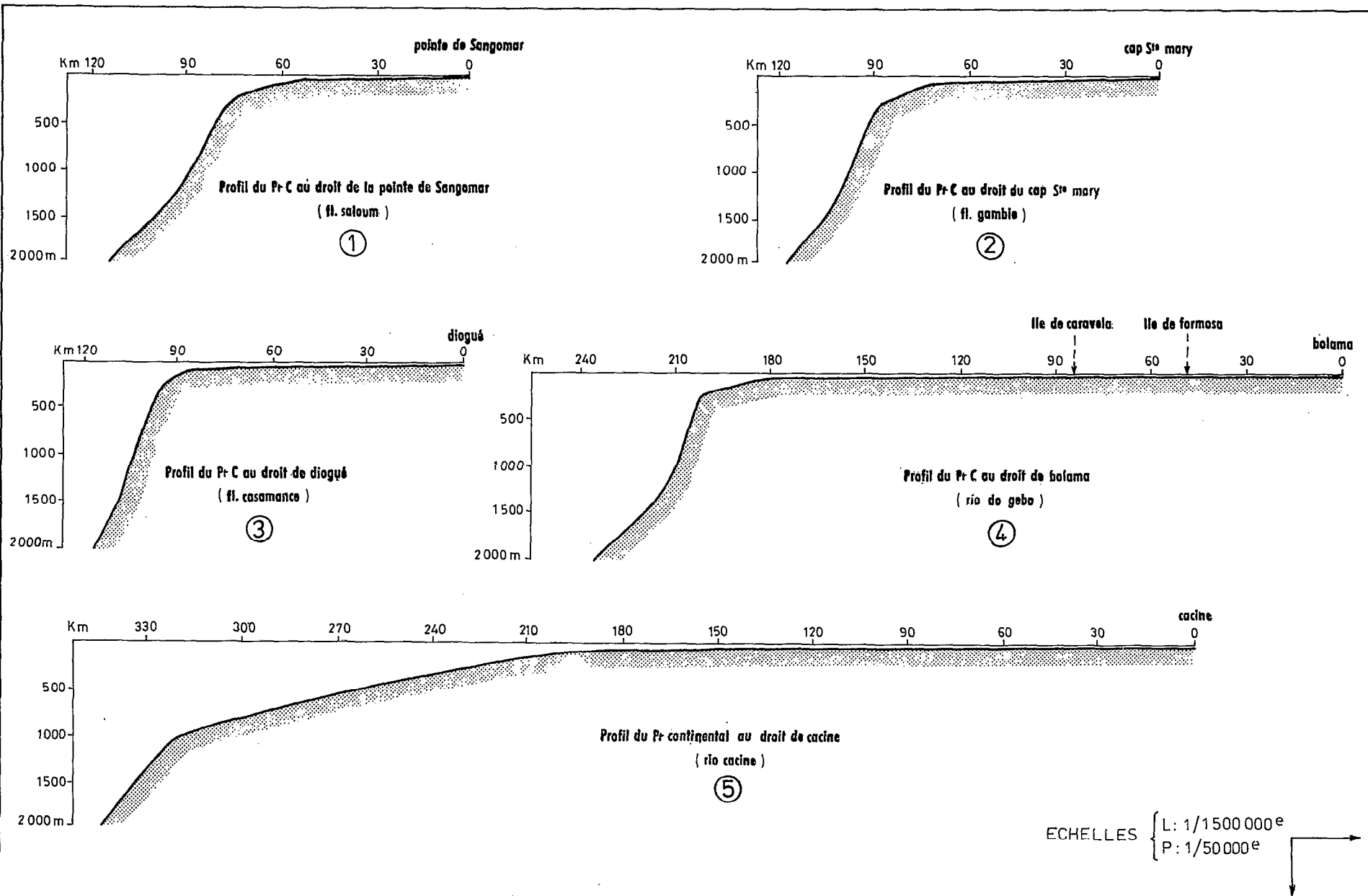


Fig. 32 — PROFILS BATHYMETRIQUES DU PLATEAU CONTINENTAL AU LARGE DES "RIVIERES DU SUD"  
 Profils d'après la carte hydrographique et bathymétrique 1003 de CABO-VERDE à GUINEE-BISSAO

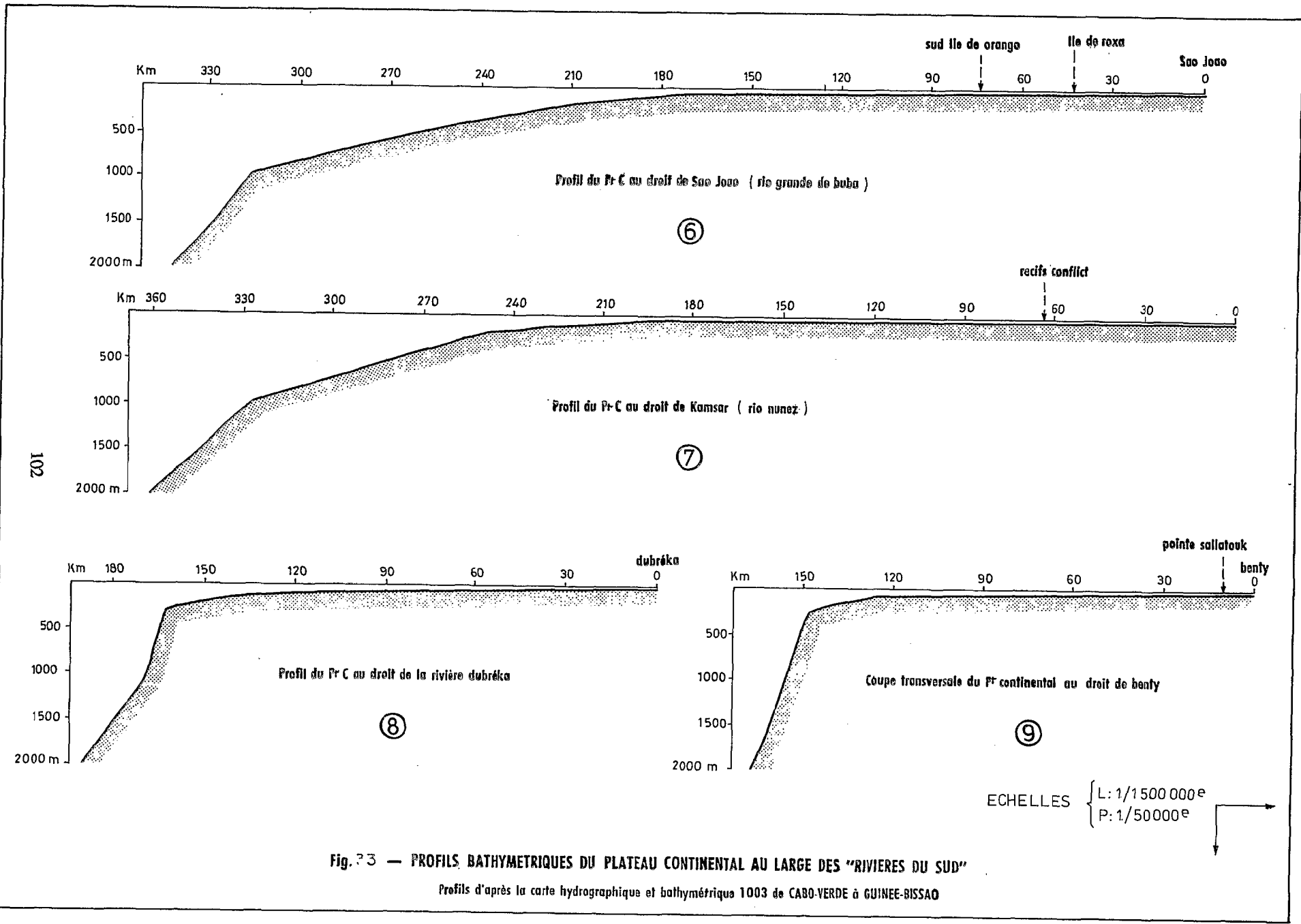


Fig. 23 — PROFILS BATHYMETRIQUES DU PLATEAU CONTINENTAL AU LARGE DES "RIVIERES DU SUD"

Profils d'après la carte hydrographique et bathymétrique 1003 de CABO-VERDE à GUINEE-BISSAO

- En règle générale, *les sables moyens et fins* dominant dans les faciès de recouvrement superficiels. Ce sont des dépôts d'origine détritique localisés le long de la frange côtière qui participent au transit littoral, puisque aisément mobilisables par les houles (du NW et du SW) et les dérivés induites (nord et sud).
- Viennent ensuite les *sables très fins* et surtout les *dépôts vaseux* qui se répartissent le plus souvent à proximité des embouchures des fleuves importants du sud (au-delà des Rios Mansoa et Geba jusqu'à la frontière de la Sierra Léone) ; leur présence s'explique par la vitesse d'envasement très marquée dans cette zone, observation déjà faite par A. Kawalec (1977). A titre d'exemple, deux faciès particuliers, constitués par des sables très fins (sous forme de vase sableuse) et des dépôts vaseux, couvrent l'ensemble du plateau continental au large de la Guinée Bissau et de la République de Guinée et font de ce secteur un domaine de sédimentation active sur plus de 150 km (A. Kawalec, 1977). Du reste, les processus d'accumulation et de répartition du matériel argilo-sableux connaissent leur plus grand développement au niveau des zones d'embouchures. Aussi, nombre de "canyons sous-marins", reconnus d'après les sondages bathymétriques et sismiques (R. L. Mac Master *et al.* 1970/1971 -rapport anonyme Boffa et Conakry, 1968/1970...), et qui prolongent certains grands fleuves importants tels que le Rio Cacine ou le Konkouré, disparaissent actuellement sous d'énormes masses de sédiments dans la zone du proche plateau continental ; on ne retrouve la trace de ces grands fleuves que plus au large.
- Enfin, les *sables bioclastiques* à forte teneur de carbonate (J. P. Barusseau, 1983 ; R. L. Mac Master *et al.* 1970) se répartissent surtout sur la plateforme externe.

Les grandes provinces sédimentologiques de ce plateau continental ont été schématisées sur les cartes 34 à 35 qui mettent en évidence (en dehors des fonds faiblement recouverts développés sur des formations plus ou moins rocheuses), quatre stocks granulométriques dominants tels que F. Domain (1977), R. L. Mac Master *et al.* (1970), A. Riffault (1980)... les ont différenciés<sup>35</sup>. Nous avons pu analyser plusieurs échantillons des principaux faciès identifiés. En voici les principaux résultats :

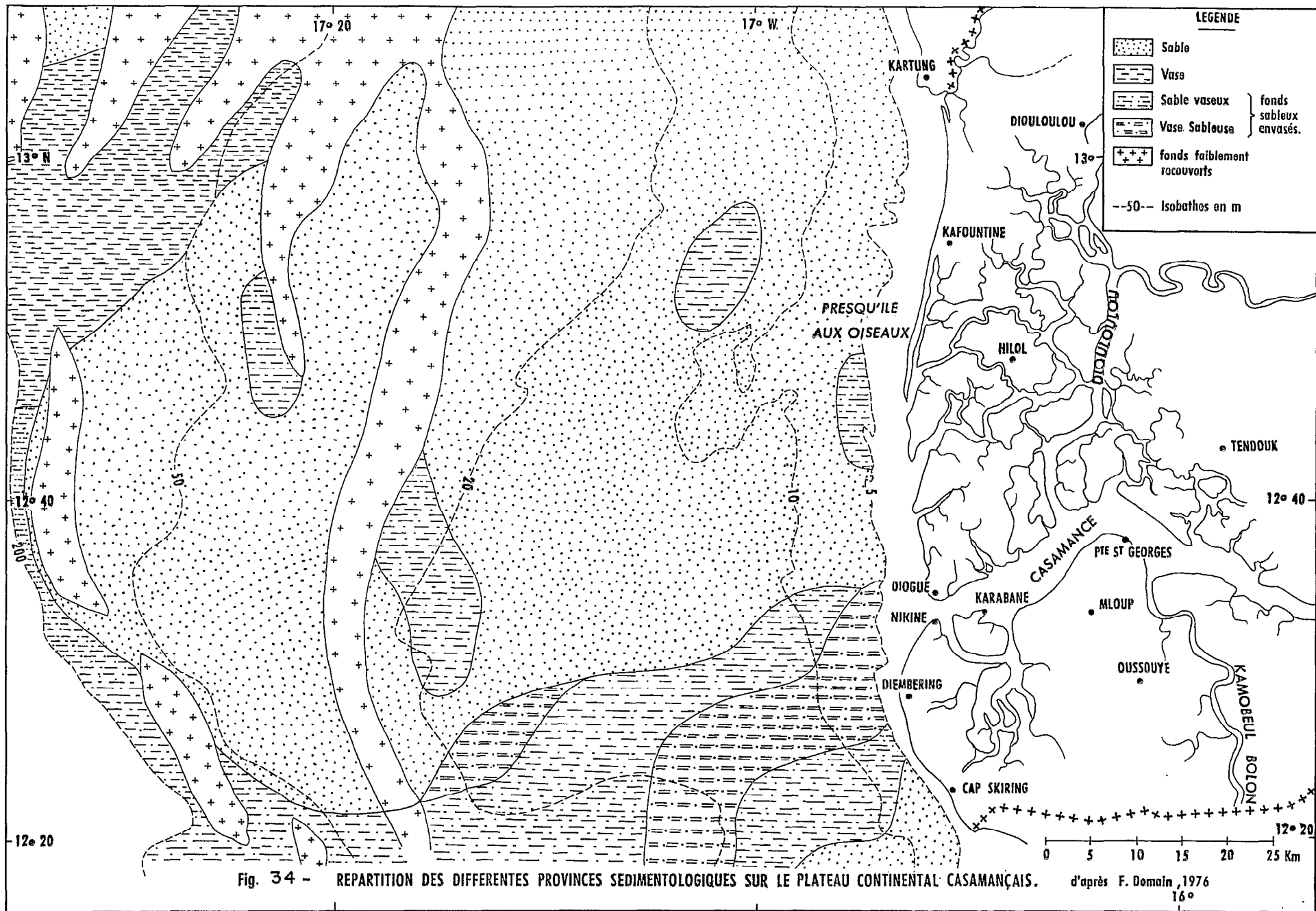
- . Le faciès sableux, moyen à fin, parfois riche en fraction fine, avec beaucoup de débris coquilliers et de tests de mollusques divers, se localise le plus souvent le long du littoral. Dans la partie nord des "Rivières du Sud", les analyses ont montré qu'il s'agissait d'un dépôt hétérogène<sup>36</sup> dont la teneur en CaCO<sub>3</sub> est élevée (parfois supérieure à 50 %), en particulier lorsque ce faciès évolue vers un sable plus grossier (E. S. Diop, 1978). Son origine marine est incontestable et sa mise en place s'explique par les facteurs hydrodynamiques classiques tels que houles, dérives et courants marins.
- . Le faciès sableux envasé, gris-vert plus ou moins foncé, avec 5 à 25 % de pélites, est révélateur d'une accumulation sélective du matériel. Moins riche en éléments carbonatés, il est plus homogène que le faciès sableux et correspond à un dépôt par excès de charge<sup>37</sup>.
- . Le faciès vaseux avec une fraction pélitique supérieure à 25 % (plus de 75 % pour les vases), est surtout localisé au large des bouches des grands fleuves méridionaux. C'est le faciès le plus typique de ces milieux de sédimentation. La teneur en carbonate est nettement plus faible (inférieure à 10 %) et il résulte, soit de dépôts par perte de charge, soit de dépôts en milieux relativement bien protégés. Un exemple remarquable sur la frange littorale sénégalaise a été souligné par M. Sall, 1983 ; il s'agit de la grande vasière de Casamance qui s'étend de l'embouchure du fleuve au "delta des Bissagos", entre les isobathes 25 et 50 m, et qui est alimentée presque exclusivement par les "décharges" des Rios Geba et Cacheu.

<sup>35</sup> - Les cartes bathymétriques portugaises ont été utilisées à titre complémentaire pour mieux situer les substrats meubles qui recouvrent une grande partie de l'avant-côte.

<sup>36</sup> - Dépôts hétérogènes puisque constitués de sables moyens et fins, de fractions bioclastiques...

<sup>37</sup> - A noter le caractère de mélange de ces deux faciès puisque sable et vases ne sont pas mis en place dans les mêmes conditions et par les mêmes facteurs.





N. B. Les contours des différentes provinces sont approximatifs — la cartographie présente un caractère tout à fait préliminaire puisque réalisée essentiellement pour des activités de pêche.

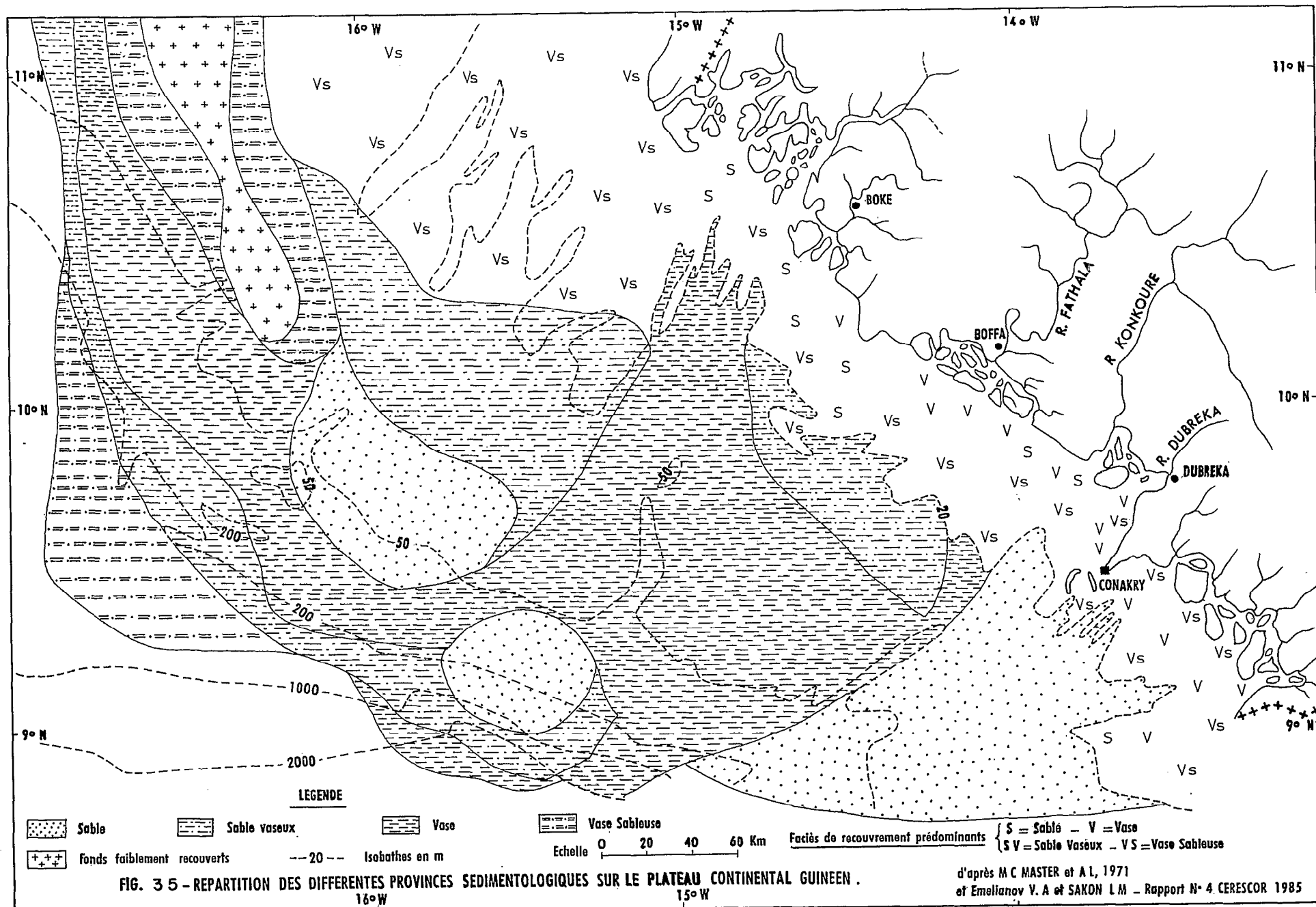


FIG. 35 - REPARTITION DES DIFFERENTES PROVINCES SEDIMENTOLOGIQUES SUR LE PLATEAU CONTINENTAL GUINEEN .

d'après M C MASTER et A L, 1971  
et Emelianov V. A et SAKON L M - Rapport N° 4 CERESCOR 1985

Les contours des différentes provinces sont approximatifs - N. B. A noter, comme pour la Casamance, le caractère préliminaire de cette cartographie

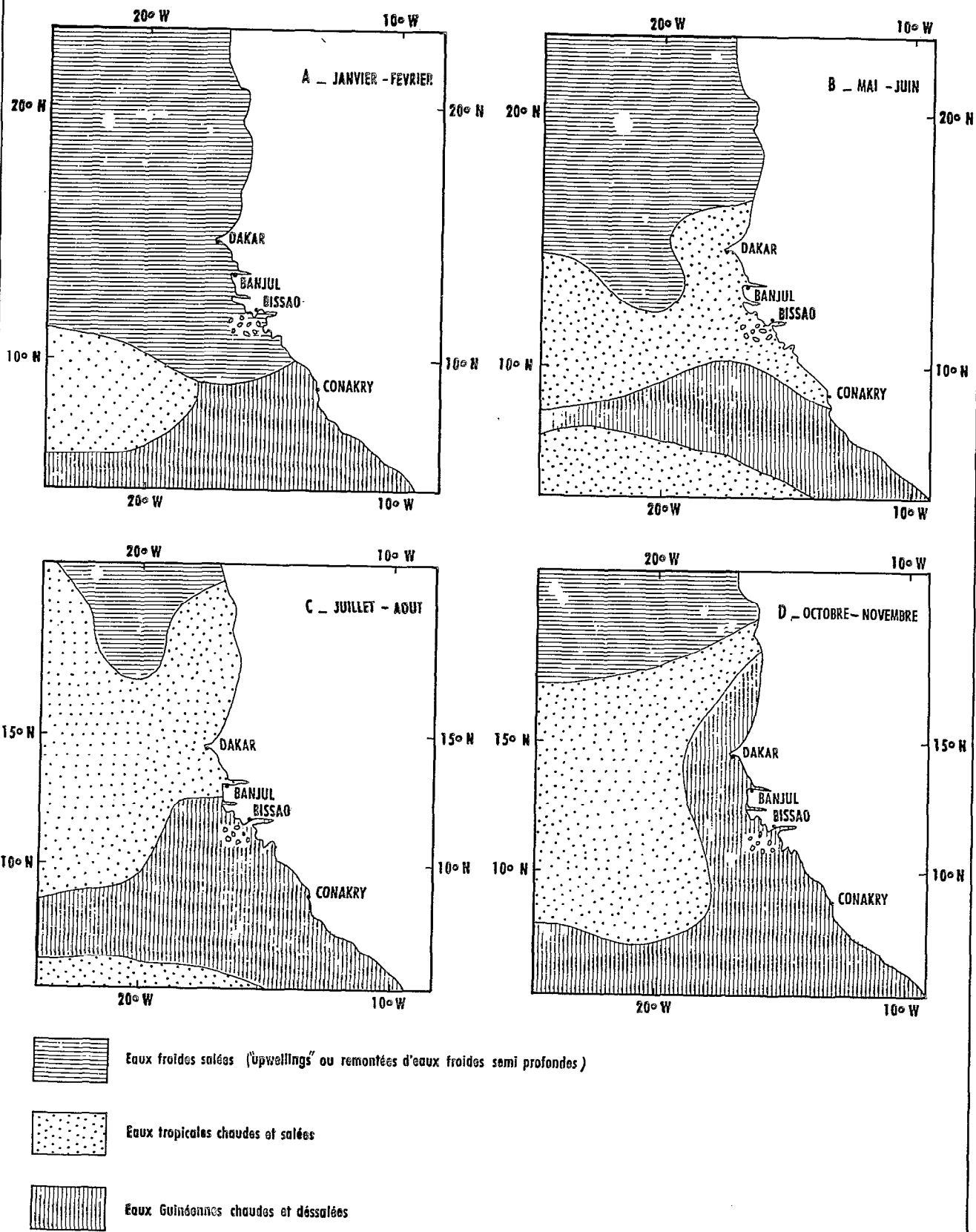


FIG. 37

REGIME DE MASSES D'EAUX DE SURFACE AU LARGE DU LITTORAL DES "RIVIERES DU SUD"

Néanmoins, dans l'ensemble, ce sont les sédiments sableux qui quantitativement l'emportent sur les autres faciès de recouvrement. Ils sont renforcés par les apports d'origine éolienne<sup>38</sup> : la figure 36 à cet égard, donne une idée de la concentration de poussières éoliennes dans les sédiments marins, de la Mauritanie à la République de Guinée. Mais, même si la distribution des sédiments superficiels est plus ou moins en équilibre avec l'hydrodynamique marine actuelle, il demeure que cette schématisation des grandes provinces sédimentologiques est parfois simpliste et qu'elle doit être nuancée par les multiples phénomènes de remaniement survenus sur toute cette plateforme atlantique durant la période ogolienne notamment<sup>39</sup>.

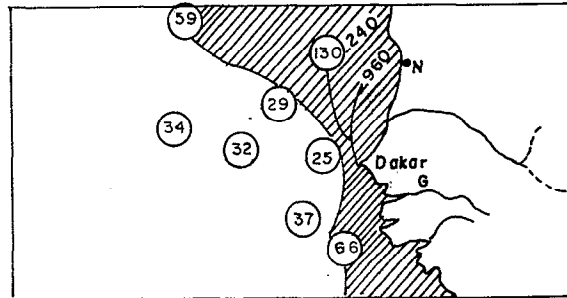


Fig. 36 - CONCENTRATIONS DE POUSSIÈRES ÉOLIENNES ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
(d'après M. SOLL 1983)

## 2. LE RÉGIME DES MASSES D'EAU ET LA CIRCULATION DES COURANTS

Au large des "Rivières du Sud", la circulation des masses d'eau océaniques est soumise à l'influence du régime des vents et des distributions barométriques en particulier. Localement, la topographie du plateau continental et l'orientation des côtes entraîne des modifications du schéma de la circulation superficielle des eaux marines qui, en fait, dépend directement des saisons climatiques. Ce sont les travaux du CRODT<sup>40</sup> dont ceux de G.R. Berrit (1962, 1973, 1976), de J. Merle (1973), de M. Prive et J.P. Rebert (1976, 1977, 1978) et en particulier de M. Rossignol (1965, 1973)... qui ont permis de différencier les grandes catégories d'eaux de surface. Les caractères de ces eaux de surface varient en fonction des saisons marines étudiées (fig. 37) :

- en janvier-février, tout le plateau continental est affecté par des eaux froides salées qui remplacent les eaux de surface et qui proviennent soit du courant des Canaries, soit des couches profondes (-80 m : "Eaux centrales Atlantiques") voir fig. 37<sup>41</sup>. Leur température de surface est inférieure à 20° C ; 17° C d'après J. Merle (1972 et 1973). Leur salinité est supérieure à 35,5‰.
- . Les variabilités thermiques de ces eaux, d'après les nombreuses mesures effectuées, seraient importantes en surface, moyennes en profondeur. Durant cette période, les courants de surface, portent vers le sud et le sud-sud-est au large des côtes des "Rivières du Sud" avec une vitesse moyenne supérieure à 25 cm/s (voir rapport anonyme, 1985). Cependant, nous avons relevé dans ce même rapport l'existence d'un contre-courant de subsurface, de direction opposée, c'est-à-dire portant vers le nord-nord ouest, de vitesse légèrement inférieure à 20 m/s.

<sup>38</sup> - J.P. Barusseau (1983) *in* Doc. scientifiques CRODT, a bien mis en évidence sur le plateau continental au sud de la presqu'île du Cap-Vert, une nappe de silts et de sablons d'origine éolienne.

<sup>39</sup> - Références aux Paléorivages régressifs et transgressifs, d'après J.P. Barusseau (communication écrite).

<sup>40</sup> - Centre de Recherches Océanographiques de Dakar - Thiaroye.

<sup>41</sup> - C'est le phénomène "d'upwellings" ou de remontées d'eaux froides.

- en mai-juin/juillet, ce sont les *eaux tropicales chaudes et salées* qui occupent le plateau continental jusqu'à la latitude de la Casamance. Au sud, l'influence des eaux guinéennes chaudes et dessalées se fait déjà sentir dès le mois d'août. Leur température de surface est supérieure à 24°C et leur salinité est supérieure à 35‰. Les observations de J. Merle (1972) et de M. Rossignol (1965, 1973...) montrent que ces eaux subissent l'influence du contre-courant équatorial avec des variabilités thermiques importantes en profondeur (entre 30 et 50 m). C'est la période où les courants de surface portent vers le nord sous l'influence des vents de moussons (fig. 38). Ces courants demeurent prépondérants, en particulier au sud d'un parallèle passant par les "Archipels des Bissagos" où ils circulent dès le mois de mai. Leurs vitesses se situent entre 15 et 20 cm/s.
- en octobre-novembre, l'influence des eaux guinéennes, chaudes et dessalées, est très nette. Leur température de surface est supérieure à 24°C (18°C d'après M. Sall, 1983) et leur salinité est inférieure à 35‰.

La température élevée de ces eaux est vraisemblablement due à la proximité de l'équateur. De même, le processus de dessalement des masses d'eaux s'explique par les pluies de mousson et les apports fluviaux continentaux. Alors que pour cette période, la dispersion au nord des sédiments déversés sur le plateau continental, par la Gambie, le Rio Geba et les fleuves guinéens, dépend davantage des courants de subsurface dominants qui portent toujours vers le nord en particulier au niveau du proche plateau continental, sur les littoraux guinéens (fig. 39). Au large, en revanche, les courants de surface de direction sud font sentir leurs effets dès le mois de novembre, avec des vitesses qui s'amenuisent au fur et à mesure que l'on va vers le sud (inférieure à 15 cm/s).

Au total, la succession de ces différentes "saisons marines" permet de dégager deux grandes périodes : une saison des eaux chaudes de juin à novembre et une saison des eaux froides de décembre à mai. L'étude de leurs différents paramètres est importante : ces paramètres (températures et salinité en particulier) ont une influence particulièrement prépondérante sur les régimes de températures et de l'humidité atmosphérique le long du littoral.

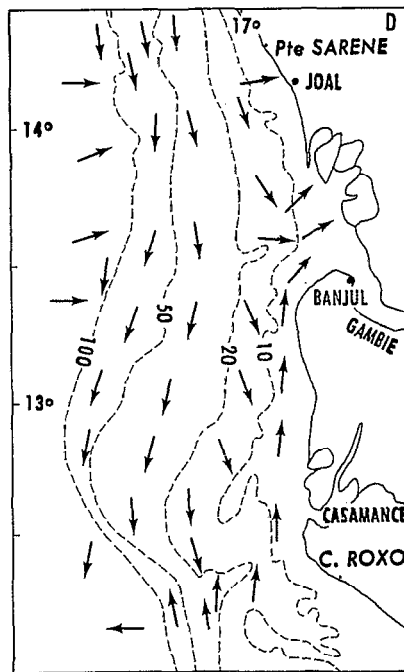
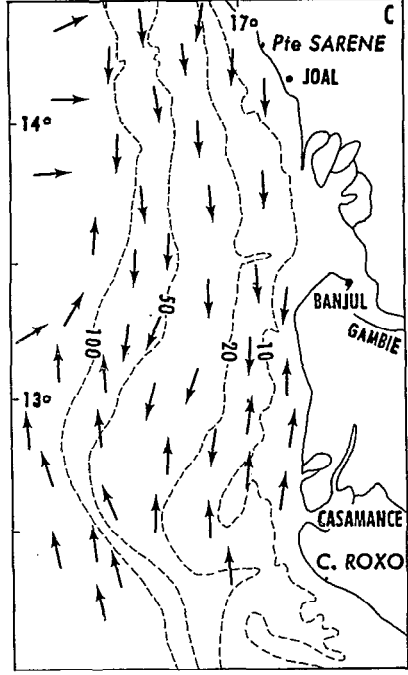
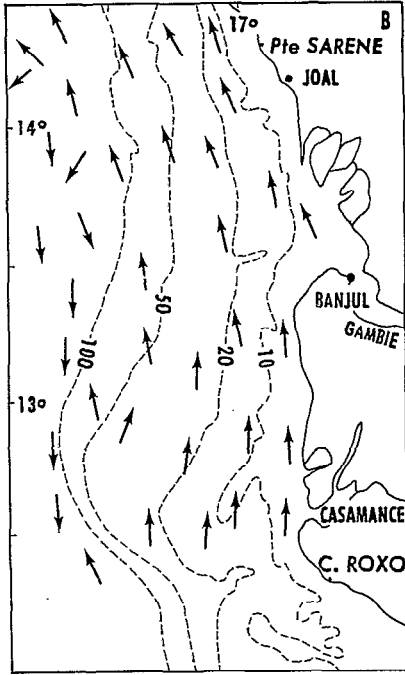
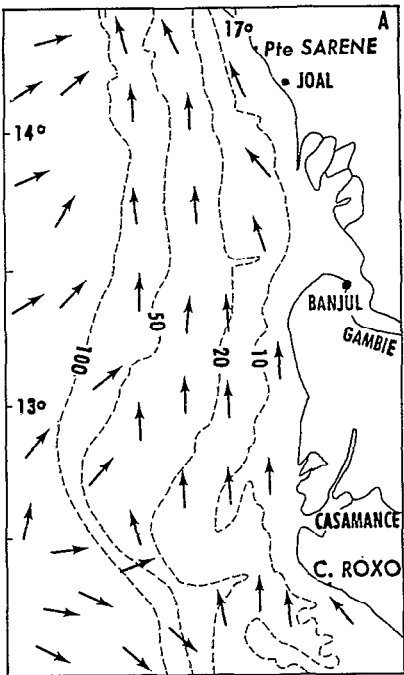
### 3. CIRCULATION DES HOULES ET DÉRIVES LITTORALES INDUITES

Toutes les observations effectuées sur le plateau continental par divers auteurs dont A. Guilcher (1954), J. P. Masse (1968), E. S. Diop (1978), E. Anthony (1982), M. Sall (1983)... confirment qu'il existe deux grands types de houles dans ce domaine :

- . une du nord-ouest, d'origine boréale, avec une dérive littorale induite qui se fait sentir du nord vers le sud.
- . une du sud-ouest, d'origine australe, liée à la dérive littorale sud-nord (fig. 39).

Si, d'après les études de A. Guilcher, la houle du nord-ouest, classée dans la catégorie des houles longues, est surtout sensible dans le domaine septentrional<sup>42</sup> (du Saloum à la Casamance), mais aussi au large de Conakry de novembre à avril (fig. 39), le domaine d'influence de la houle du sud-ouest semble être circonscrit au domaine méridional de la Guinée Bissau et le long du littoral de la République de Guinée notamment entre mai et octobre. Il importe cependant de remarquer qu'en saison des pluies, entre juillet et septembre, l'action de cette houle du sud-ouest semble se substituer à celle du nord-ouest sur le littoral casamançais. La limite entre l'action dominante de ces deux houles se situerait donc au nord de la Guinée Bissau (A. Guilcher, 1954).

<sup>42</sup> - La faiblesse générale des profondeurs dans les régions sud (Guinées) contribuent très probablement à émousser très vite l'énergie des vagues originaires de la houle du NW.



LEGENDE

- A — Situation en JUILLET - AOUT
- B — Situation en SEPTEMBRE - OCTOBRE
- C — Situation en DECEMBRE - JANVIER (upwellings' faibles)
- D — Situation en FEVRIER - AVRIL (upwellings' forts)
- 10-- Isobathes en m
- Direction des courants de surface

Fig. 38

PRINCIPALES DIRECTIONS DES COURANTS DE SURFACE EN SAISON CHAUDE ET FROIDE — DE JOAL AU CAP ROXO

d'après J. P. REBERTS. 1977

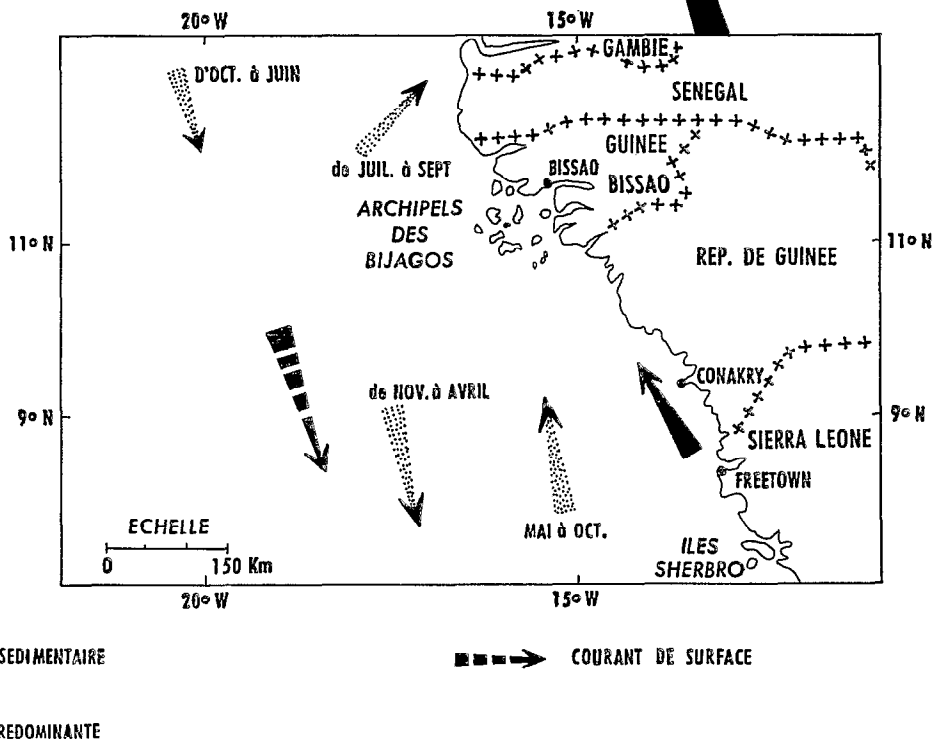
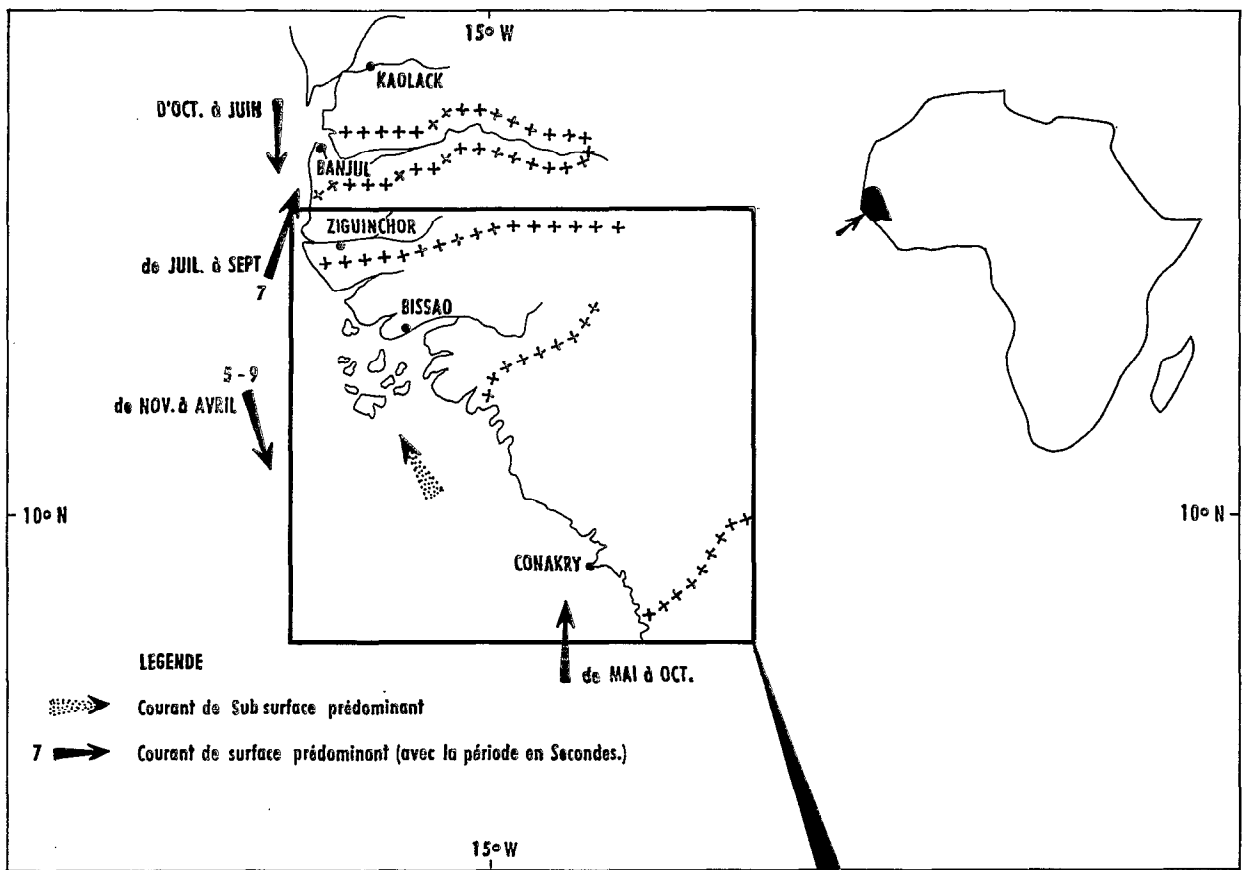


FIG. 39 - COURANTS, HOULES ET TRANSIT SEDIMENTAIRE LE LONG DU LITTORAL DES "RIVIERES DU SUD"

## Caractères principaux des houles et du transport littoral engendré

L'origine de ces deux houles est très lointaine, liée à la circulation cyclonale puissante dans la région. Elles sont fortes et beaucoup plus constantes que sous d'autres latitudes (J. Tricart et A. Cailleux, 1965). Toutes deux appartiennent en fait à la catégorie des "houles longues", avec des longueurs d'onde moyennes d'environ 300 m correspondant à une période de 13 à 14 secondes et à une célérité de 20 m/s.

Le littoral des "Rivières du Sud" affecté par la houle du nord-ouest (du Saloum au sud de la Casamance) présente une morphologie simple avec de beaux exemples de flèches littorales et de cordons sableux récents allongés vers le sud : ainsi la Pointe de Sangomar, sur le littoral du Saloum ; la Presqu'île-aux-oiseaux et les cordons sableux récents de Diogué, sur la côte casamançaise ; la flèche sableuse de Varela, sur le littoral bissau-guinéen.

En fait, la migration des sables est conforme à la dérive littorale induite, qui est ici de direction sud. Il importe cependant de tenir compte de l'influence locale de la houle du sud-ouest avec l'édification de quelques flèches littorales très récentes orientées vers le nord sur le littoral gambien, au sud du Cap Salitor. En effet, à partir de la Guinée Bissau et vers le sud, la direction d'étiement de nombreuses flèches et cordons édifiés les uns devant les autres s'effectue vers le nord-ouest. Un des plus beaux exemples, déjà identifié par A. Guilcher (1954), aisément repérable sur photographies aériennes et imagerie-satellite, concerne l'île Tristao, à l'embouchure du Rio Compony en République de Guinée. Il semble cependant qu'il faille tenir compte, de la Basse Guinée à la Sierra Léone et même au-delà, du rôle des vagues et vents locaux dans les effets des houles longues à direction d'approche plus ou moins perpendiculaire (E. Anthony, 1982).

Par ailleurs, et comme nous l'avons déjà fait remarquer, la houle du sud-ouest dont les effets prépondérants se font surtout sentir en saison des pluies sur ce littoral (influence des vents de mousson), joue un rôle essentiel dans la dispersion vers le nord des éléments déversés sur le plateau continental par les masses d'eau dessalées issues des crues des fleuves guinéens (Konkouré, Kandiafara, Geba, Cacheu...) et de la Gambie. J. P. Rebert (1976, 1977) émet l'hypothèse de l'influence probable, en saison des pluies, de courants de direction nord à la latitude de Joal et même au-delà (E. S. Diop, 1978).

## CONCLUSION

Au total, sur le plan morpho-sédimentaire, tant sur le littoral que sur le plateau continental, deux tendances suivant les saisons et les régions d'observations se dégagent :

- d'une part, une remarquable influence de la houle du sud-ouest jusqu'à des latitudes très septentrionales, notamment en saison des pluies<sup>43</sup>, mais aussi un effet prépondérant de cette même houle dans l'envasement des "bouches" de certains estuaires (Saloum, Kapatchez, Somba...) et dans l'alimentation des vasières situées au large, sur le plateau continental (Gambie, Casamance...).
- d'autre part, une prédominance de la houle du nord-ouest en saison sèche jusque dans le nord de la Guinée Bissau et même au large de Conakry (fig. 39).

A ces deux tendances peut s'ajouter sur les littoraux de la Basse Guinée et des régions sud, l'effet des houles longues dont la direction d'approche est plus ou moins perpendiculaire à la côte.

Les marées et courants de salinité constituent deux des autres facteurs qui conditionnent le plus le régime de ces milieux estuariens. L'étude détaillée de leurs caractéristiques et de leurs conditions d'évolution fera l'objet du chapitre suivant.

---

<sup>43</sup> - D'après M. Sall (op. cit) l'influence de la houle du SW est très perceptible durant l'hivernage jusqu'au large de Saint-Louis.



## II - ÉLÉMENTS DE COMPARAISON DE L'HYDRODYNAMIQUE ESTUARIENNE DANS LES "RIVIÈRES DU SUD"

Du fait de l'importance de la marée dynamique et des courants de marée et de salinité dans le fonctionnement et l'évolution des milieux estuariens concernés, nous avons tout particulièrement porté l'accent sur l'évaluation de la variabilité de certains paramètres hydrologiques (la turbidité entre autres...). Par ailleurs, compte tenu de la variation, d'un estuaire à l'autre, du débit fluvial<sup>44</sup> et en raison des conditions morphologiques et climatiques différentes ; nos observations nous ont conduit à étudier de manière plus précise l'amplitude de la marée et sa dynamique, ainsi que le régime de salinité et de turbidité.

### 1. CONDITIONS GÉNÉRALES DE LA MARÉE

C'est le principal facteur du mouvement de l'eau dans les estuaires. Sur le littoral ouest-africain, les conditions de la marée changent en fonction de la zone étudiée. Il s'agit essentiellement d'une marée de type semi-diurne (avec deux maxima et deux minima journaliers - fig. 40 A&B), très proche de la composante M<sub>2</sub> dont la période mesurée sur différentes valeurs consécutives est approximativement égale à 12h 30. Sa hauteur moyenne est fortement conditionnée par la largeur d'extension du plateau continental. Or celle-ci, comme cela a été observé dans le premier chapitre, varie selon que l'on se trouve au nord ou au sud du domaine littoral de la Casamance et constitue, à cet égard, un facteur de différenciation important.

Tableau 36.- Comparaison des amplitudes de marée en Vives et Mortes Eaux dans différentes stations des "Rivières du Sud".

STATIONS	Amplitudes de Marée (en m)	
	V.E.	M.E.
Dakar (à titre de comparaison)	1.20	0.60
Foundiougne (Saloum)	0.90	0.40
Djifère (Saloum)	1.10	0.50
Banjul (Gambie)	1.60	0.70
Diogué (Embouchure Casamance)	1.40	0.90
Varela (Guinée Bissau)	2.32	1.14
Cacheu (R. Cacheu)	2.74	0.86
Farim (R. Cacheu - amont)	1.97	1.15
Caio (Guinée Bissau)	2.30	0.81
Porto Gole (Guinée Bissau)	6.45	4
Joao Landim ( " " )	4.95	2.25
Mansoa ( " " )	3.65	2.50
Bissau ( " " )	5.10	2.50
Bambadinca (R. Geba amont)	3.90	1.40
Pecixe (Archipels des Bissagos)	3.61	1.55
Bolama ( " " )	4.90	2.30
Buba (Guinée Bissau)	6.05	2.55
Bubaque (Archipels des Bissagos)	4.24	1.26
Cobumba ( " " )	4.30	2.30
Conakry (Rép. de Guinée)	3.50	1.70
Freetown (à titre de comparaison)	2.60	1.20

<sup>44</sup> - Paramètre hydrologique étudié dans la première partie.

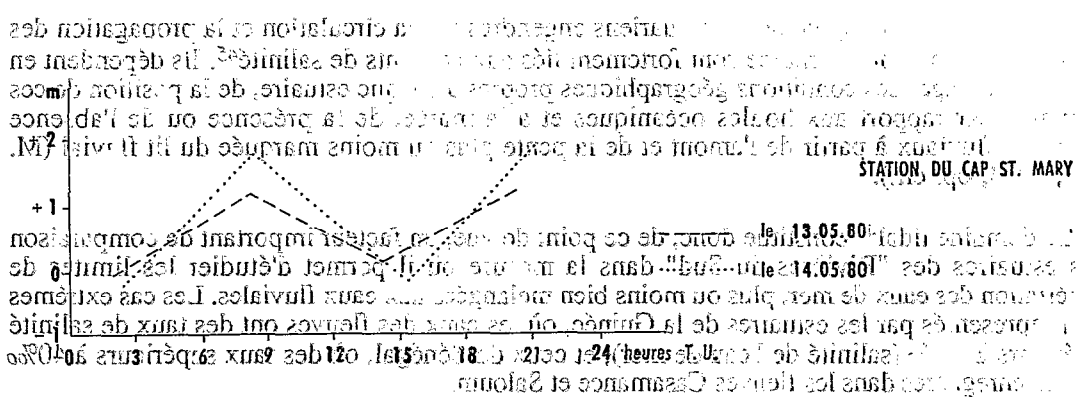
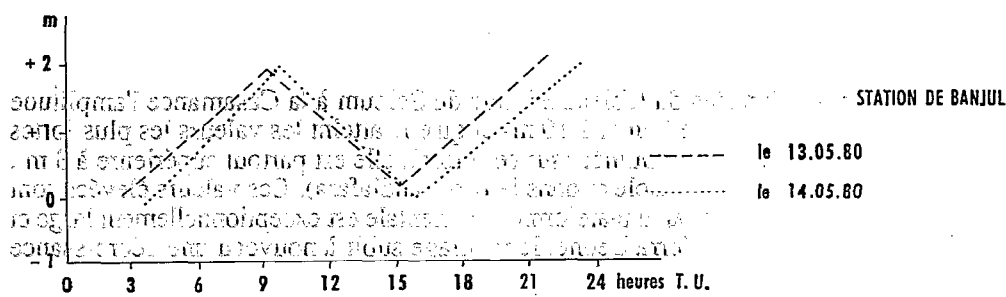


FIG. 40a-HEURES ET HAUTEURS CALCULÉES DE LA MAREE DANS DEUX STATIONS DE LA GAMBIE

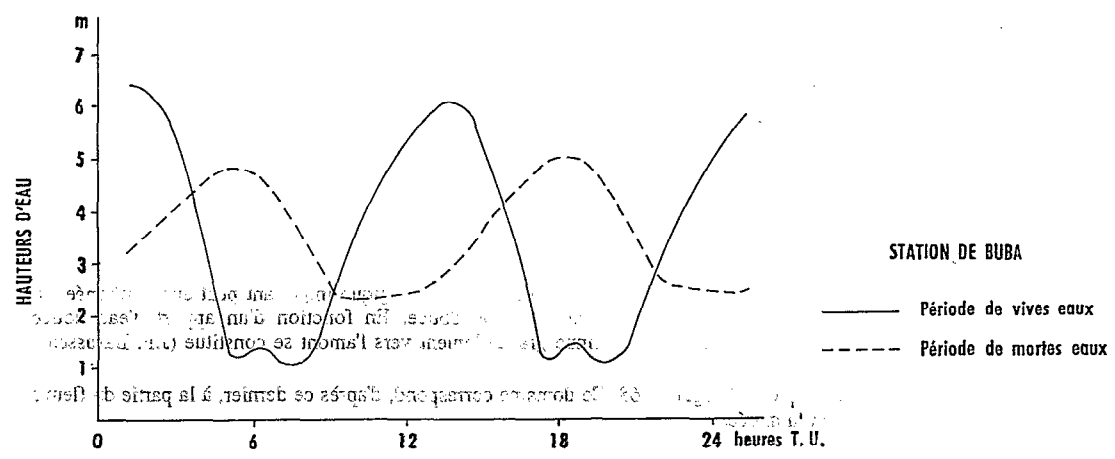
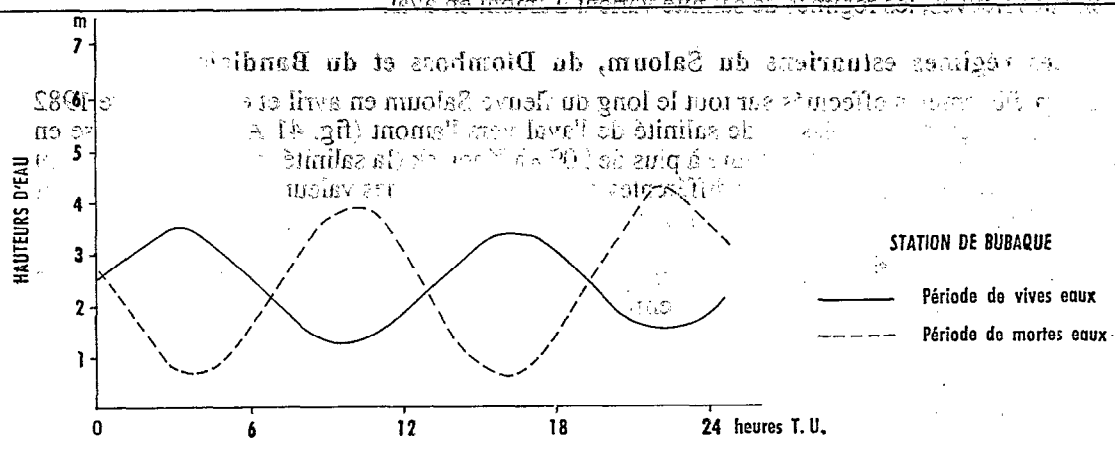


FIG. 40b COURBES DE MAREE DANS DEUX STATIONS DE LA GUINEE-BISSAO

(d'après les travaux de Géo-Hydrologiques Mission de la Guinée. 1948.1955)

On constate, à partir des données du tableau 36, que du Saloum à la Casamance l'amplitude moyenne des marées est faible -entre 1 m et 1,10 m- et qu'elle atteint les valeurs les plus fortes en Guinée Bissau et en République de Guinée (sur ce littoral, elle est partout supérieure à 3 m ; elle dépasse même 6 m à Buba, Porto Gole et dans le Rio Kandiafara). Ces valeurs élevées sont enregistrées sur toute la zone côtière où la plateforme continentale est exceptionnellement large et sa pente très faible. Au-delà de la Sierra Léone, le marnage subit à nouveau une décroissance significative.

Les facteurs hydrodynamiques estuariens engendrés par la circulation et la propagation des ondes et des courants de marée sont fortement liés aux courants de salinité<sup>45</sup>. Ils dépendent en plus du marnage, des conditions géographiques propres à chaque estuaire, de la position de ces estuaires par rapport aux houles océaniques et à la marée, de la présence ou de l'absence d'apports fluviaux à partir de l'amont et de la pente plus ou moins marquée du lit fluvial (M. Sall, 1983, op. cit.).

Le domaine tidal<sup>46</sup> constitue donc, de ce point de vue, un facteur important de comparaison des estuaires des "Rivières du Sud" dans la mesure où il permet d'étudier les limites de pénétration des eaux de mer, plus ou moins bien mélangées aux eaux fluviales. Les cas extrêmes sont représentés par les estuaires de la Guinée, où les eaux des fleuves ont des taux de salinité inférieurs à 35‰ (salinité de l'eau de mer), et ceux du Sénégal, où des taux supérieurs à 40‰ ont été enregistrés dans les fleuves Casamance et Saloum.

## 2. LES RÉGIMES COMPARÉS DE LA SALINITÉ

Suivant les estuaires qui ont été étudiés, et en rapport étroit avec la nature du climat et les débits des fleuves, les régimes de salinité varient d'amont en aval.

### 2.1. Les régimes estuariens du Saloum, du Diomboss et du Bandiala

Les prélèvements effectués sur tout le long du fleuve Saloum en avril et en novembre 1982 indiquent un gradient croissant de salinité de l'aval vers l'amont (fig. 41 A) où l'on passe en moyenne de 36/37‰ à l'embouchure à plus de 90‰ à Kaolack (la salinité en saison sèche étant beaucoup plus élevée, puisque nos différentes mesures donnent des valeurs toujours supérieures à 110‰ à Kaolack). Plusieurs remarques peuvent être dégagées :

- la salinité de l'eau du fleuve est toujours plus forte que celle de l'eau de mer, même après la saison des pluies où les diminutions enregistrées sont de l'ordre de 5 à 7‰ suivant le bief étudié ;
- les variations de salinité dues aux battements de la marée sont non négligeables (de 39 à 43‰ à Djifère) ; la différence de salinité entre la surface et le fond étant elle-même perceptible (entre 1 et 2‰ à Djifère *in* J. L. Saos *et al.*, Rapport EPEEC, 1982) ;
- les deux bras de mer, Diomboss et Bandiala, qui constituent avec le Saloum l'ensemble des trois systèmes hydrologiques interconnectés qui parcourent la zone estuarienne, disposent eux aussi d'une salinité supérieure à celle de l'eau de mer (entre 38 et 42‰). La faiblesse relative de ce taux de salinité par rapport à celui du Saloum s'explique par les conditions de pénétration et de renouvellement des eaux océaniques. Le Saloum, que la marée remonte jusqu'à Kaolack, est protégé par la Pointe de Sangomar, alors que le Diomboss et le Bandiala, largement ouverts sur la mer, voient leurs eaux se renouveler presque constamment. Le Sine comme le Saloum

<sup>45</sup> - De ce point de vue, l'existence d'un phénomène hydrodynamique et hydrologique important peut être soulignée : il s'agit du "coin salé", intrusion d'eau salée remontant la nappe douce. En fonction d'un apport d'eau douce substantiel, un gradient de salinité dont la valeur diminue graduellement vers l'amont se constitue (J.P. Barusseau, communication écrite).

<sup>46</sup> - Terminologie H. Baulig utilisée par F. Verger, 1968. Ce domaine correspond, d'après ce dernier, à la partie du fleuve affectée à des degrés divers par la marée.

ont ainsi été considérés par plusieurs auteurs<sup>47</sup> et pendant longtemps comme de véritables rias quotidiennement<sup>48</sup> remontées sur la totalité de leur bief par les courants de marée.

## 2.2. Le régime de salinité dans le fleuve Casamance

Plus au sud le fleuve Casamance, jusque dans les années 1970, a connu un fonctionnement estuarien "normal". Les débits d'eau douce, quoique faibles, subsistaient même en début de saison sèche si bien que les marées de salinité n'affectaient qu'en partie l'ensemble du fleuve. En moyenne, moins de 217 km de bief étaient soumis au régime estuarien (fig. 41C), avec un maximum en mai/juin et un minimum en septembre/octobre. En 1969, Brunet Moret a mesuré à Ziguinchor 40,6 g/l en mai, contre 3,2 g/l en octobre qui a toujours été considéré comme étant le mois du minimum.

Des observations plus récentes<sup>49</sup> montrent que le domaine tidal s'est largement étendu en amont, avec un gradient de salinité fortement croissant de l'aval vers l'amont. Des taux de salinité très élevés ont été ainsi enregistrés sur l'ensemble du fleuve, même durant la saison des pluies, excepté aux points de prélèvement situés vers les sources de la Casamance (stations au-delà de Sareyoba Diega) (fig. 41C). La zone de fluctuations de la limite tidale saumâtre que M. Sall (op. cit.) avait placée entre Séfa et Diana Ba en 1973/74, soit à 180 km de l'embouchure, s'est fortement déplacée vers l'amont d'au moins 20 km, avec des taux de salinité jamais atteints au cœur de la saison des pluies.

Par exemple, des salinités de plus de 37‰ ont été enregistrées à Ziguinchor en septembre 1984, le maximum étant mesuré en amont de Sédhiou, à 200 km de l'embouchure avec plus de 100‰ en avril 1984 (fig. 41C). A titre de comparaison, Brunet-Moret (1970) a relevé des moyennes de 10 à 11‰ en septembre 1969 à Ziguinchor (année pluviométrique excédentaire) et 17‰ en septembre 1968 (année pluviométrique déficitaire).

En l'espace d'une quinzaine d'années (entre 1969 et 1984), la salinité des eaux de la Casamance, notamment dans la partie moyenne de l'estuaire, a donc subi des variations considérables (fig. 41C). Cet accroissement de la salinité est encore plus sensible dans les affluents du fleuve (tabl. 37).

**Tableau 37.- Mesures de salinité\* à différentes périodes dans les affluents de la Casamance.**

Périodes	Stations	Diouloulou (sur le fleuve Diouloulou)	Loudia Ouoloff (Ouabaloum Bolon)	Nyassia (Kamobeul Bolon)	Baila (Marigot de Baila)
16-Mai-80		56‰	46‰	49‰	52‰
6-Nov-83		53‰	42‰	48‰	60‰
21-Déc-84		62‰	-	-	-

\* Mesures effectuées au réfractomètre optique.

Ces résultats mettent en évidence l'importance de la composante climatique et hydrologique durant cette période caractérisée par des salinités élevées (enregistrées dans les fleuves Sénégalais) et par des déficits pluviométriques chroniques.

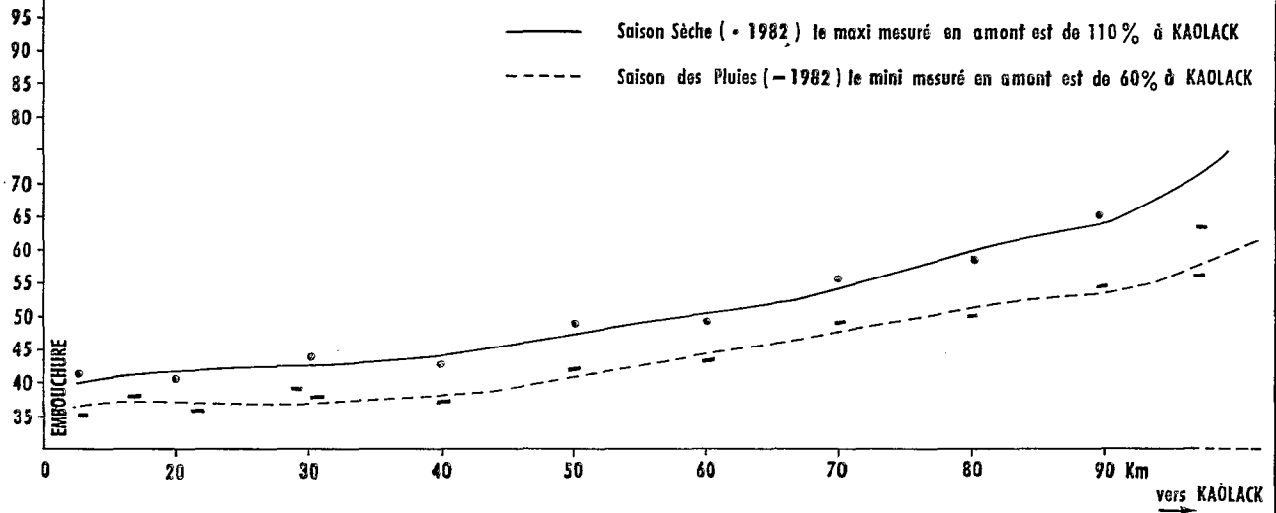
47 - F. Tessier, 1952 ; P. Péliissier, 1966 ; M. Sall, 1983 ; C. Marius, 1984...

48 - Il a été prouvé par simple calcul de distance parcourue, en fonction des vitesses de courants mesurées, que cette affirmation n'était pas exacte (2<sup>e</sup> chapitre - 2<sup>e</sup> partie).

49 - Observations effectuées par nous-mêmes et par différents organismes de recherches tels que le CRODT.

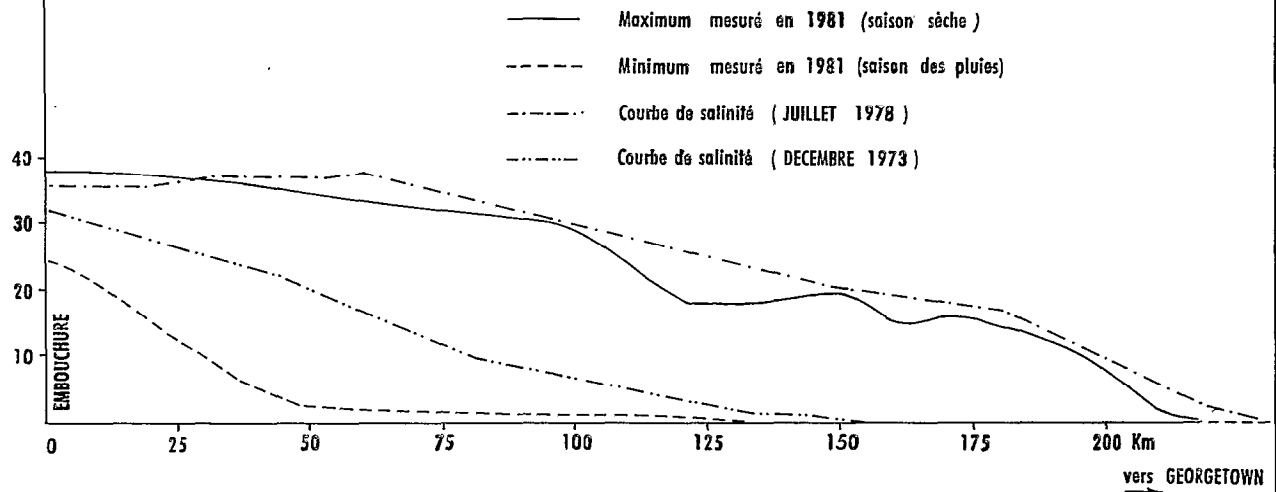
Salinité ‰

FIG. 41 - A. REGIME DE SALINITE DES EAUX DE SURFACE DU FLEUVE SALOUM



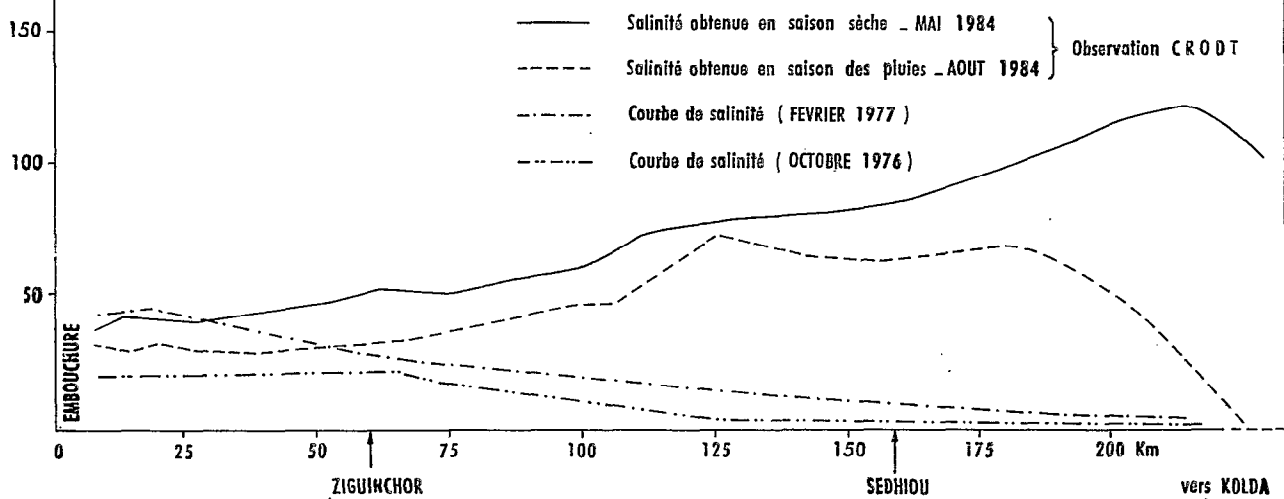
Salinité ‰

B. REGIME DE SALINITE DES EAUX DE SURFACE DU FLEUVE GAMBIE



Salinité ‰

C. REGIME DE SALINITE DES EAUX DE SURFACE DU FLEUVE CASAMANCE



### 2.3. Le régime de salinité dans le fleuve Gambie

Entre les estuaires du Saloum et de la Casamance se localise celui de la Gambie. Nous avons déjà fait remarquer dans la première partie que la superficie, la longueur et le débit de ce fleuve sont autrement plus importants que ceux de ses deux voisins du nord et du sud et que l'étendue du bief soumis à l'influence de la marée couvre une distance de 526 km de Banjul à Gouloumbo, notamment durant la saison sèche. Cela s'explique par la pente du lit, très faible jusqu'à 500 km de l'embouchure (inférieure à 1,7‰), sa forme qui est très plate ainsi que les très faibles débits enregistrés entre décembre et juillet (entre 2,5 et 5 m<sup>3</sup>/s). Ainsi, un net gradient de salinité, décroissant de l'aval vers l'amont, contrairement au Saloum et à la Casamance, a été observé entre l'embouchure et Kuntaur c'est-à-dire à 230 km de Banjul (tabl. 38 et fig. 41B).

**Tableau 38.- Mesures de salinité effectuées le long du cours inférieur du fleuve Gambie - d'après le rapport Checchi et al., 1981. in F. Blasco, 1983.**

Stations	Distance en km à partir de l'embouchure	Salinité du fleuve en ‰	
		maximum annuel	minimum annuel
Embouchure	0	38	24
Tanjular	44	35	4
Tendaba	100	29	1
Balingo	120	18	1
Elephant Island	150	21	0
Kani Kunda	160	15	1
Dankunku Island	167	18	0
Pappa Island	193	10	0
Nianimaro	217	1	0
Kuntaur	230	0	0

Les minima indiqués correspondent à la période de la saison des pluies notamment en septembre-octobre puisque c'est lors de cette saison que les eaux saumâtres sont refoulées vers la mer. Ainsi, W. Scheffers et F. Conand (1976), in J. Monteillet *et al.* (1979), ont constaté que la limite des 1‰, qui se plaçait à plus de 260 km de l'embouchure en juin 1974, a été repoussée jusqu'à moins de 80 km de l'embouchure lors de la crue. Parallèlement, la salinité qui en saison sèche 1974 dépassait 35‰ à Banjul, s'est abaissée jusqu'à 25 ‰ en septembre-octobre et même moins lors des années de pluies abondantes (J. Monteillet et J.C. Plaziat, 1979). La salinité des eaux du fleuve Gambie et de ses affluents est donc liée au régime des courants de marée qui prévaut dans la zone estuarienne dans son ensemble ; mais les apports en eaux douces provenant de l'amont conditionnent très fortement la diminution de cette salinité sur tout le bief compris entre Banjul et Gouloumbo.

### 2.4. Les régimes estuariens guinéens

Excepté le Rio Cacheu, au nord de la Guinée Bissau, qui a connu une nette sursalure durant ces dernières années, notamment entre les localités de Cacheu et de San Vicente (tabl. 30 & 40 et fig. 42A). Les taux de salinité des fleuves guinéens (Guinée Bissau et république de Guinée) sont relativement bas. Les diverses mesures et observations effectuées mettent en évidence, comme pour le fleuve Gambie, un gradient de salinité décroissant de l'aval vers l'amont (fig. 42A). L'influence prédominante des phénomènes de marées sur les apports en eaux douces des zones amont ne s'exerce pas sur ces réseaux fluviaux et la salinité de l'eau des fleuves est partout inférieure à celle de la mer, en particulier dans les réseaux qui reçoivent des apports en eaux douces substantiels.

**Tableau 39.- Mesures de salinité effectuées sur le Rio Cacheu (Guinée Bissau).**

Station de Cacheu - Guinée Bissau				
	Période	Profondeur	Situation de la marée	Salinité
d'après les mesures (") effectuées par les (") portugais (") M.P. Crespo, 1955 (")	(24.01.1955)	0 m	P.M.	21‰
		10 m	P.M.	22‰
		0 m	B.M.	19‰
		10 m	B.M.	20‰
Mesures effectuées (") par nous-mêmes (")	(25.12.1982) (26.12.1982)	0 m	P.M.	30‰
		0 m	B.M.	35‰
		0 m	F.M.	31‰

Sur le Rio Cacheu, d'après les travaux portugais de la mission hydrographique de la Guinée (M.P. Crespo, 1955), les mesures effectuées ont montré que la salinité diminuait fortement pour s'annuler bien en aval de Farim (fig. 42A). Nos dernières observations, entre 1982 et 1984, mettent par contre en évidence des taux de salinité de plus de 17‰ à Farim (tabl. 40). En fait, sur tous les cours d'eau parcourus en dehors du barrage de Xitole (chutes de Corubal) sur le Rio Geba, les taux de salinité sont toujours supérieurs à 10‰, quelque soit la saison et la station de mesure. Ces régions peuvent donc être considérées, de nos jours, comme des milieux de transition entre les domaines océaniques et continentaux caractérisés par une augmentation générale du déficit d'eau douce. Comment varie la salinité au niveau de ces estuaires en fonction des courants de flot et de jusant ?

**Tableau 40.- Mesures de salinité dans deux stations du Rio Cacheu**

Station de San Vicente (cours moyen du Rio Cacheu)	21/12/82	0 m	P.M.	23‰
Station de Farim (cours supérieur du Rio Cacheu)	21/12/82	0 m	P.M.	17‰

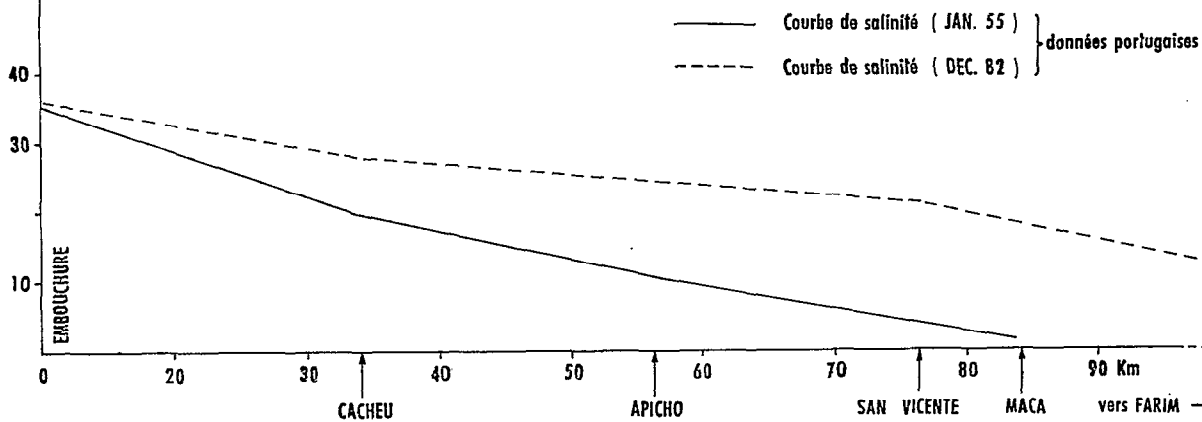
Sur le Cacheu, nos observations ont bien montré la présence d'une zone de "sursalure" (ou de concentration) qui se traduit par une salinité qui en fin de flot, diminue jusqu'à 31‰ alors que lors du jusant, elle augmente pour atteindre 36‰ à son maximum. En somme, ce bief subirait aussi des mouvements de "va et vient" constants en fonction des marées<sup>50</sup>.

Sur le Rio Geba, les mesures effectuées en un point pendant tout un cycle de marée ne montrent pas, à l'inverse de la turbidité, de grandes variations tant en flot qu'en jusant (entre 20 et 21‰ - de 9 h 30 à 19 h 00 le 23.12.1983). Alors que sur le Rio Mansoa, d'après les mesures qui ont été opérées le 27/12/1983 à Joao Landim en un point fixe et en fin de jusant, la salinité est à son minimum (26‰) ; ce qui coïncide avec les pointes de vitesse des courants de jusant. Les salinités maximales interviennent avec les courants de flot (jusqu'à 33-35‰). Ce fleuve ne présente donc pas de bief "sursalé" contrairement au Cacheu ; il fonctionne comme tous les estuaires normaux où un apport substantiel en eau douce contribue, lors du jusant, à diminuer la salinité.

<sup>50</sup> - J.P. Barusseau ( communication écrite) suggère de l'intituler "bouchon salé oscillant".

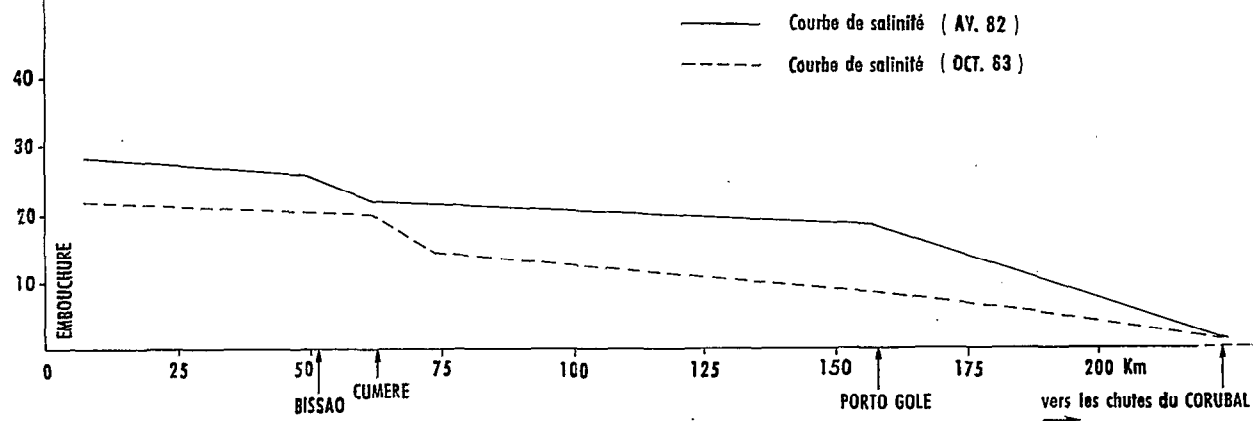
Salinité ‰

FIG. 42 - A. REGIME DE SALINITE DES EAUX DE SURFACE DU FLEUVE CACHEU



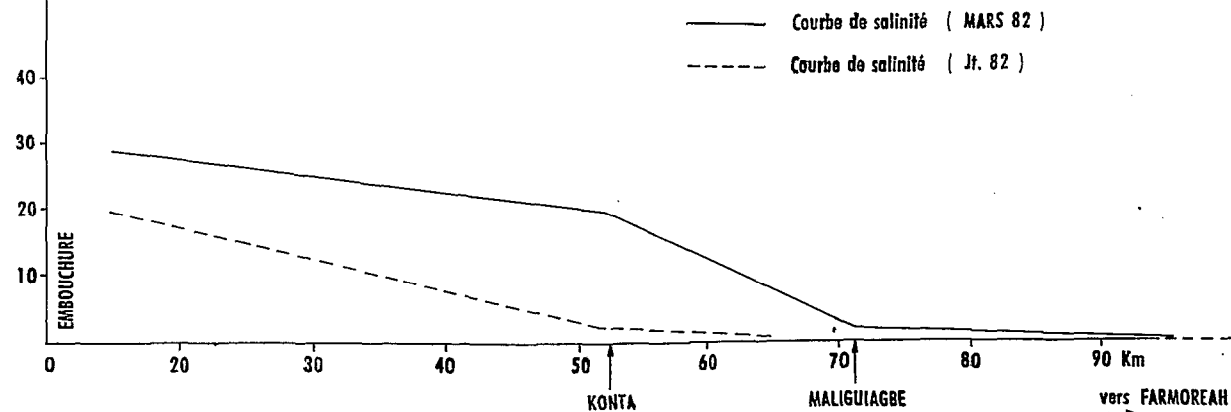
Salinité ‰

B. REGIME DE SALINITE DES EAUX DE SURFACE DU FLEUVE GEBE



Salinité ‰

C. REGIME DE SALINITE DES EAUX DE SURFACE DU FLEUVE MELLACOREE





D'autres mesures effectuées plus au sud le 27.12.1984 dans le Rio Grande de Buba, à la station de Buba (en amont) montrent que la salinité augmente lors du flot jusqu'à 40‰ - mettant ainsi en évidence le phénomène de "sursalure"<sup>51</sup> observé sur certains biefs et qui se fait sentir même en fin de saison de pluies - alors que les minima de salinité mesurés lors des étales de Pleine mer sont de l'ordre de 30‰.

Les mêmes comparaisons ont pu être effectuées sur les fleuves de la république de Guinée. Deux fleuves ont été choisis à titre d'exemples : le Dubréka qui débouche dans la baie de Sangaréa et la Mellacorée, à la frontière avec la Sierra Léone. Si, par rapport à nos mesures de 1983 effectuées aux mêmes dates et dans les mêmes conditions, la salinité en 1985 a légèrement augmenté, il n'en demeure pas moins que les minima de salinité sont toujours enregistrés au cœur ou en fin de saison des pluies. Alors qu'à l'échelle du cycle d'une marée, le minimum de salinité est toujours observé en fin de jusant<sup>52</sup> (29‰ à Dubreka) et le maximum en fin de flot<sup>52</sup> (34‰ à la station de Dubreka<sup>53</sup> le 8 avril 1985). Parallèlement, nous avons pu remarquer que quelque soit la station, le gradient de salinité est nettement décroissant au fur et à mesure que l'on remonte les deux fleuves (fig. 42). Du reste, au-delà de 80 km, le taux de salinité s'annule sur le Forécariah.

## CONCLUSION

Deux points fondamentaux ont pu être relevés :

- l'importance des phénomènes de marée dans la zone estuarienne, particulièrement pour le régime des eaux mais aussi pour l'évolution des sols<sup>54</sup>.
- l'importance de la composante climatique et hydrologique qui joue un rôle essentiel en faisant varier dans de larges proportions la salinité des eaux, particulièrement, dans les parties moyenne et haute de l'estuaire.

Cependant à l'inverse du Saloum et de la Casamance, où la salinité va en croissant d'aval en amont et où les phénomènes de marées exercent une influence prédominante sur les apports en eaux douces (quand ils existent), le gradient de salinité en règle générale diminue de l'aval vers l'amont dans les fleuves des deux Guinées. C'est aussi le cas en Sierra Léone et au Libéria (J.C.D. Watts, 1958 et E. Anhony, 1982), en particulier lors de la saison des pluies avec l'arrivée des "fortes" crues - la Mellacorée en constitue l'exemple le plus caractéristique - (fig. 42C).

En fait, d'après les récentes observations, des phénomènes nouveaux sont venus se superposer à ce schéma classique, notamment en Guinée Bissau et en république de Guinée. En effet, excepté les grands fleuves où les variations de salinité sont peu importantes (exemple du Rio Geba)<sup>55</sup>, c'est la présence d'une zone de plus forte "concentration en sels" qui se fait sentir dans certains fleuves (Rios Cacheu et Grande de Buba en Guinée Bissau). Cette zone de "surconcentration" ou "bouchon salé oscillant" subit le rythme des marées et des courants flot et de jusant. C'est là, pensons-nous, un indice marquant de l'influence des phénomènes de sécheresse qui se font sentir jusqu'à cette latitude des "Rivières du Sud", sinon au-delà. Du reste, ces évolutions peuvent, en partie, expliquer la diminution depuis quelques années, du taux de capture des crevettes dans certains fleuves : en Casamance, mais aussi dans le Rio Cacheu, comme nous l'ont indiqué les autorités chargées de la pêche à Bissau.

---

51 - Ce phénomène de sursalure s'explique, à mon avis, par un afflux d'eaux sursalées dû à des déficits partiels d'alimentation en eau douce.

52 - Voir mesures en annexes.

53 - L'on peut simplement constater, d'après nos mesures, que la salinité a légèrement augmenté dans ce fleuve entre 1983 et 1985.

54 - Phénomènes de submersion en périodes de Vives-Eaux et leurs conséquences dans la formation des vasières et des tannes nus.

55 - Même si, dans l'ensemble de la région, la salinité a tendance à augmenter.

Afin de mieux comparer le fonctionnement hydrodynamique de ces milieux estuariens, des mesures suivies de courantométrie en différentes saisons, aussi bien en vives eaux qu'en mortes eaux, ont été réalisées. Elles viennent compléter la classification, trop simple à notre avis, de certains de ces fleuves, uniquement basée sur le régime de salinité des eaux (F. Baltzer, 1983, C. Marius, 1984).

### 3. COMPARAISON DES RÉGIMES HYDRODYNAMIQUES DES SYSTÈMES ESTUARIENS

L'étude hydrodynamique réalisée a consisté à effectuer, à des postes fixes (fig. 43), des séries de mesures instantanées de vitesses et de direction de courants<sup>56</sup>. Le principe de la mesure de vitesse est fondé sur l'application d'une loi expérimentale permettant de rattacher le nombre de tours de l'hélice du courantomètre à un certain déplacement de la veine d'eau qu'il intercepte par unité de temps. En outre, un assujettissement permet d'apprécier à 10° près, la déviation du corps de l'appareil par rapport à la référence fixe fournie par un compas magnétique. Ces deux informations peuvent être visualisées indépendamment sur un compteur unique. Les comptages de vitesse ont été réalisés en intégrant l'écoulement sur 15 secondes (J.P. Barusseau, E.S. Diop *et al.*, 1982). D'autres appareils de mesure ont été utilisés. Ils ont permis, soit un enregistrement en continu, mais en une seule profondeur (courantographe Aanderaa), soit uniquement une estimation des vitesses (2031 digital flowmeter).

Dans toutes les stations courantométriques (fig. 43 et tabl. 41), les valeurs ont été relevées en moyenne tous les quarts d'heure en surface, à mi-profondeur et au fond ; alors que pour la station courantographique implantée dans le Diomboss, les mesures en surface ont été effectuées toutes les deux minutes (fig. 54, tabl. en annexes). L'évolution de la salinité, mais aussi celle de la turbidité (parfois de la température), de même que les variations relatives du niveau de l'eau au cours de la marée, ont été suivies simultanément. Tous les résultats obtenus ont été consignés en annexes. Cependant seuls les plus représentatifs seront retenus à titre de comparaison (fig. 44 à 51).

#### Remarques générales

D'après les mesures effectuées dans les différentes stations, la décroissance des vitesses en fonction de la profondeur est la règle générale. Il est donc possible d'affirmer que la vitesse du courant varie en fonction de la profondeur et de la morphologie du chenal. En outre, tant dans le nord que dans le sud, en surface comme en profondeur, cette décroissance est très liée au moment de la marée, plus particulièrement au module de la vitesse ; elle s'écarte peu d'une loi linéaire dont le gradient est variable ; exemple dans le Saloum, à Bara, dans le Geba...

Par ailleurs, les nombreux enregistrements réalisés (en annexes) confirment les observations faites dans le rapport EPEEC (1982) ; à savoir que le courant suit la même direction sur toute la tranche d'eau dans près de 90 à 95% des cas. Il est rarement de sens contraire, seulement dans 5 à 10% des mesures. En fonction de ces diverses considérations, comment s'établissent les durées des alternances tidales dans les estuaires étudiés ?

#### 3.1. Durées respectives du flot et du jusant

C'est la première particularité notable qui ressort d'une comparaison entre les mesures successives qui ont été opérées dans les différentes stations estuariennes. Nos observations ont permis de faire ressortir deux secteurs bien différenciés en ce qui concerne les durées du flot et du jusant<sup>57</sup> :

---

<sup>56</sup> - Le courantomètre utilisé - de marque Braystoke, type DKM008, a en effet donné des indications significatives dans la gamme des célérités rencontrées.

<sup>57</sup> - Ces mesures ont été réalisées au cours de plusieurs cycles de marée, qui rappelons-le, sont de type semi-diurne avec une période, qui d'après les valeurs consécutives obtenues, est de 12h30 approximativement.

Tableau 41.- Données générales concernant les stations étudiées. (In annexes).

Fleuves	Latitudes Approximatives	Stations	Dates	Appareillages utilisés	Durées des observations
Saloum	13° 40'	Djiffère	2 et 3.11.82	Courantomètre Braystoke	27 h
Saloum	13° 40'	Dionewar	30/5/83	"	12 h 30'
Diomboss	13° 35'	en aval de Gouk	du 2 au 8.05.83	Courantographe Aanderaa	139 h 50'
Diomboss	13° 35'	en amont de Gouk	7 et 8.05.83	Courantomètre Braystoke	13 h
Bandiala	13° 30'	Missirah	8/5/83	" "	9 h 30'
"	"	Bandiala	2/7/84	" "	12 h 30'
"	"	"	23/9/83	" "	11 h 30'
Gambie	13° 20'	Bara	21/9/83	" "	8 h 30'
"	"	"	31.11.83	" "	12 h 30'
Casamance	12° 25'	Karabane	30/3/83	" "	8 h
"	"	"	6/11/83	" "	12 h 30'
Geba	11° 30'	Bissau	23/12/83	" "	11 h 30'
"	"	Canal en aval de Bissau	en 1955	Courantomètre Idr (portugais)	11 h 30'
Cacheu	12° 05'	Cacheu (chenal)	24/12/83	C. Braystoke	12 h 30'
Cacheu	12° 05'	Cacheu ( Pont)	26/12/83	C. Braystoke	12 h 30'
Mansoa	11° 55'	Joao Landim	27/12/83	"	11 h 30'
Rio Grande de Buba	11° 20'	Buba	27/12/84	"	13 h 30'
Mellacorée	8° 55'	Benty	7/4/85	2031 Digital flowmeter	12 h 30'
Dubreka	9° 30'	Dubreka	8/4/85	"	12 h 30'

- le secteur du Saloum/Diomboss où en différentes saisons et contrairement à ce que l'on remarque dans les estuaires dits "normaux", les durées du flot sont nettement supérieures à celles du jusant (fig. 44 et 45). Cette particularité se manifeste surtout pour les enregistrements de surface (tabl. 42 et fig. 44) et se retrouve dans d'autres estuaires tels que la Gambie et parfois la Casamance, notamment en période de vives eaux.
- le secteur des deux Guinées, mais aussi parfois du Bandiala et de la Casamance, où les durées du jusant sont supérieures aux durées du flot (tabl. 43), ce qui traduit simplement un comportement normal de ces systèmes estuariens. F. Baltzer<sup>58</sup> parle de "type estuarien normal" avec une dilution de l'eau de mer par l'eau douce et une stratification des eaux lorsque les marées sont faibles.

Pour le tableau 43, la moyenne calculée de 18 valeurs de flot s'établit de 5 h 50', celle du jusant à environ 6 h 24'. Alors que pour 10 valeurs de flot obtenues en surface (tabl. 42), la moyenne calculée pour les stations plus au nord est de 6 h 12' environ contre 5 h 48' pour la moyenne du jusant. On est bien en présence de deux systèmes estuariens dont les comportements sont différents :

<sup>58</sup> - Intervention au séminaire régional UNESCO/COMAR sur l'estuaire et la mangrove du Saloum - rapport de l'UNESCO sur les sciences de la Mer - p. 44, 1985.

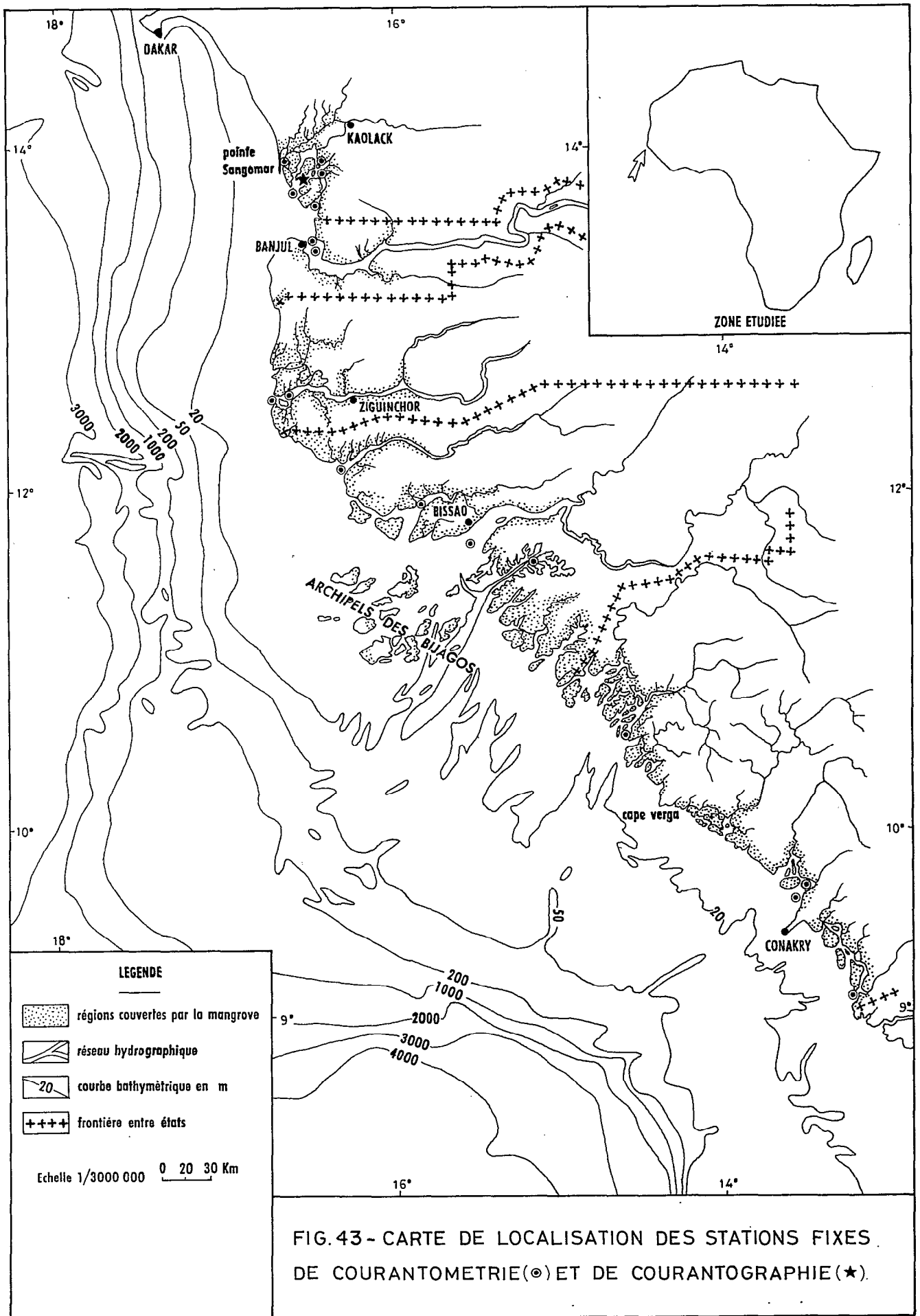


FIG. 43 - CARTE DE LOCALISATION DES STATIONS FIXES DE COURANTOMETRIE(⊙) ET DE COURANTOGRAPHIE(★).

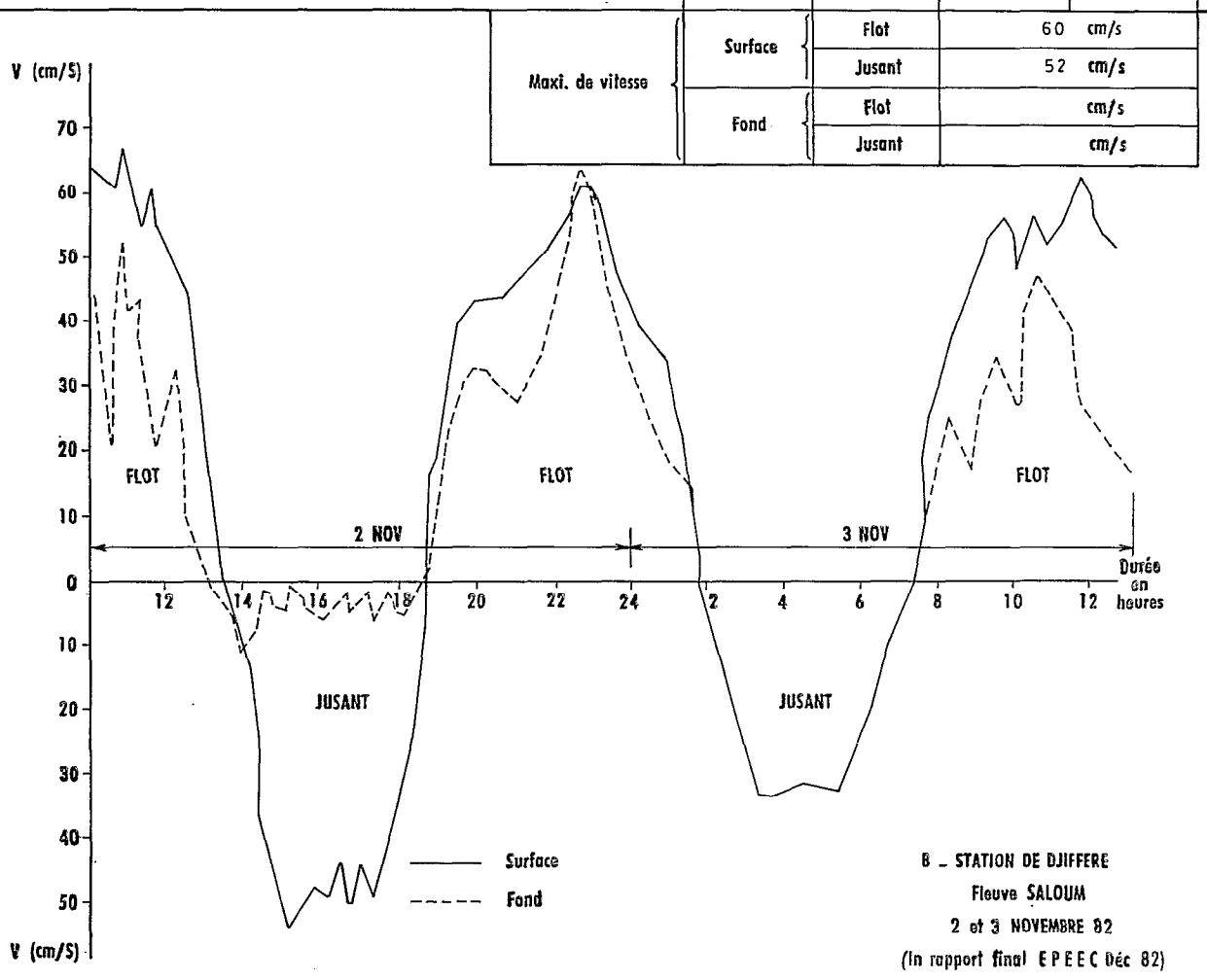
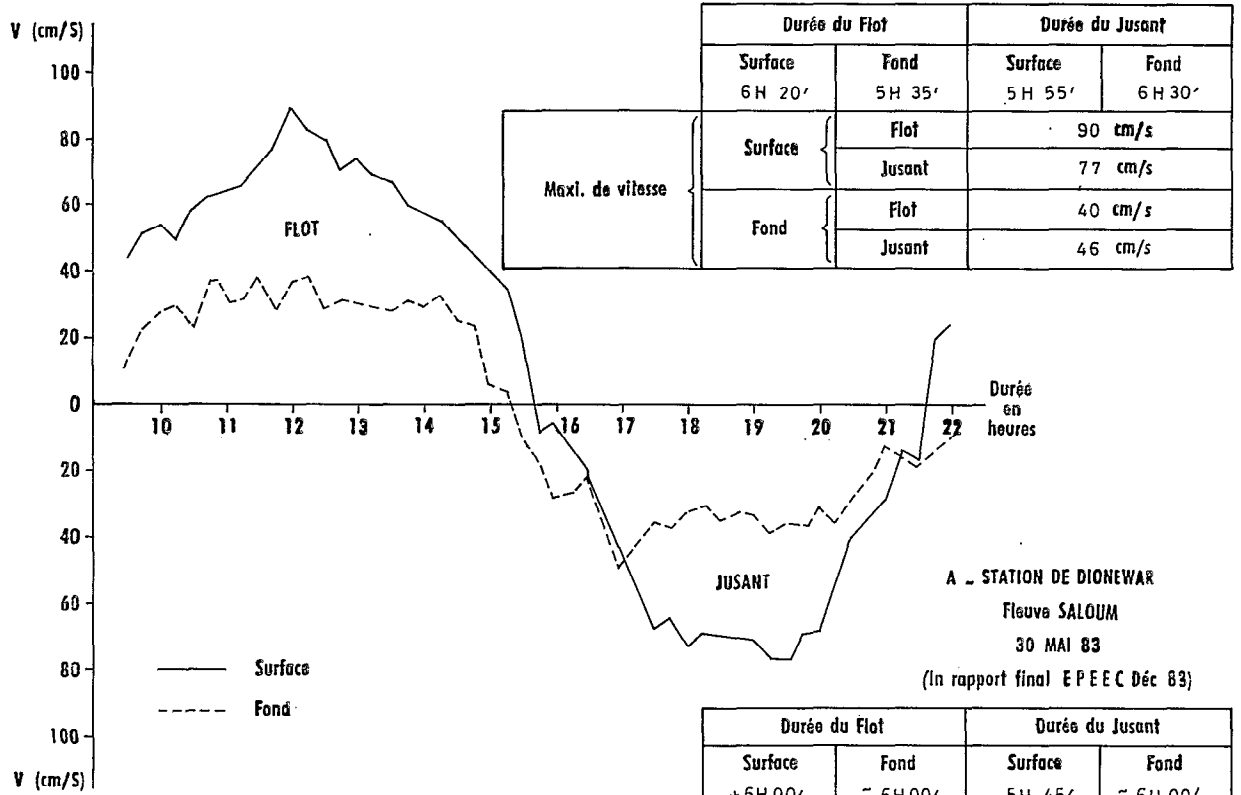


FIG. 4 4 VARIATIONS DE LA VITESSE DU COURANT (FLOT ET JUSANT) AU COURS DE DIFFERENTS CYCLES DE MAREE

**Tableau 42.- Durée des alternances tidales dans différents fleuves sénégaubiens.**

*Fleuve Saloum - 2 et 3.11.1982*

Profondeur	Flot	Jusant
Surface	6 h	5 h 45'
Fond	6 h	6 h

*Fleuve Saloum - 30.05.1983*

Profondeur	Flot	Jusant
Surface	6 h 20'	5 h 55'
Fond	5 h 35'	6 h 30'

*Fleuve Diomboss - 7 et 8.05.1983*

Profondeur	Flot	Jusant
Surface	7 h 05'	5 h 40'
Fond	7 h 10'	5 h 50'

*Fleuve Bandiala - 23.09.1983*

Profondeur	Flot	Jusant
Surface	7 h 05'	5 h
Fond	6 h 15'	5 h 45'

*Fleuve Gambie - 31.11.1983*

Profondeur	Flot	Jusant
Surface	6 h 25'	5 h 35'
Fond	6 h 10'	5 h 40'

+ l'un subit la prépondérance du courant de flot et non du jusant, traduisant ainsi l'originalité d'un schéma contraire à ce qui se produit habituellement. C'est le "type d'estuaire inverse" que F. Baltzer appelle "type anti-estuarien"<sup>59</sup> ; l'exemple le plus caractéristique étant le Saloum (fig. 44 et tabl. 42).

<sup>59</sup> - In Séminaire régional UNESCO/COMAR - Rapport de la Division des Sciences de la Mer, p. 44, 1985.

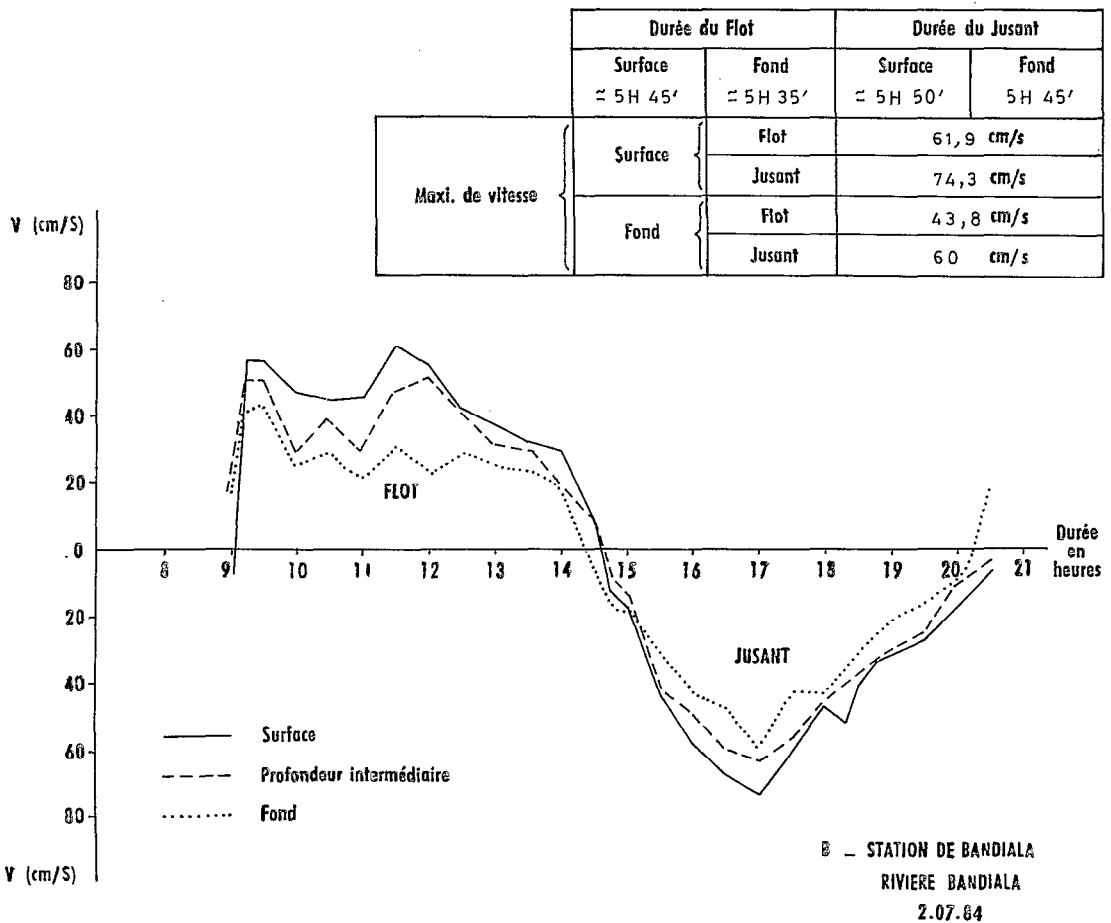
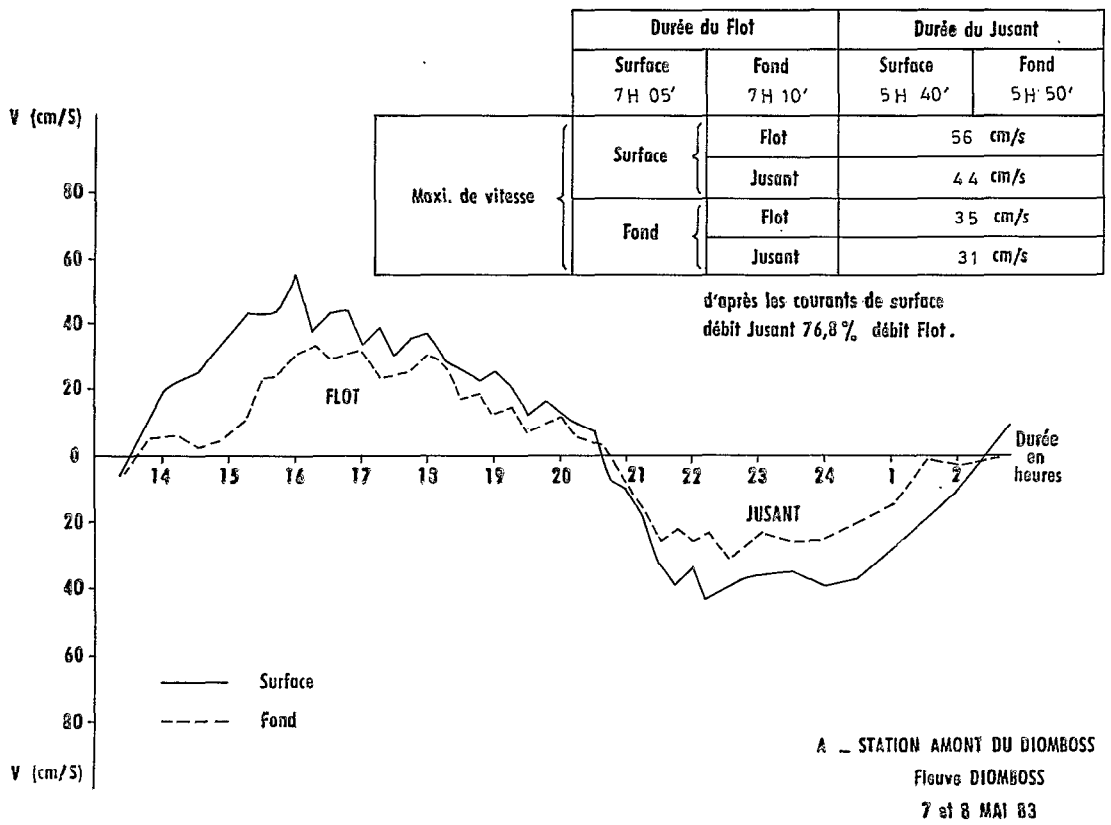


FIG. 45 VARIATIONS DE LA VITESSE DU COURANT (FLOT ET JUSANT) AU COURS D'UN CYCLE DE MAREE

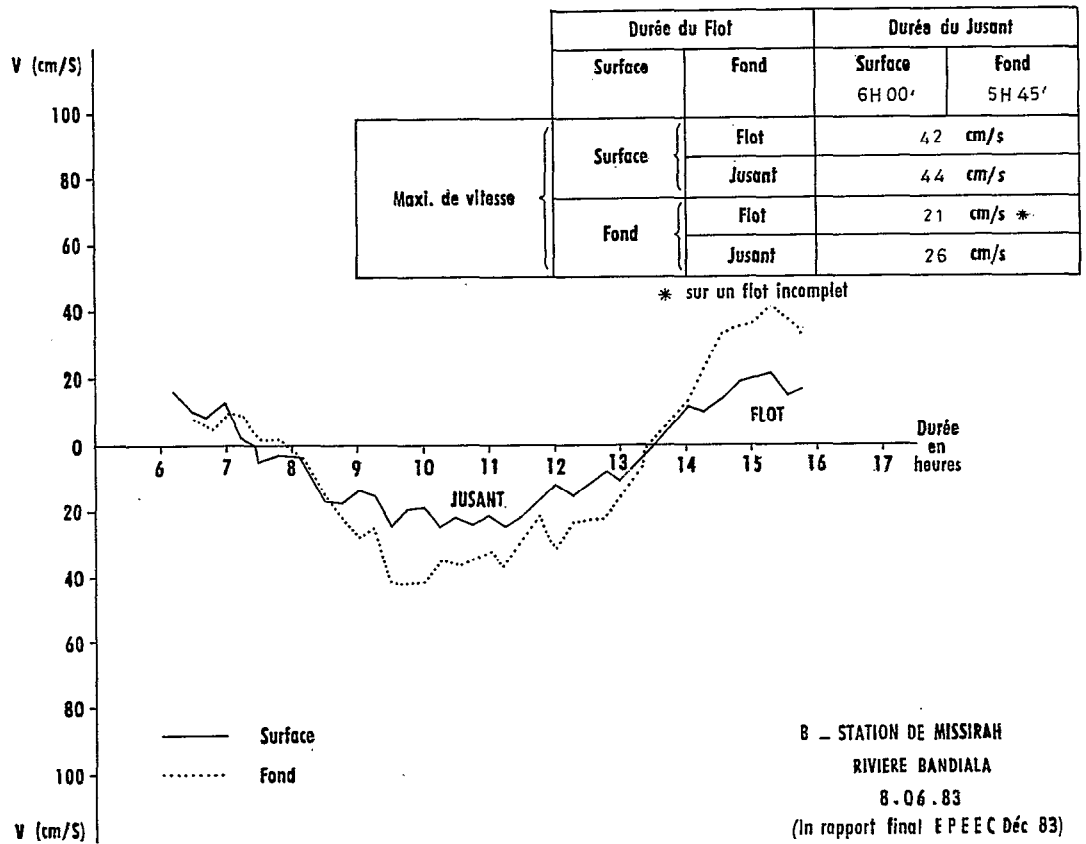
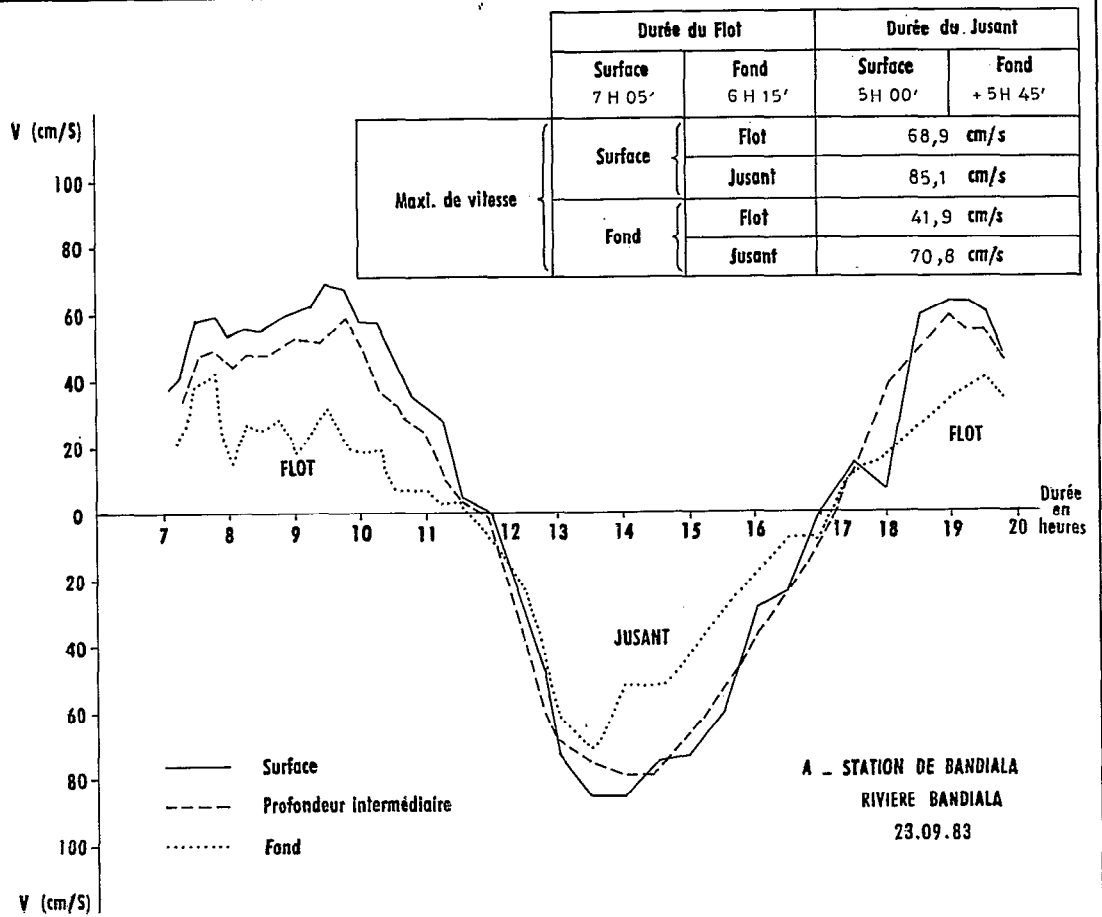


FIG. 4 6 - VARIATIONS DE LA VITESSE DU COURANT (FLOT ET JUSANT) AU COURS D'UN CYCLE DE MAREE



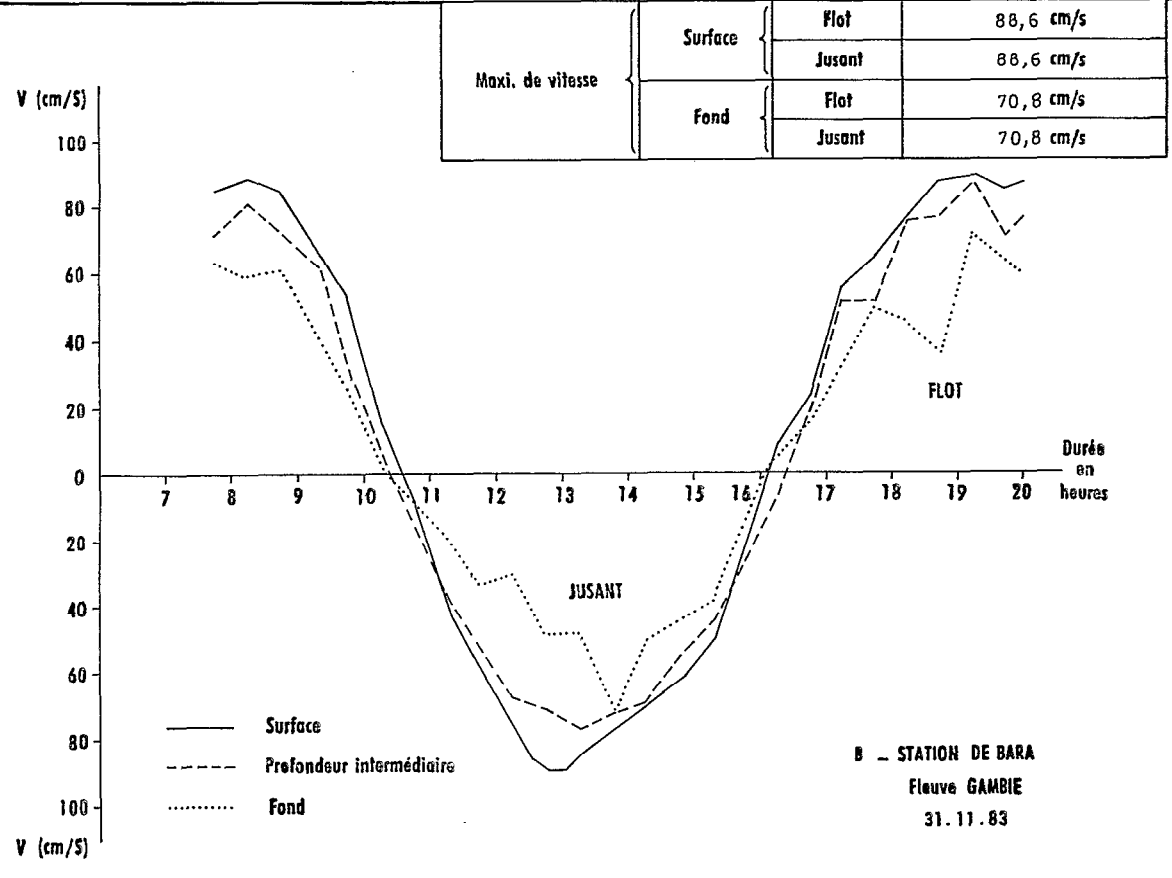
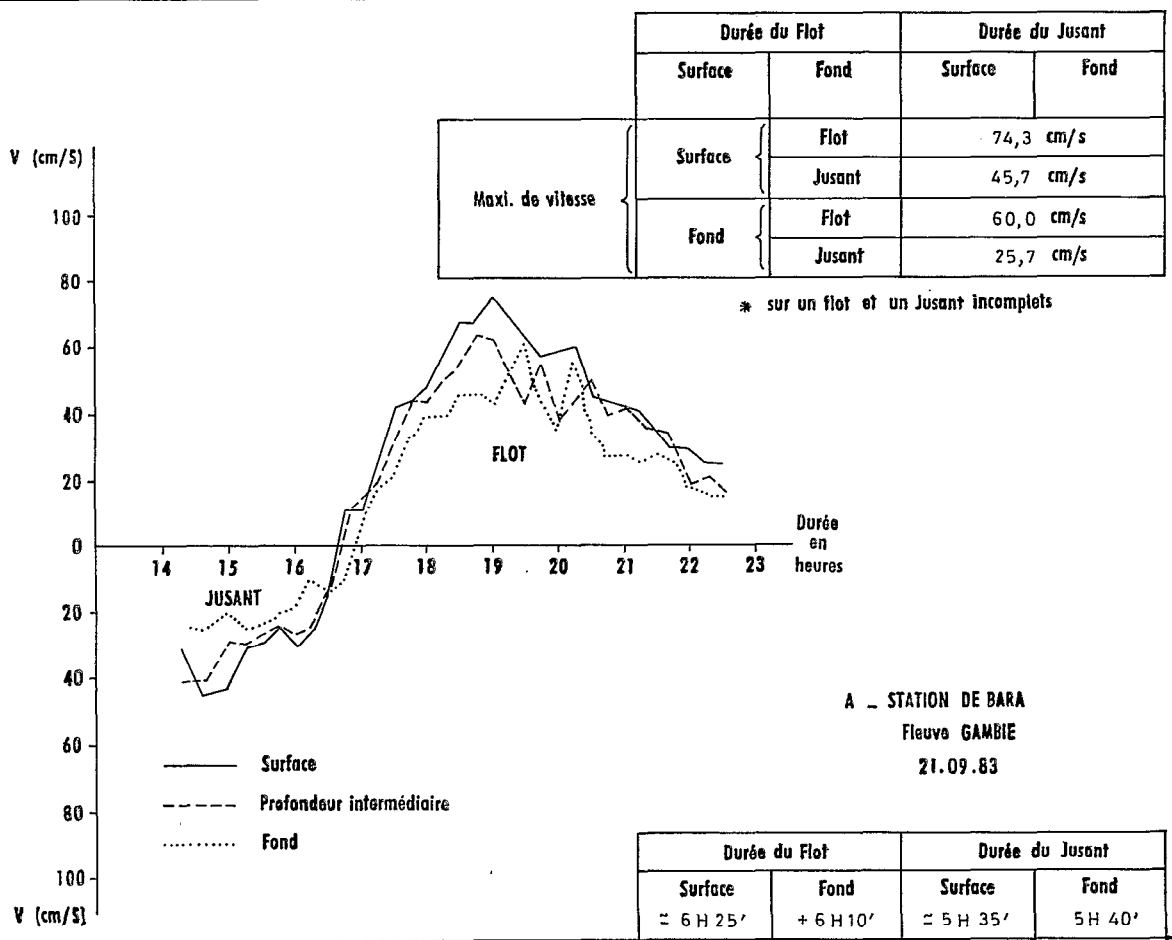


FIG. 4 7 - VARIATIONS DE LA VITESSE DU COURANT (FLOT ET JUSANT) AU COURS D'UN CYCLE DE MAREE

**Tableau 43.- Durée des alternances tidales dans différents fleuves sénégalais et guinéens.**

*Fleuve Bandiala - 2.07.1984*

Profondeur	Flot	Jusant
Surface	5 h 45'	5 h 50'
Fond	5 h 50'	5 h 45'

*Fleuve Casamance - 6.11.1983*

Profondeur	Flot	Jusant
Surface		6 h 20'
Fond	5 h 25'	6 h

*Fleuve Cacheu - 24.12.1983*

Profondeur	Flot	Jusant
Surface	5 h 30'	6 h 30'
Fond	5 h 50'	6 h 15'

*- 26.12.1984*

Profondeur	Flot	Jusant
Surface	5 h 30'	6 h 30'
Fond	5 h 30'	6 h 20'

*Fleuve Geba - 23.12.1983*

Profondeur	Flot	Jusant
Surface	6 h 10'	6 h 05'
Fond	6 h 30'	6 h 15'

*Fleuve Mansoa - 27.12.1983*

Profondeur	Flot	Jusant
Surface	6 h 05'	6 h 07'
Fond	6 h 08'	6 h 10'

*Fleuve Rio Grande de Buda - 27.12.1984*

Profondeur	Flot	Jusant
Surface	6 h 07'	6 h 07'
Fond	6 h 05'	6 h 10'

*Fleuve Dubreka - 8.04.1985*

Profondeur	Flot	Jusant
Surface	5 h 45'	6 h
Fond	5 h 35'	6 h 30'

*Fleuve Mellacorée - 7.04.1985*

Profondeur	Flot	Jusant
Surface	6 h	6 h
Fond	5 h 45'	6 h 05'

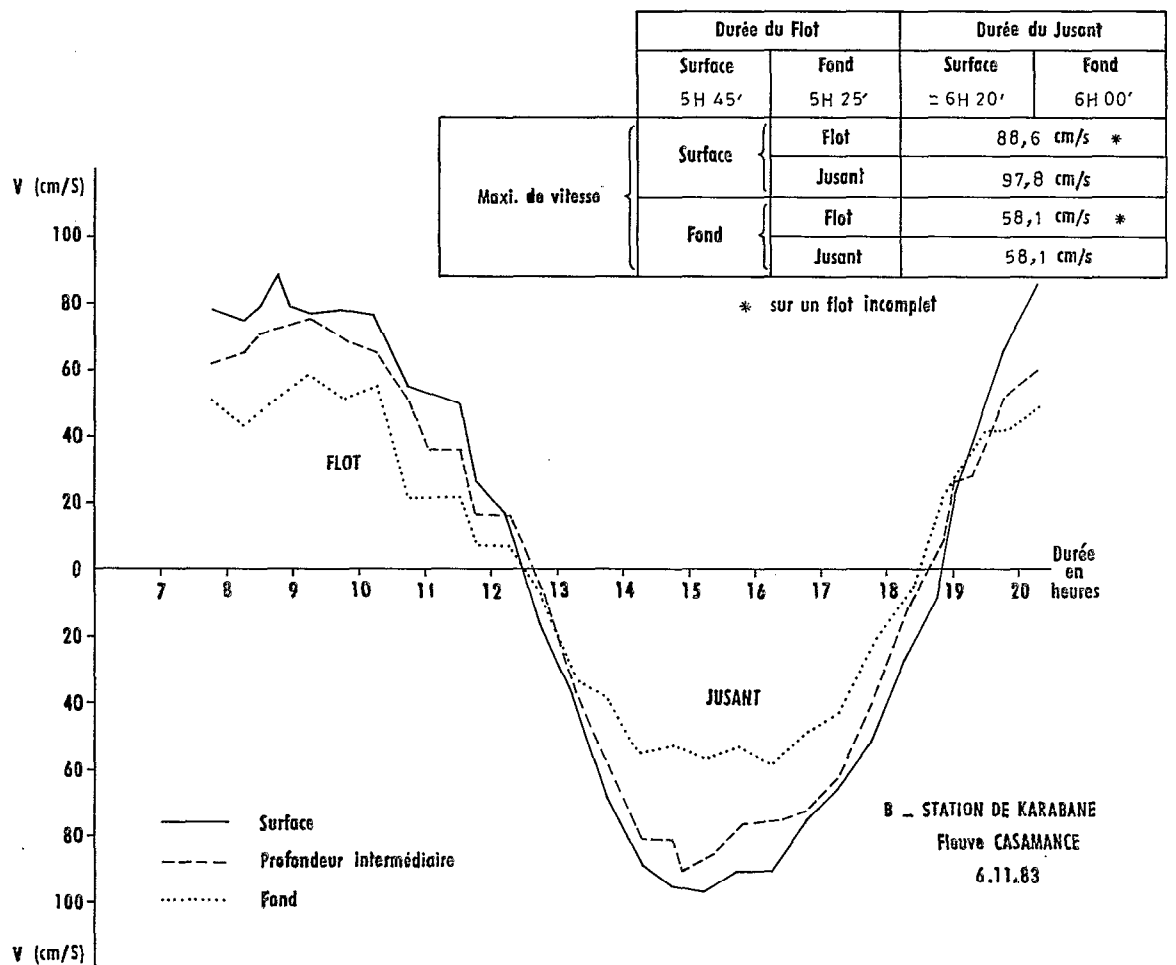
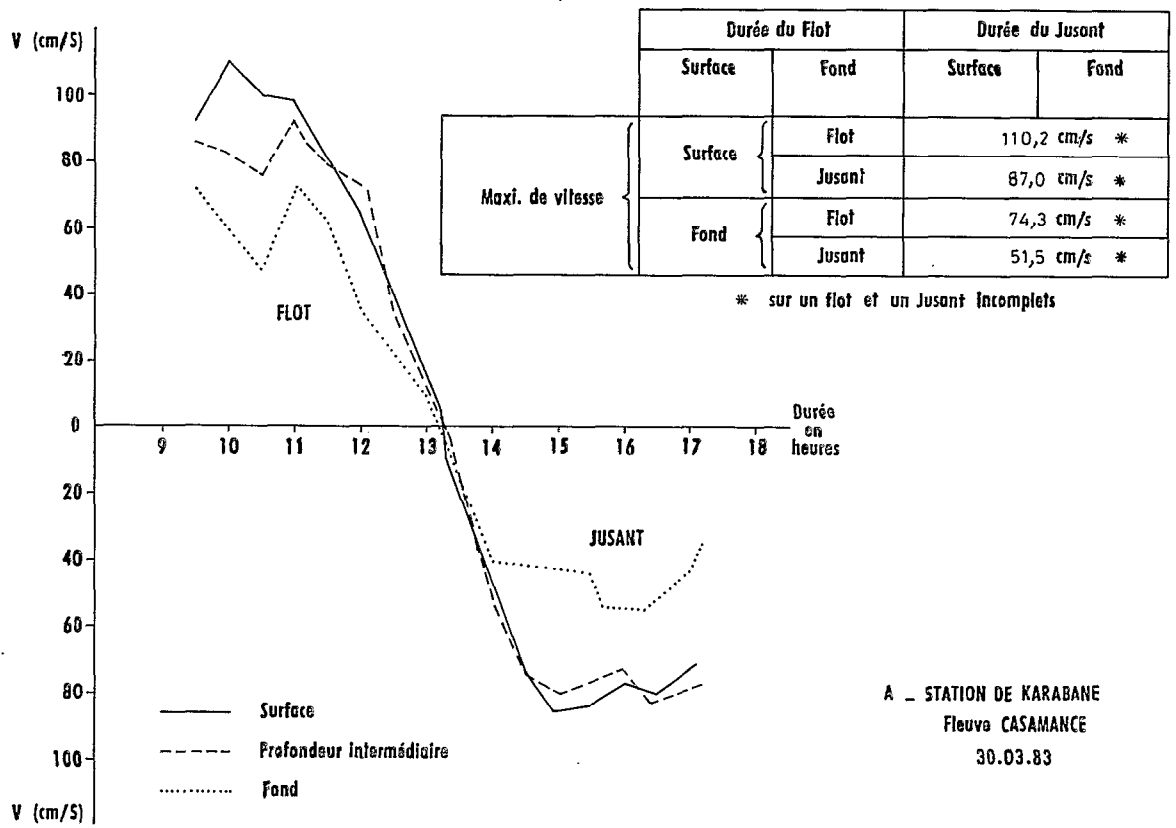


FIG. 48 - VARIATIONS DE LA VITESSE DU COURANT (FLOT ET JUSANT) AU COURS D'UN CYCLE DE MAREE

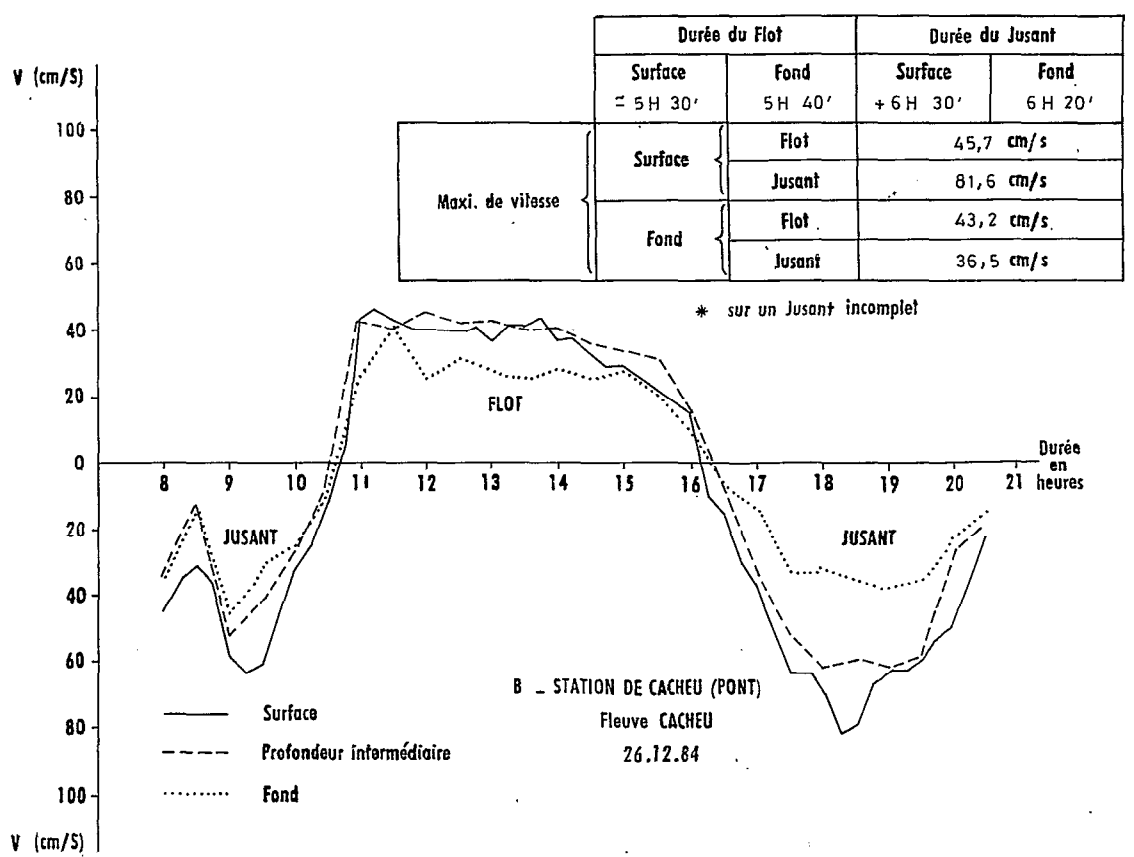
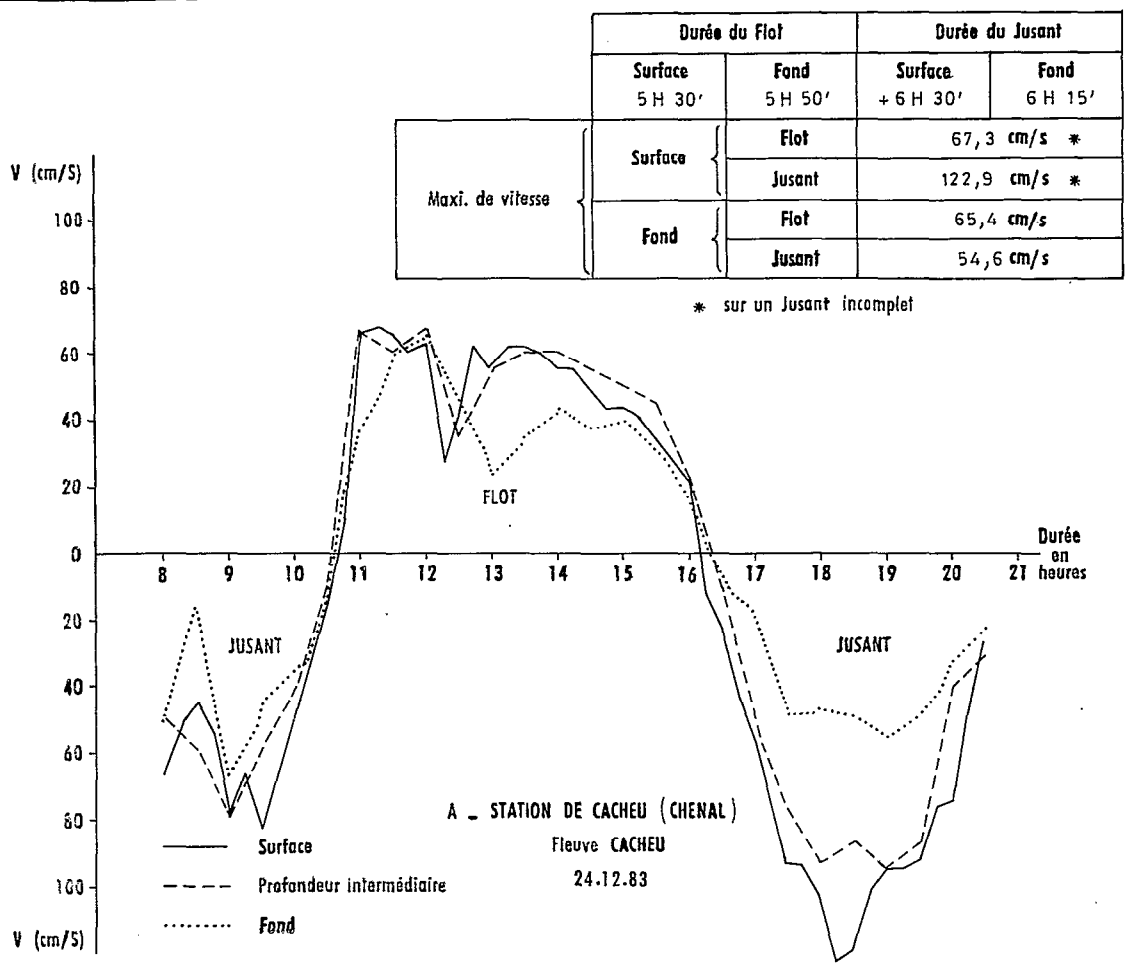


FIG. 49 - VARIATIONS DE LA VITESSE DU COURANT (FLOT ET JUSANT) AU COURS D'UN CYCLE DE MAREE

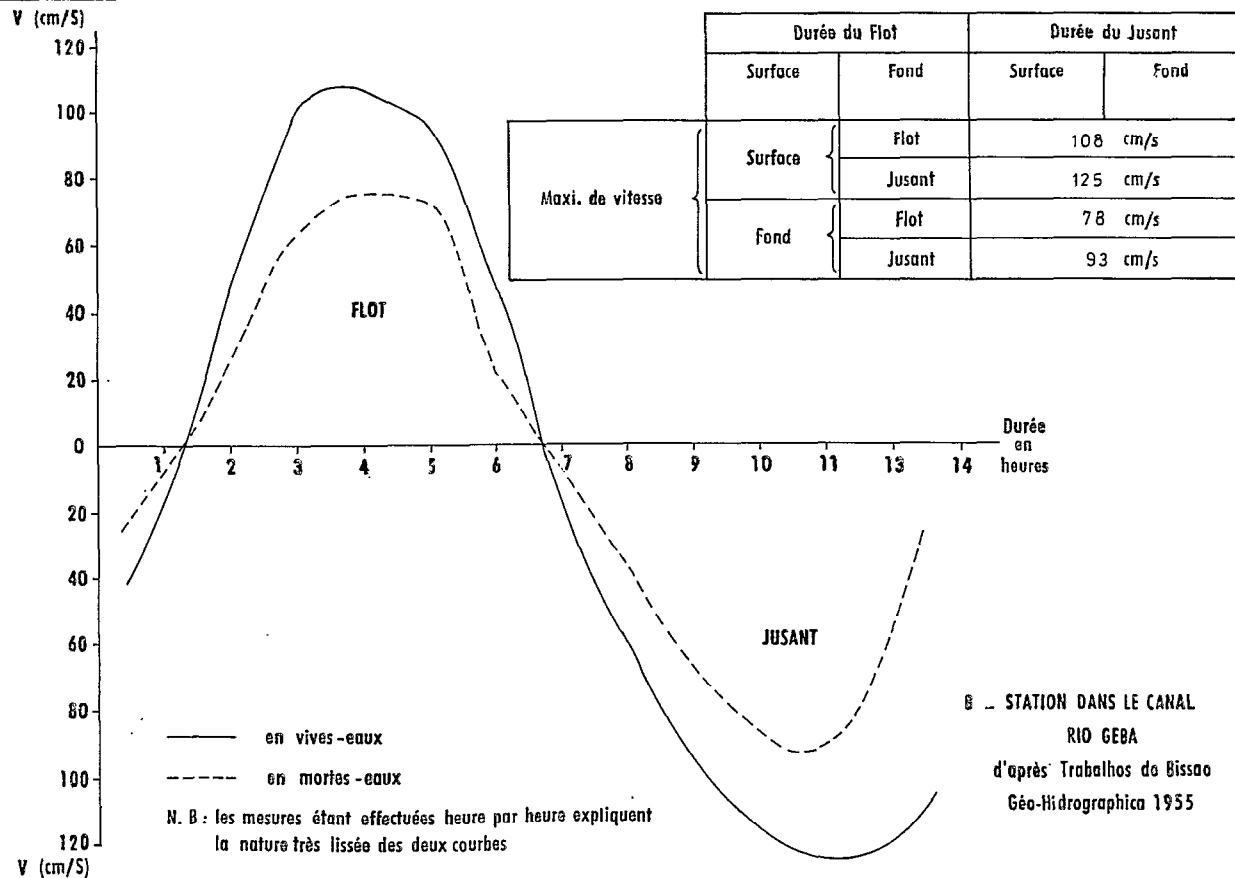
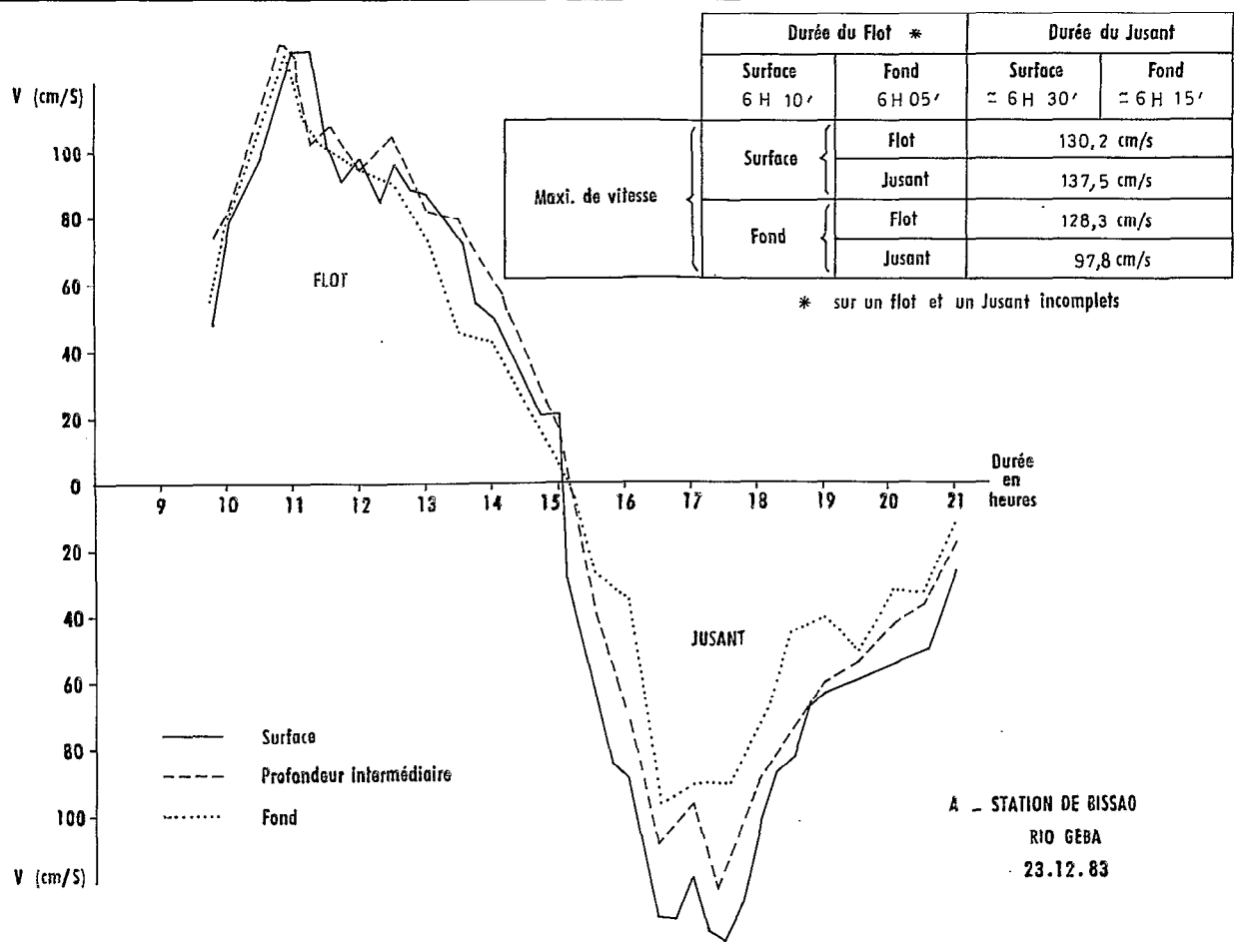


FIG. 50 - VARIATIONS DE LA VITESSE DU COURANT (FLOT ET JUSANT) AU COURS D'UN CYCLE DE MAREE

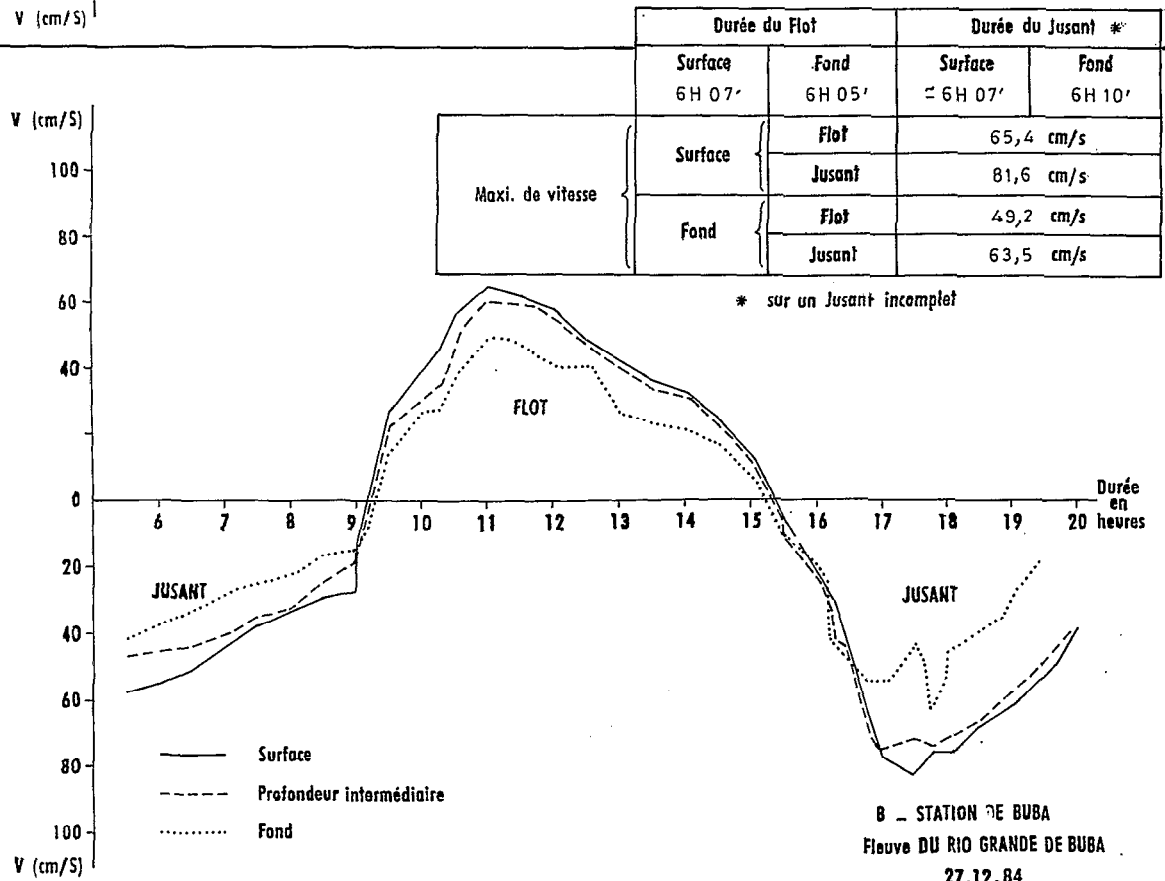
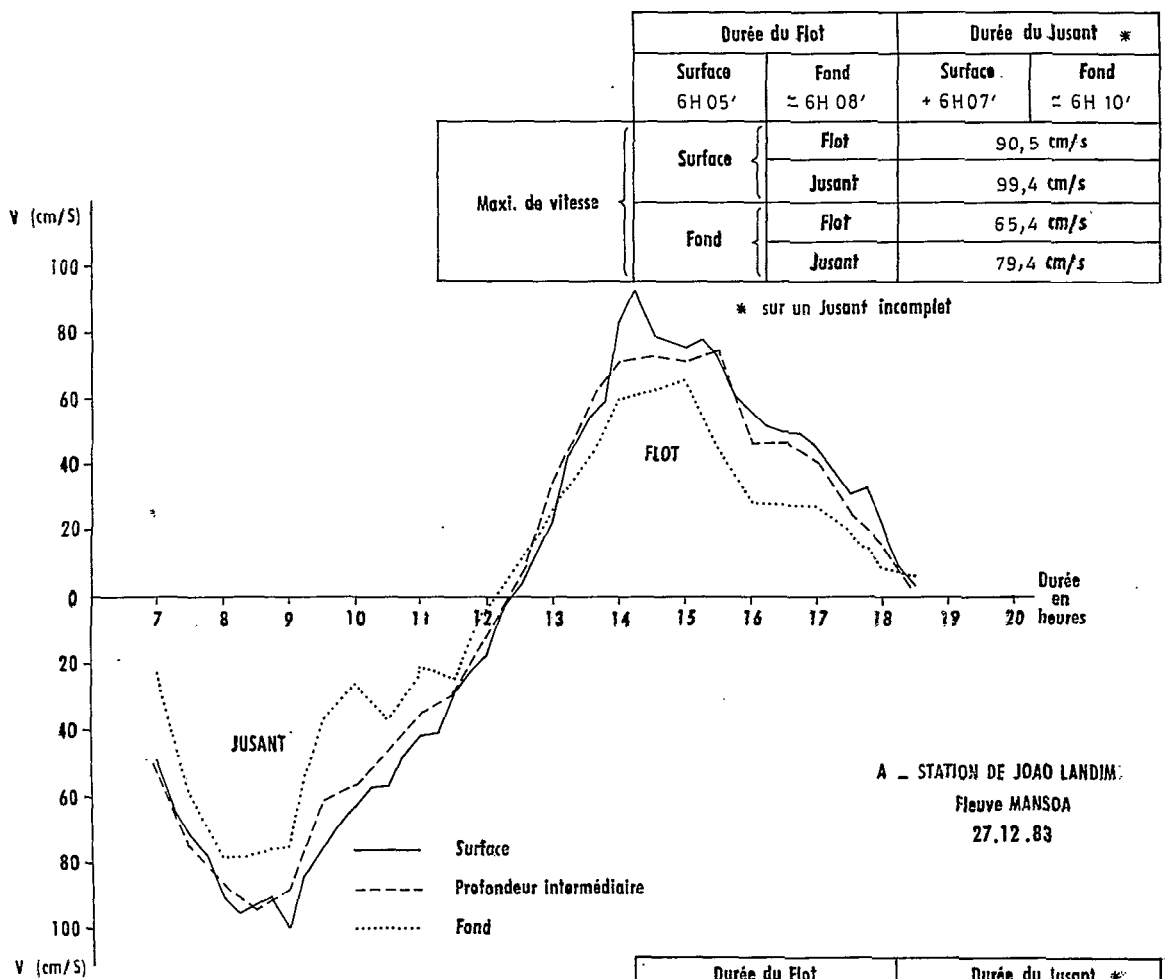


FIG. 51 - VARIATIONS DE LA VITESSE DU COURANT (FLOT ET JUSANT) AU COURS D'UN CYCLE DE MAREE

+ l'autre, au contraire, indique un dépassement sensible des temps d'écoulement du jusant par rapport au flot : cas habituel qui se produit dans les estuaires normaux du sud ; exemple du Rio Geba (fig. 50). Cependant, d'après les vitesses enregistrées, on observe parfois au niveau du fond, dans le Saloum par exemple, une couche d'eau plus rapide en jusant qu'en flot (tabl. 42 et fig. 44 - rapport EPEEC, 1982), ce qui semble bien expliquer la présence des bancs sableux, hauts fonds très instables et autres formations subtidales qui encombrant les embouchures et bas-estuaires de ces fleuves.

### 3.2. Intensité des maxima de vitesse en surface et en profondeur

Les différents résultats obtenus viennent en partie corroborer les données relatives aux durées des courants de flot et de jusant (tabl. 44).

Il ressort de ces tableaux 42-43 et figures 44 à 52 que pour les mesures de surface, la vitesse d'écoulement en flot est en général plus rapide que celle du jusant dans le système estuarien du Saloum, excepté le Bandiala<sup>60</sup>. Sur l'ensemble des données obtenues pour les estuaires du nord (10 au total - tabl. 44), les maxima de vitesse sont dans 60% des cas plus élevés au cours du flot, 30% des valeurs sont plus faibles et 10% égales à celles du jusant. De nouveau est mis en évidence le comportement inverse de ces estuaires. Mais les autres mesures ont permis en outre de montrer que cette particularité n'affectait par seulement le Saloum et le Diomboss mais aussi le Bandiala, la Gambie et la Casamance<sup>61</sup>. Ces observations permettent donc de dire qu'il s'agit d'un mode de fonctionnement non exceptionnel en régime intertropical et que ce modèle doit se produire non seulement dans des fleuves coupés de toute alimentation pendant une partie de l'année, mais également dans certains bôlons affluents des fleuves comme la Gambie, la Casamance... et même dans ceux-ci, au cours de certaines périodes, en fin de saison sèche.

Tableau 44. Vitesses maximales (en cm/s) du courant de flot et de jusant dans différentes stations.

Stations	Fleuves	Dates	Vitesses maximales enregistrées			
			en flot (cm/s)		en jusant (cm/s)	
			Surface	Fond	Surface	Fond
DIONEWAR	Saloum	30/5/83	90	77	40	46
DJIFERE	Saloum	2-3/11/82	60	-	52	-
STATION AMONT	Diomboss	7-8/5/83	56	35	44	31
BANDIALA	Bandiala	2/7/84	61.9	43.8	74.3	60
BANDIALA	Bandiala	23/9/83	68.9	41.9	85.1	70.8
MISSIRAH	Bandiala	8/5/83	42	21	44	26
BARA	Gambie	21/9/83	74.3	60	45.7	25.7
BARA	Gambie	31/11/83	88.6	70.8	88.6	70.8
KARABANE	Casamance	30/3/83	110.2	74.3	87	51.5
KARABANE	Casamance	6/11/83	88.6	58.1	97.8	58.1
CACHEU	Cacheu	24/12/83	67.3	65.4 (1)	122.9	54.6
CACHEU	Cacheu	26/12/83	45.7	43.2 (1)	81.6	36.5
BISSAU	Geba	23/12/83	130.2	128.3 (1)	137.5	97.8
CANAL DU GEBE	Geba	en 1955	108	78	125	93
J. LANDIM	Mansoa	27/12/83	90.5	65.4	99.4	79.4
BUBA	Rio Grande de Buda	27/12/84	65.4	49.2	82.6	63.5
DUBREKA	Dubreka	8/4/85	66.78	29.12	83.19	68.70
BENTY	Mellacorée	7/4/85	70.54	54.32	79.42	59.42

(1) Il semble que la prépondérance du flot sur le jusant, pour les mesures de fond réalisées dans les rios Cacheu et Geba, soit l'indice d'un comportement normal de ces systèmes estuariens. Le coin salé ralentit l'écoulement au niveau du fond, quand il est repoussé en jusant vers l'estuaire externe par la pression des eaux d'amont (communication écrite de J.P. Barousseau).

<sup>60</sup> - En raison de sa faible profondeur sur une importante partie de son cours, le Bandiala présente un comportement différent du Saloum et du Diomboss.

<sup>61</sup> - Tableau 45 in A. Sarr, 1985.

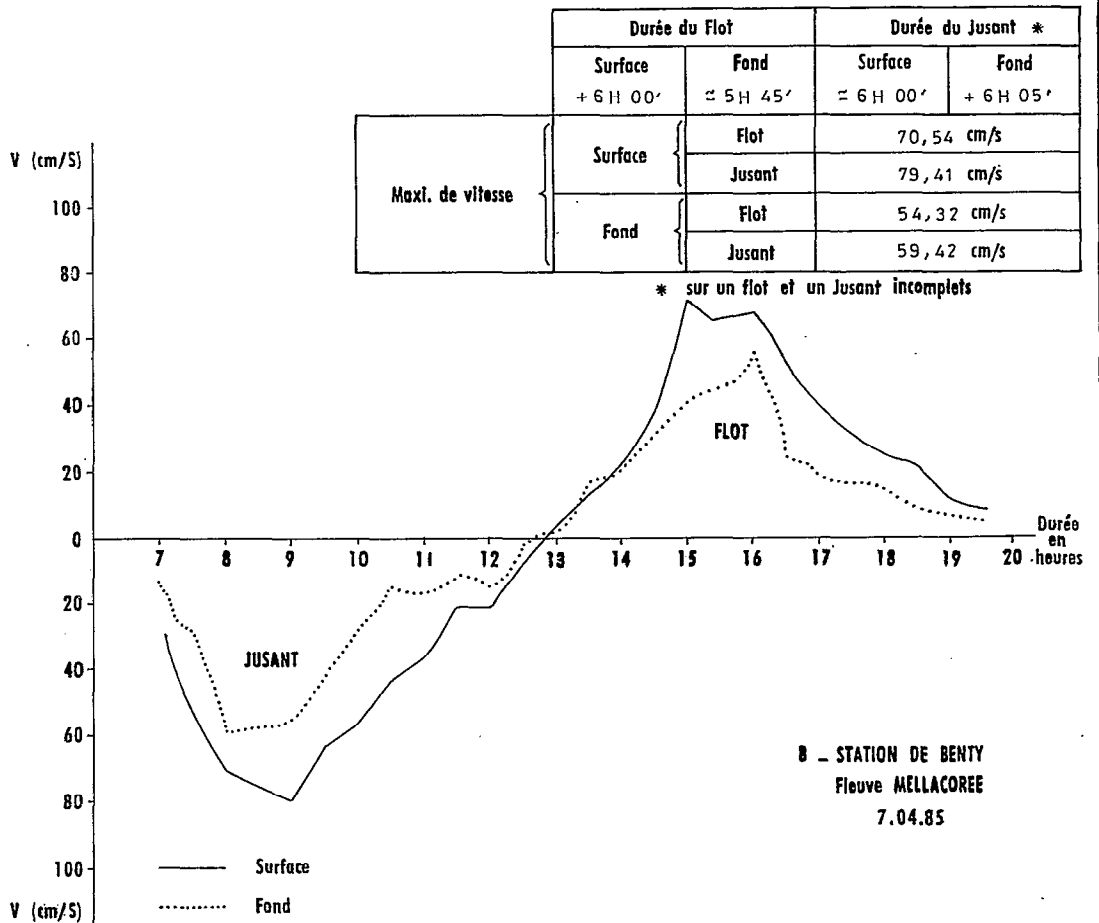
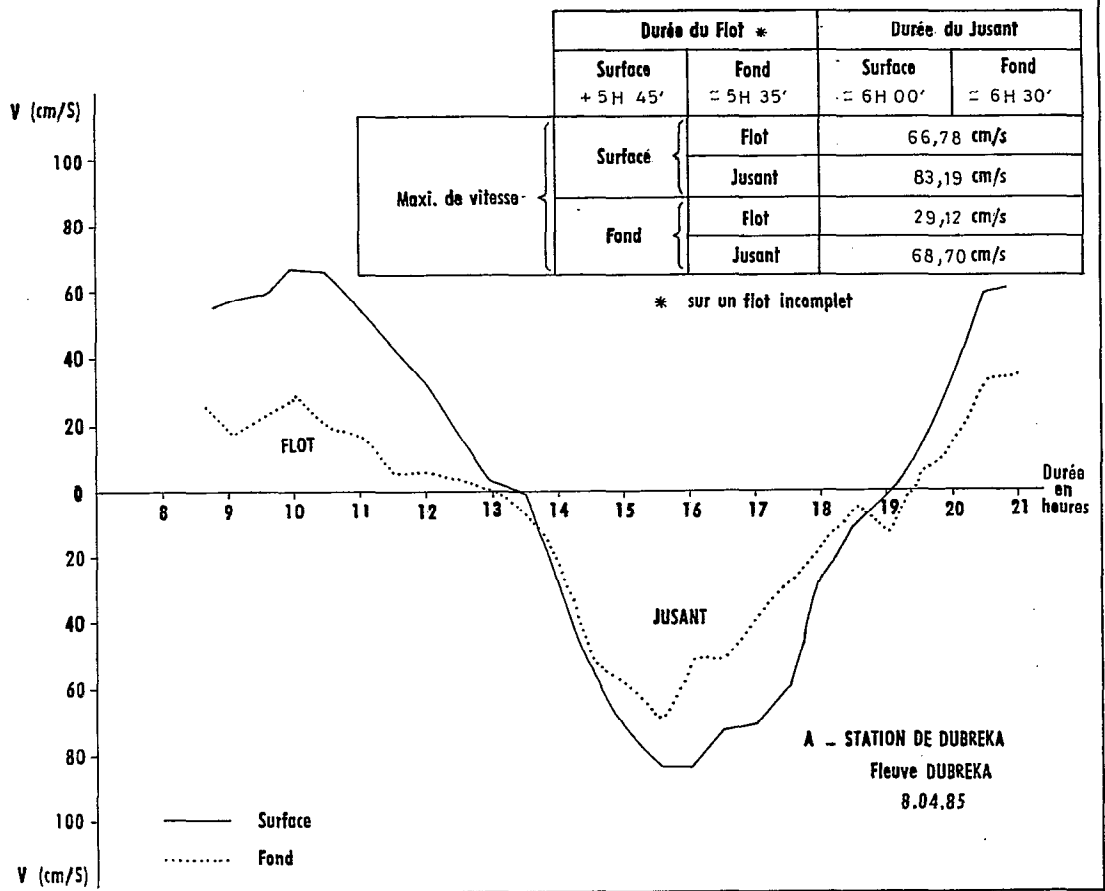
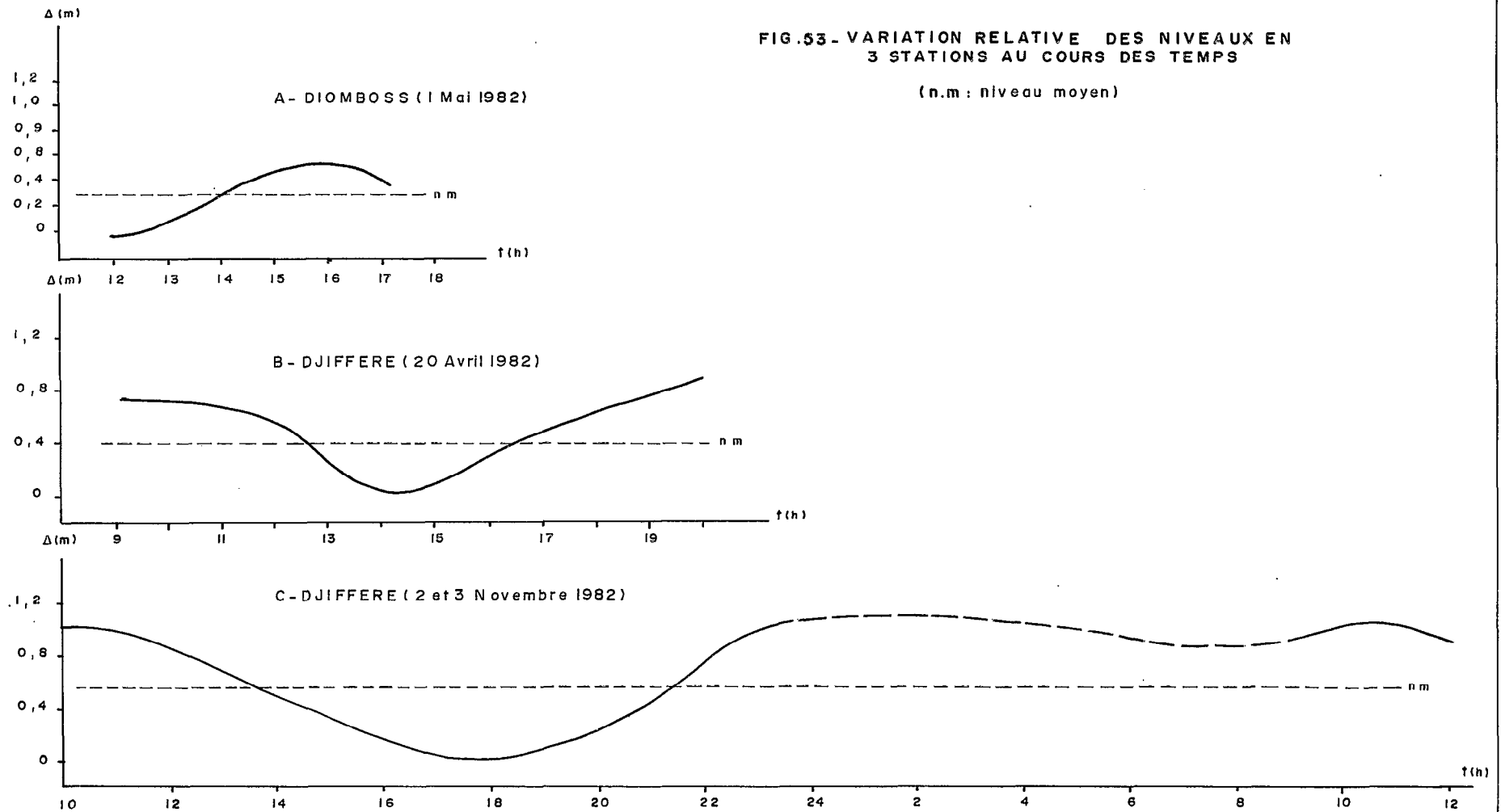


FIG. 52 - VARIATIONS DE LA VITESSE DU COURANT (FLOT ET JUSANT) AU COURS D'UN CYCLE DE MAREE



FIG.53 - VARIATION RELATIVE DES NIVEAUX EN  
3 STATIONS AU COURS DES TEMPS

(n.m : niveau moyen)



**Tableau 45.- Mesures de vitesses de courants dans la Casamance lors de marée de vives-eaux - d'après L. Lereste et J.C. Olivry, in A. Sarr, 1985.**

Localités	Date	Profondeurs	Flot vitesse en m/s	Jusant vitesse en m/s
Pointe St Georges	25/5/83	9.10 m	1	0.75
Ziguinchor	"	10.60 m	0.84	0.61
Banganga	"	7.95 m	0.64	0.34
Goudomp	"	3.10 m	0.36	0.33
Diattacounda	"	3.60 m	0.30	0.27

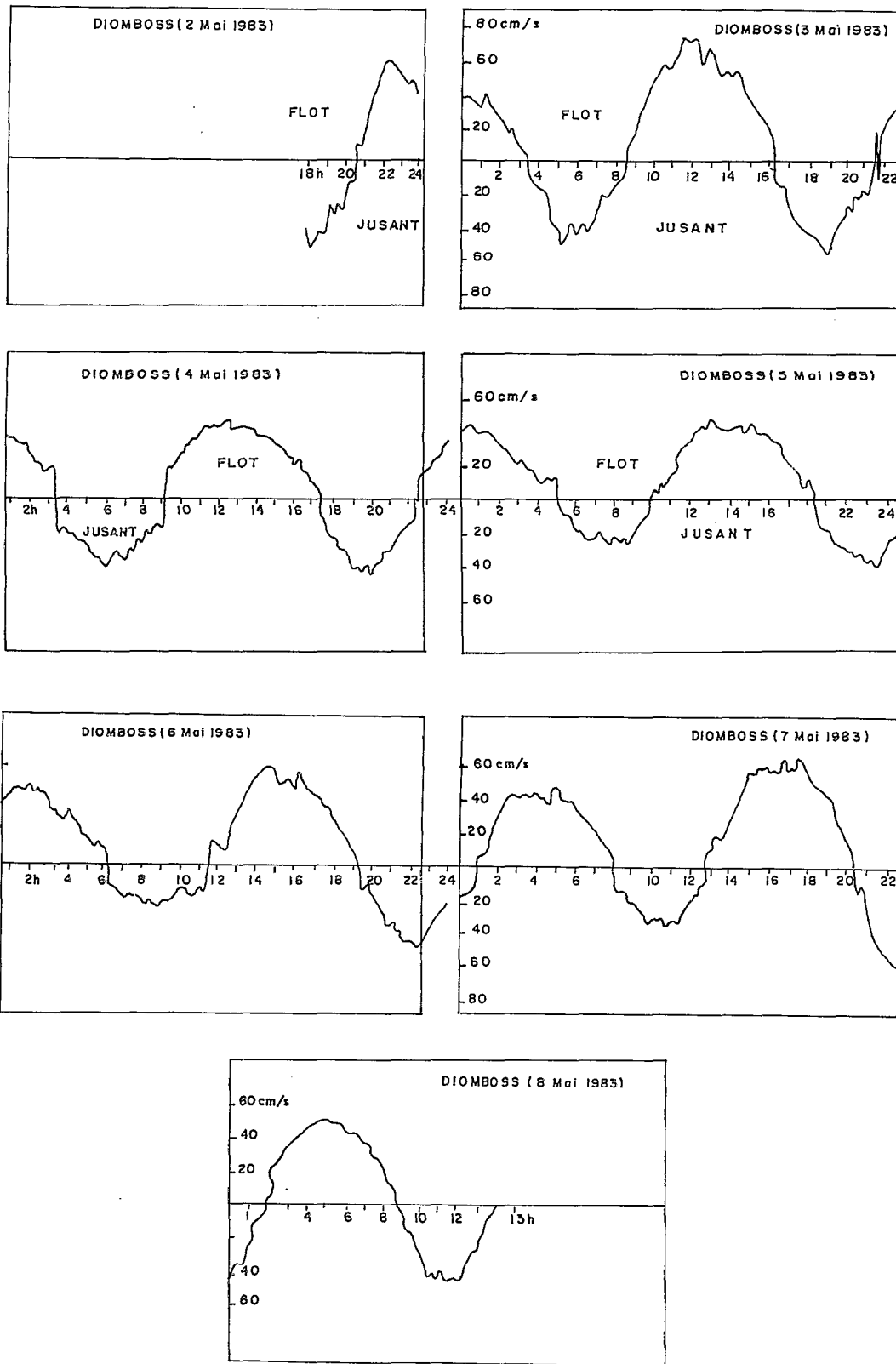
Il reste que des différences peuvent apparaître, imputables "proparte" aux variations du coefficient de marée et à la position géographique des mesures qui détermine d'importantes variations du marnage d'un point à l'autre dans les "Rivières du Sud" - voir chapitre I, 2<sup>e</sup> partie.

### 3.3. Les caractères de l'onde de marée et les facteurs de restitution de l'eau.

Dans tous les estuaires, le mouvement alternatif vertical du niveau de l'eau n'est pas synchrone avec l'alternance des courants. Généralement, le changement de sens des courants est légèrement décalé, en avance ou en retard, par rapport aux étales de niveau (J. P. Barusseau, E. S. Diop, J. L. Saos, 1983). Les estuaires de notre domaine d'étude n'échappent pas à cette règle avec deux caractéristiques opposées qui ont été nettement mises en évidence. D'après l'estimation des hauteurs d'eau, la durée de la période du haut niveau de l'eau par rapport au niveau moyen (n.m. sur la figure 53) paraît nettement plus longue dans le Saloum et le Diomboss que dans certains fleuves plus méridionaux tels que la Mellacorée, le Dubréka et même le Rio Geba. Cela peut s'expliquer par le fait que la période de l'étales de Basse Mer (celle du bas niveau de l'eau) est nettement plus importante. Par exemple, dans le Saloum et dans le Diomboss, les courbes établies (fig. 53) montrent bien que dans plus de 60% du temps, le "plein d'eau" dure plus longtemps au-dessus du niveau moyen (n.m.) qu'au dessous. Parallèlement, il a été montré en 1982 dans le Saloum et le Diomboss, qu'un décalage plus ou moins important existait entre les étales de niveau et celles des courants (J. P. Barusseau, E. S. Diop, J. L. Saos, 1982, tabl. 46).

**Tableau 46.- Heures respectives des étales de niveau et de courant au cours de trois stations fixes.**

	Djifère (Avril 1982)		Diomboss	Djifère (Novembre 1982)			
	PM	BM	PM	PM	BM	PM	BM
Heures des étales de niveau	?	14 h 15	16 h	?	13 h 30	04 h 30	?
Heures des étales de courant	10 h 45	16 h 15	13 h 30	13 h 30	18 h 30	01 h 30	7 h 20



In J.P. BARRUSSEAU - E.S. DIOP et al 1983

FIG. 54 - ENREGISTREMENT CONTINU DES COURANTS DE SURFACE

Ce phénomène de décalage qui n'est pas spécifique à l'estuaire du Saloum, est tel qu'un retard dans la vidange de ce même "réservoir" a été enregistré. C'est ce retard qui explique que le courant dans le chenal soit encore en jusant (écoulement vers la mer) quand le niveau marin est déjà en train de monter. Nos observations et mesures dans les estuaires guinéens ont mis en évidence le phénomène inverse en fin de flot, à savoir, un écoulement vers l'amont qui est encore enregistré dans le chenal alors que le niveau moyen était en baisse (cas des Rios Geba et Mansoa - voir annexes). Dans un cas comme dans l'autre, ces phénomènes d'hydrodynamisme ne peuvent être élucidés autrement que par les effets conjoints, extrêmement interactifs du marnage et du débit fluvial, de la pente du plan d'eau et de la position géographique du point de mesure dans l'estuaire. Dans le Saloum, il a été montré que l'inertie des zones adjacentes du fleuve (mangroves, tannes, lacis de bôlons...) se manifestait au cours du montant par une résistance à la pénétration de l'eau dans le réseau des chenaux, les goulets des tannes (J. P. Barousseau, E. S. Diop, J. L. Saos, 1983).

### *Facteurs de restitution de l'eau*

Le facteur de restitution tel qu'il a été calculé, est issu du rapport des pourcentages obtenus entre les débits de jusant et de flot précédent :  $C_s$  et  $C_p$ , respectivement à partir des répartitions des vitesses mesurées au cours du temps (J. P. Barousseau, E. S. Diop, J. L. Saos, 1983 et tabl. 47-48).

Les hypothèses faites sont les suivantes :

- l'onde de marée est symétrique.
- la variation verticale est linéaire et le rapport des vitesses de flot et de jusant ne varie pas sur la verticale.
- les variations transversales sont négligeables et proportionnelles.
- la surface mouillée ne change pas de manière significative.

Dans ces conditions, il est possible d'intégrer graphiquement et de comparer les variations de vitesse et les distances parcourues, selon la méthode préconisée par Simmons (1966) in J. P. Barousseau *et al.* (1983). Le rapport de ces valeurs correspond alors au rapport des débits. L'opération a été possible dans 15 cas (tabl. 47 et 48) permettant ainsi le calcul du facteur de restitution de l'eau (rapport des débits). Bien entendu, dans une telle évaluation, l'ordre de grandeur est plus important que la mesure en un point.

Tous les résultats obtenus (tabl. 47 et 48) indiquent que le facteur de restitution s'établit entre 75 et 80% dans le Saloum, dans le Diomboss<sup>62</sup> et parfois dans le Bandiala, pour les eaux de surface notamment. Alors que pour les fleuves guinéens, ce facteur, excepté de rares cas, dépasse toujours 100%. Par ces différents schémas et valeurs obtenues, il est donc clairement établi que le "Delta" du Saloum reçoit actuellement plus d'eau qu'il n'en restitue à la mer et qu'au contraire, les fleuves guinéens, parfois aussi la Casamance et la Gambie<sup>63</sup> restituent plus d'eau qu'ils n'en reçoivent : le régime d'écoulement alternant présente, dans ces derniers cas, une résultante toujours dirigée vers l'aval.

Au total, si les estuaires du sud (guinéens notamment) semblent se comporter normalement du point de vue hydrodynamique, le fonctionnement inverse de ceux du nord (Saloum, Diomboss en particulier ; Casamance, Gambie et Cacheu parfois) paraît clairement établi par les caractéristiques des écoulements alternants engendrés par l'onde de marée. Les cas du Saloum et du Diomboss sont particulièrement évidents, en raison de l'absence d'apports en eau douce qui supprime un facteur de la dynamique estuarienne pendant la quasi-totalité de l'année alors que l'excès d'apport d'eau dans les estuaires du sud n'a jamais été mis en cause par la diminution des pluies.

---

<sup>62</sup> - Pour la série des 11 alternances mesurées dans ce fleuve, les valeurs du facteur de restitution sont comprises entre 52,4 et 90,2%, la moyenne étant de 61,8% (fig. 54 et tabl. 48).

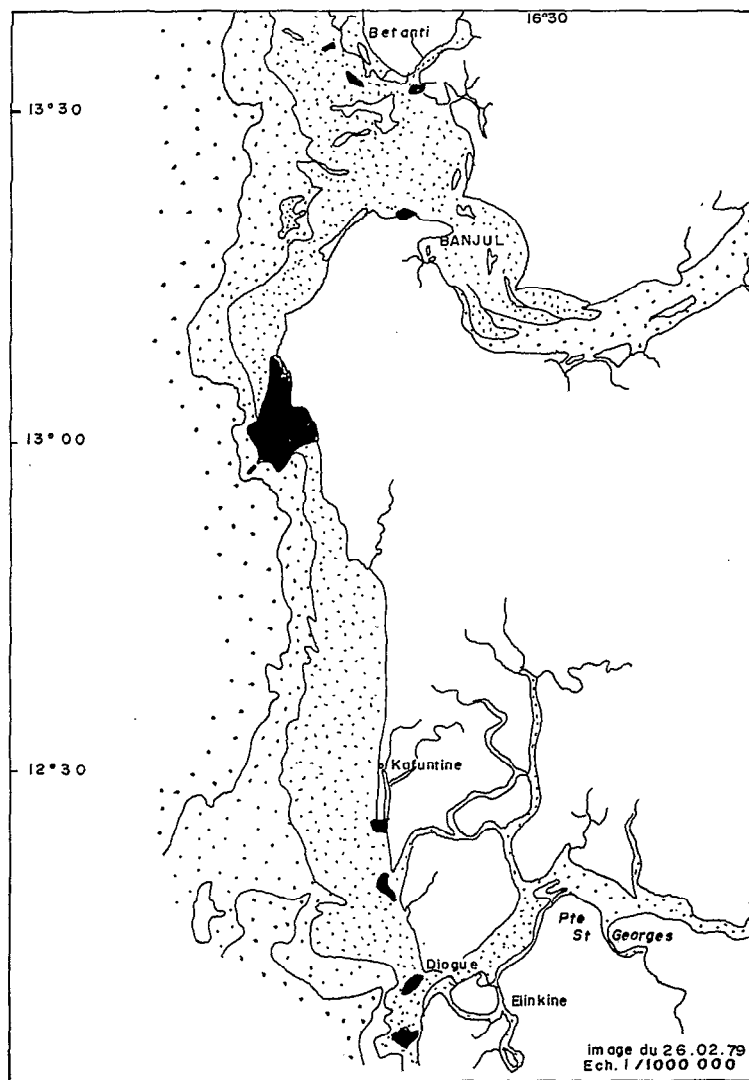
<sup>63</sup> - D'après nos observations pour ces deux fleuves, le régime d'écoulement alternant présente une résultante dirigée tantôt vers l'amont, tantôt vers l'aval.

**Tableau 47.- Facteur de restitution de l'eau en jusant dans quelques principaux bras des "Rivières du Sud".**

Fleuves	Dates	Coefficient de pénétration de la marée (Cp)		Coefficient de sortie de la marée (Cs)		Rapports des débits Cs/Cp en %
		unités arbitraires				
Saloum (Dionswar)	30/5/83	surface	1699	1333	79.4 -	
		fond	771	912	118.3 +	
Diomboss (Sangako)	7 et 8.05/83	surface	1857	1426	76.8 -	
Bandiala (Bandiala)	2/7/84	surface	1119	1141	101.9 +	
		fond	640	884	138.1 +	
Bandiala (Missirah)	23/9/83	surface	1357	1272	93.7 -	
		fond	819	861	105.1 +	
Gambie (Bara)	31/11/83	surface	1835	1523	83 -	
		fond	1162	962	82.8 -	
Casamance (Karabane)	6/11/83	surface	1678	1894	112.9 +	
		fond	1078	1116	103.5 +	
Cacheu (Cacheu)	24/12/83	surface	1235	2099	169.9 +	
		fond	994	1149	115.6 +	
Cacheu (Cacheu)	26/12/83	surface	891	1435	161 +	
		fond	656	783	119.3 +	
Geba ( Bissau)	23/12/83	surface	2037	2328	114.3 +	
		fond	1788	1462	81.8 +	
Geba (Canal do)	1955	surface	1764	2946	167 +	
		fond	1173	1564	133.3 +	
Mansoa (Joao Landim)	27/12/83	surface	1379	1614	117 +	
		fond	973	1050	107.9 +	
Rio Grande de Buba (Buba)	27/12/84	surface	1116	1338	119.9 +	
		fond	774	876	113.2 +	
Fleuve Dubreka (Dubreka)	8/4/85	surface	1180	1324	112.2 +	
		fond	419	941	224.6 +	
Fleuve Mellacorée (Benty)	7/4/85	surface	1094	1296	118.5 +	
		fond	669	791	118.2 +	

**Tableau 48.- Facteur de restitution de l'eau en jusant dans le Diomboss**

Date	Alternance J: jusant F: flot	Début h.mm.	h.mm.	Durée h.mm.	Vitesse Max. enregistrée cm/s	μQ J: jusant F: flot	Qj/Qf %
3/5/83	J	03.20	08.35	5.15	52	1861	52.8
	F	08.35	16.05	7.30	73	4192	
	J	16.05	21.25	5.20	58	2212	
	F	21.25	03.20	5.55	45	2068	
4/5/83	J	03.20	09.05	5.45	41	1867	57
	F	09.05	11.05	8	46	3180	
	J	17.05	22.15	5.10	45	1833	
	F	22.15	04.55	6.40	45	2103	
5/5/83	J	04.55	10.05	5.10	30	1218	55.8
	F	10.05	18.15	8.10	48	3038	
	J	18.15	23.35	5.20	42	1696	
	F	23.35	06.05	6.30	48	2244	
6/5/83	J	06.05	11.30	5.25	25	1192	64.1
	F	11.30	19.15	7.45	59	3343	
	J	19.15	00.55	5.40	49	2143	
7/5/83	F	00.55	07.55	7.00	48	2708	52.4
	J	07.55	12.55	5.00	34	1419	
	F	12.55	20.25	7.30	69	3910	
	J	20.25	01.55	5.30	69	2527	



- Eaux turbides et/ou tres peu profondes (zone des bancs sableux)
- Eaux turbides et/ou peu profondes
- Eaux legerement turbides et moyennement profondes
- Eaux profondes et claires

in J.P. BARUSSEAU E.S. DIOP M.M. SALL (1985)

FIG.55- TURBIDITES RELATIVES SUR LE LITTORAL SENEGAMBIEN D'APRES L'IMAGE LANDSAT DU 26 FEVRIER 1979

### 3.4. Conséquences sur les phénomènes de turbidité et le comportement du biseau salé

Nous avons vu que les données d'alternance tidale combinées aux vitesses d'écoulement vont favoriser dans ces estuaires, soit une entrée d'eau marine substantielle en flot, soit une sortie plus importante d'eau lors du jusant. La corrélation entre les courbes de variation des courants et celles liées à la salinité et à la turbidité permet d'aboutir à deux conclusions essentielles suivant que les observations sont effectuées dans le nord ou le sud du domaine concerné :

- *Dans le Nord*, les estuaires du Saloum et de la Casamance pris comme exemples<sup>64</sup> montrent :
  - . que la turbidité décroît en période de flot en même temps que les valeurs de salinité.
  - . En période de jusant, les valeurs de salinité et de turbidité des eaux augmentent puisque le disque de secchi qui disparaît à -120 cm et même à -60 cm en Casamance (voir annexes) demeure encore visible à -200 cm, en flot.
- *Dans le Sud* (avec comme exemples les fleuves Mansoa, Geba, Dubreka, Mellacorée...), les valeurs de la turbidité diminuent lors du flot alors que celles de la salinité augmentent. En revanche, en période de jusant se produit le schéma inverse : la salinité diminue tandis que la turbidité s'accroît.

Analysés du point de vue du comportement des phénomènes de turbidité et de la variation de la salinité, nous avons donc là deux types de fonctionnement estuarien opposés. L'un est conforme au schéma général des estuaires normaux (H. Nonn, 1974) avec une turbidité qui augmente vers l'aval notamment lors du jusant - cas des estuaires guinéens. L'autre se présentant comme le type même d'estuaire inverse avec une turbidité qui augmente au fur et à mesure que l'on va vers l'amont<sup>65</sup> (c'est le cas du Saloum et du Diomboss - voir J. Pagès *in* rapport EPEEC, 1982). Ces phénomènes de turbidité se traduisent sur l'imagerie Landsat par une frange littorale qui s'étend sur 23 km au niveau de la Casamance et 31 km en Gambie. Les maxima de turbidité sont remarquables par la position externe qu'ils occupent lors du jusant, notamment entre les eaux plus claires du domaine marin et celles, peu turbides de l'estuaire moyen et interne (fig. 55 et planche h.t.). Ainsi le dégagement en mer de la masse turbide ne se traduit pas par un panache mais au contraire par un dessin concave des lignes d'isoturbidité ; cette disposition peut s'expliquer par le fait que l'image illustre une situation de saison sèche au cours de laquelle aucun apport d'eau douce n'a lieu (fig. 55 - *in* J. P. Barusseau, E. S. Diop, M. Sall, 1983).

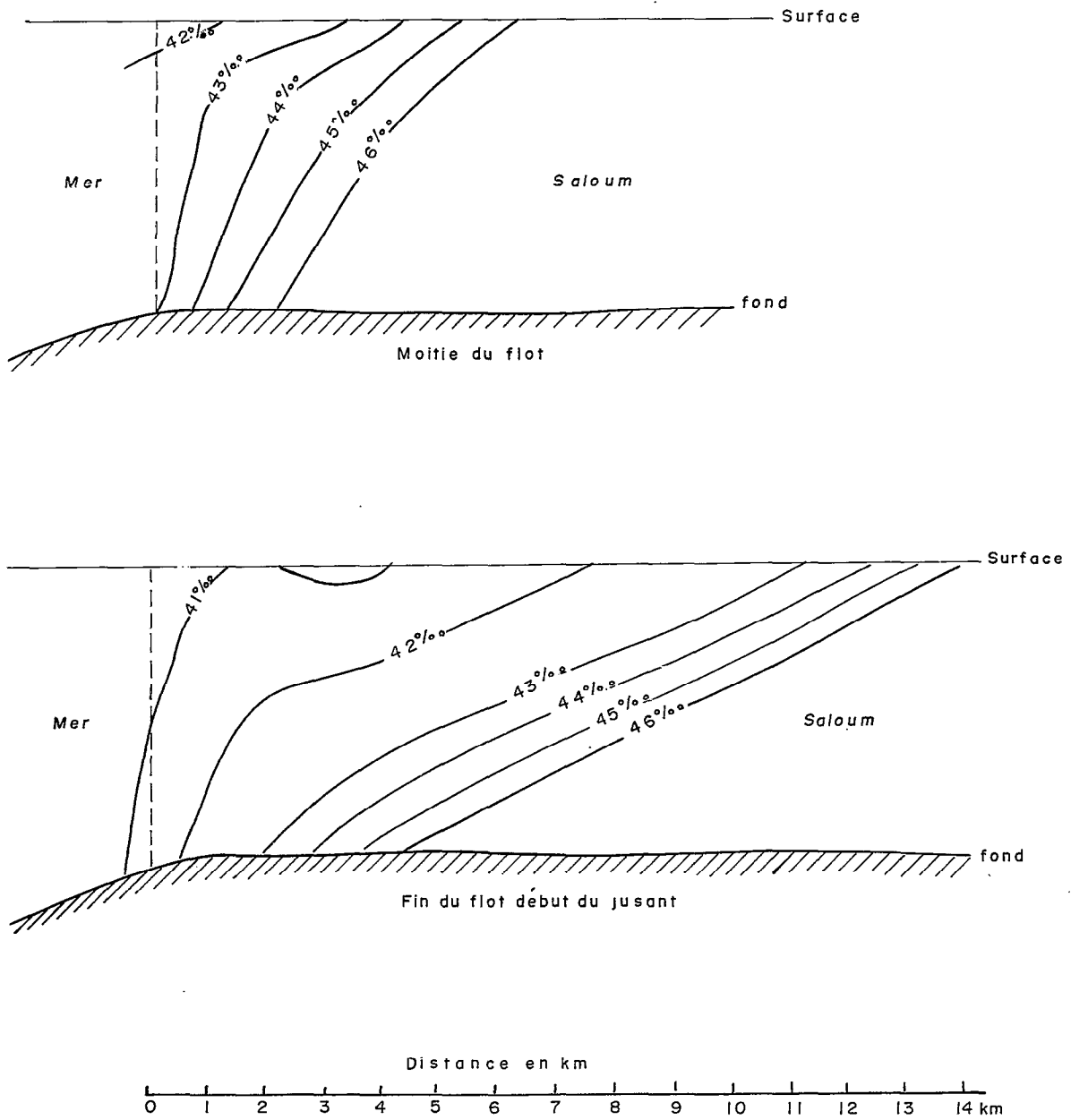
Quant au comportement du biseau salé au niveau de ces estuaires, les mesures de variabilité de la salinité sur plusieurs verticales, ont montré dans le Saloum une couche d'eau du fond qui présente une salinité plus élevée que celle de la masse d'eau superficielle (fig. 57). A partir des résultats bruts obtenus et des valeurs interpolées des courbes représentatives, une figuration de la disposition et de l'évolution spatiale des isohalines a été tentée pour le calcul du gradient de pente du biseau "sursalé" (fig. 56). Les résultats sont consignés dans le tableau 49. Le report des valeurs calculées sur un diagramme permet d'avoir une idée approximative de la disposition du biseau salé en début de flot et en jusant (vu le petit nombre de points et l'absence de valeurs aux profondeurs intermédiaires). Les conclusions qu'on en tire, compte tenu du caractère très schématique du tracé de la figure 56, demeurent donc purement indicatives (J. P. Barusseau, E. S. Diop, J. L. Saos, 1985).

La première remarque est que le biseau est en position inverse par rapport au coin salé des estuaires normaux des régions de Guinée. Dans le Saloum, une langue de forte salinité (46/47‰) s'insinue, lors du jusant, le long du fond en direction de l'aval. Son excursion complète lors de la marée descendante est de l'ordre de 12 km mais nous n'avons pu obtenir de valeurs en ce qui concerne le flot. Ces mesures permettent ainsi d'affiner la présentation du

64 - Les mesures y ont été réalisées à des stations fixes, dans le chenal d'embouchure.

65 - M. Sall (op. cit.) parle de gradient de croissance des turbidités d'aval en amont dans le Saloum.

FIG. 56- IMAGE DES ISOHALINES SUIVANT LE PROFIL EN LONG DE L'EMBOUCHURE DU SALOUM



IN J. P. BARUSSEAU, E. S. DIOP (1984)



**Tableau 49.- Distances parcourues par les masses d'eau salées.**

(V.I. : vitesses instantanées, V.M. : vitesse moyenne, dt : durée, Σdx : distances parcourues en km, SAL : salinité).

Heure	S U R F A C E										F O N D									
	V.I. cm/s	Jusant				Flot				V.I. cm/s	Jusant				Flot					
		V.M. cm/s	dt mn	Σdx km	SAL ‰	V.M. cm/s	dt mn	Σdx km	SAL ‰		V.M. cm/s	dt mn	Σdx km	SAL ‰	V.M. cm/s	dt mn	Σdx km	SAL ‰		
09.20											0									
09.55	0										12	6	35			0.12	41.2			
10.10	11	5.5	15		0.14	40.4						16	20							
15	17	14	5								20				0.32	41.2				
40	46	31.5	25		0.58	40					26	23	25		0.66	42.8				
11.00	56	51	20		1.18	40					17	21.5	20		0.82	42.8				
20	69	62.5	20		1.93	11.2					22	19.5	20		1.15	43.4				
40	83	76	20		2.64	30.5					26	24.5	20		1.44	42.8				
12.00	92	87.5	20		3.88	41.2					29	27.5	20		1.77	42.8				
20	105	98.5	20		5.07	41.2					28	28.5	20		2.11	44.6				
40	101	103	20		6.30	41.2					35	31.5	20		2.49	44.6				
13.00	96	98.5	20		7.49	41.2					31	33.5	20		2.89	44.6				
20	103	99.5	20		8.68	42.8					22	26.5	20		3.21	45.9				
40	100	101.5	20		9.90	42.8					29	25.5	20		3.52	45.9				
14.00	91	95.5	20		11.05	42.8					10	19.5	20		3.75	46.3				
20	71	84.5	20		12.06	42.8					13	11.5	20		3.88	46.3				
40	62	70	20		12.90	44.6					19	16	20		4.08	45.9				
15.00	40		20		13.51	45.9					8	13.5	20		4.24	46.3				
20	26	33	20		13.90	44.6					3	5.5	20		4.31	45				
25		19.5	20								0	1.5	5		4.35	47.1				
40	13				14.14	44.6					6						3	15		
55	0	6.5	15		14.19	46.3											105	20		
16.00	6						3	5			15								0.15	46.3
20	24						15	20			19								0.10	46.3
40	46						35	20			26								0.61	44.6
17.00	83						64.5	20			26								0.61	44.6
20	94						88.5	20			26								1.38	45.9
40	85						89.5	20			24								2.44	42.8
18.00	101						93	20			20								3.52	42.8
20	112						106.5	20			20								4.63	42.8
											44								4.63	42.8
																			5.91	41.2
																				41.2
																				42.8

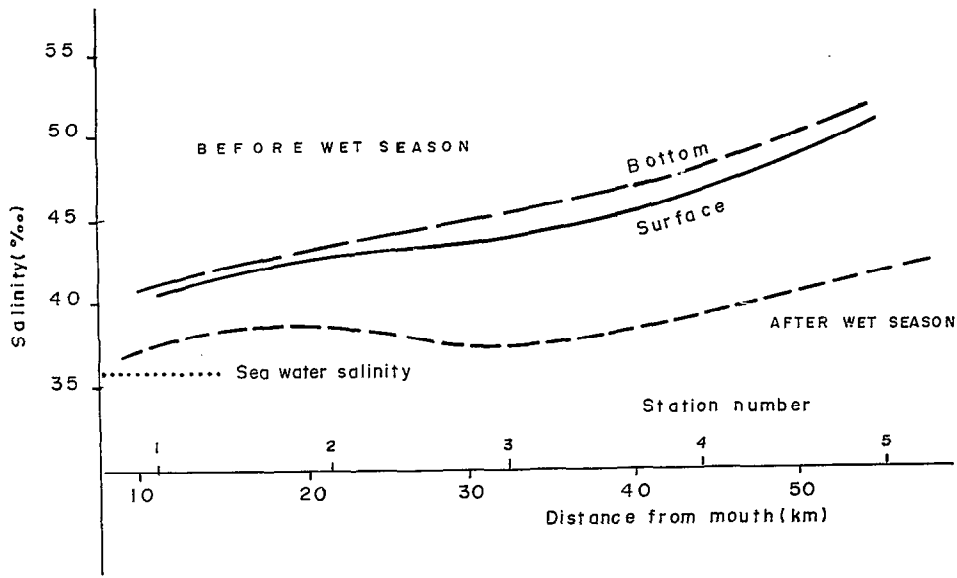


FIG.57 - SALINITE MOYENNE AVANT ET APRES LA SAISON DES PLUIES  
DANS LE FLEUVE SALOUM

IN J.P. BARUSSEAU-E.S. DIOP-J.L. SAO S (1985)

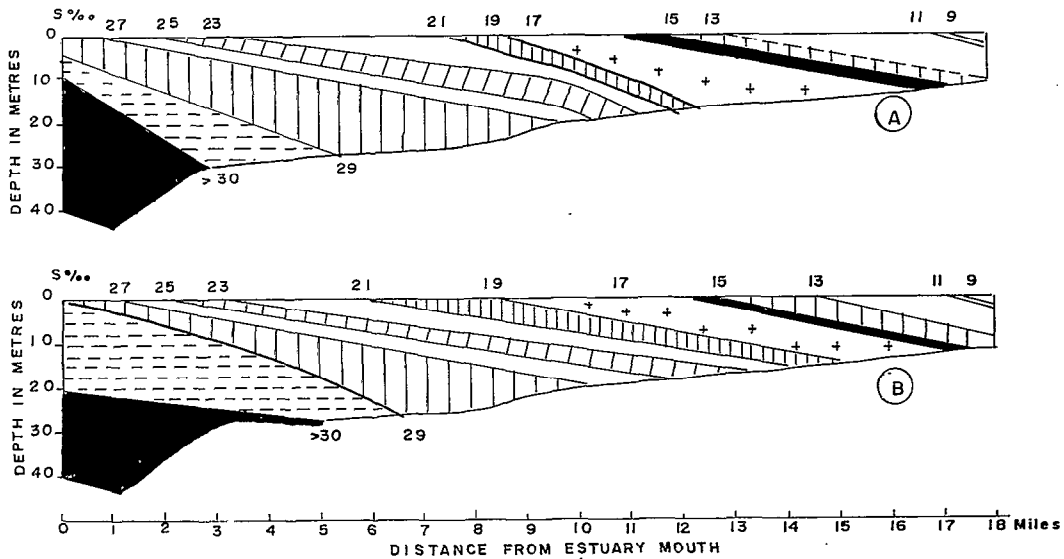


FIG.58 - AVERAGE DISTRIBUTION OF SALINITY <sup>in</sup> THE ESTUARY FOR NEAPS IN THE WET SEASON

A - LOW-WATER (Maree Basse)  
B - HIGH-WATER (Maree Haute)

IN J.C.D. WATTS (1958)

schéma semi-quantitatif de l'estuaire inverse mis en évidence au cours de l'ensemble de nos travaux (rapport E.P.E.E.C., décembre 1984).

Quant au comportement du biseau salé dans les fleuves des deux Guinées, il est semblable à celui décrit par J.C.D. Watts (1958) prenant comme modèle le fleuve Rockel en Sierra Léone (fig. 58). C'est le même type de biseau salé, se manifestant par la pénétration d'un coin salé de mer au fond d'un estuaire, qui se constitue dans un système réglé par des apports d'eaux douces en provenance de l'amont.

## CONCLUSION

Du point de vue hydrodynamique estuarien, des différences notables apparaissent d'une station à l'autre des "Rivières du Sud" tant en raison de la dynamique des courants que du régime de salinité et des phénomènes connexes. Elles sont dues, soit à des modifications notables sur les plans climatique et hydrologique, soit à la position géographique des points étudiés, leur position en latitude en particulier. Si les estuaires méridionaux semblent fonctionner normalement<sup>66</sup>, le modèle particulier d'estuaire inverse mis en évidence au cours de cette étude apparaît comme un processus en général réalisé dans le domaine septentrional<sup>67</sup>.

Cette inversion se réalise non seulement dans les conditions extrêmes des fleuves du type Saloum coupé de toute alimentation en eau douce pendant une bonne partie de l'année, mais aussi dans beaucoup d'autres affluents comme ceux de la Casamance, de la Gambie, du Cacheu... et parfois dans ces rivières elles-mêmes. A cet égard, la position du maximum de turbidité, qui se situe en dehors de la zone estuarienne mérite d'être soulignée (fig. 55). L'impact des phénomènes "hydrosédimentaires" sur la nature et l'évolution de ces milieux, en particulier dans le secteur méridional, est tel qu'il ne peut être cerné qu'en intégrant les "Rivières du Sud" dans leur environnement géologique et structural qui constitue le cadre de leur évolution. L'importance de ce facteur apparaît du reste dans les rapports existant entre le domaine estuarien et le continent, directement sous la dépendance des paramètres géologiques. Les apports en éléments solides ou dissous des fleuves ne sont-ils pas fortement conditionnés par la nature géologique des bassins-versants et de leurs sols (J.P. Tastet, 1979, 1985) ?

---

<sup>66</sup> - Selon le "type estuarien normal" avec une dilution de l'eau de mer par l'eau douce et une stratification des eaux lorsque les marées sont faibles (F. Baltzer, 1983).

<sup>67</sup> - Selon le "type anti-estuarien", d'après F. Baltzer, 1983, dans lequel l'évaporation est un phénomène dominant avec une concentration des eaux salines.

**TROISIÈME PARTIE**

**ASPECTS GÉOLOGIQUES, MORPHO-  
STRUCTURAUX ET GÉOMORPHOLOGIQUE DU  
BASSIN SÉDIMENTAIRE DES "RIVIÈRES DU SUD"  
(PLATEAU CONTINENTAL INCLUS)**

## INTRODUCTION

Les séries de cartes géologiques ainsi que les coupes, sondages et transects étudiés le long du littoral permettent de reconnaître deux environnements géologiques :

- . l'ensemble de la zone côtière, où ont été implantés nos propres sondages se présente comme un domaine alluvial de topographie basse, homogène, constitué de dépôts récents (matériel vaseux à sabio-vaseux, quaternaires à actuels).
- . les régions de bordures, qui se différencient nettement par leur substrat géologique et leur morphologie.

Les formations les plus anciennes vont des séries sédimentaires caractéristiques des bassins côtiers au nord du Rio Geba, aux séries du socle affleurant parfois au sud de la Guinée Bissau mais disparaissant à l'intérieur sous un épais manteau d'altération. C'est du reste, dans cette région sud que les dénivelés sont les plus importants, avec des escarpements de grès le plus souvent recouverts de cuirasse latéritique, d'âge "mio-plio-pléistocène" d'une part, paléozoïque à précambrien d'autre part. Dans le détail, deux grands domaines apparaissent bien sur le croquis géologique (fig. 59) ; il s'agit :

- *de la région nord*, constituée par des formations sédimentaires appartenant au bassin secondaire/tertiaire du Sénégal, communément appelé bassin sénégal-mauritanien, au relief peu accusé, souvent empaté, qui couvre l'ensemble des régions d'estuaires du Saloum, de la Gambie, de la Casamance et du nord-ouest de la Guinée Bissau et prenant en écharpe la totalité des Archipels Bissagos.
- *de la région sud*, au relief plus marqué, formée par des séries sub-horizontales paléozoïques avec le bassin bové comme formation prédominante (fig. 59), passant dans les régions méridionales à des formations "ignées" précambriennes et paléozoïques (J.W. Jones, C.C.S. Mgbatogu, 1982).

L'ensemble de ces deux régions demeurent encore incomplètement explorées du point de vue géologique. Sans nous livrer à une étude exhaustive, les séries de sondages présentées ici nous permettent non seulement de mieux appréhender la stratigraphie, et par delà, la tectonique de cette région, mais aussi de mieux apprécier le rôle des facteurs lithologiques et des conditions structurales dans l'évolution ancienne et récente des terrains entre le Saloum et le fleuve Forécariah.

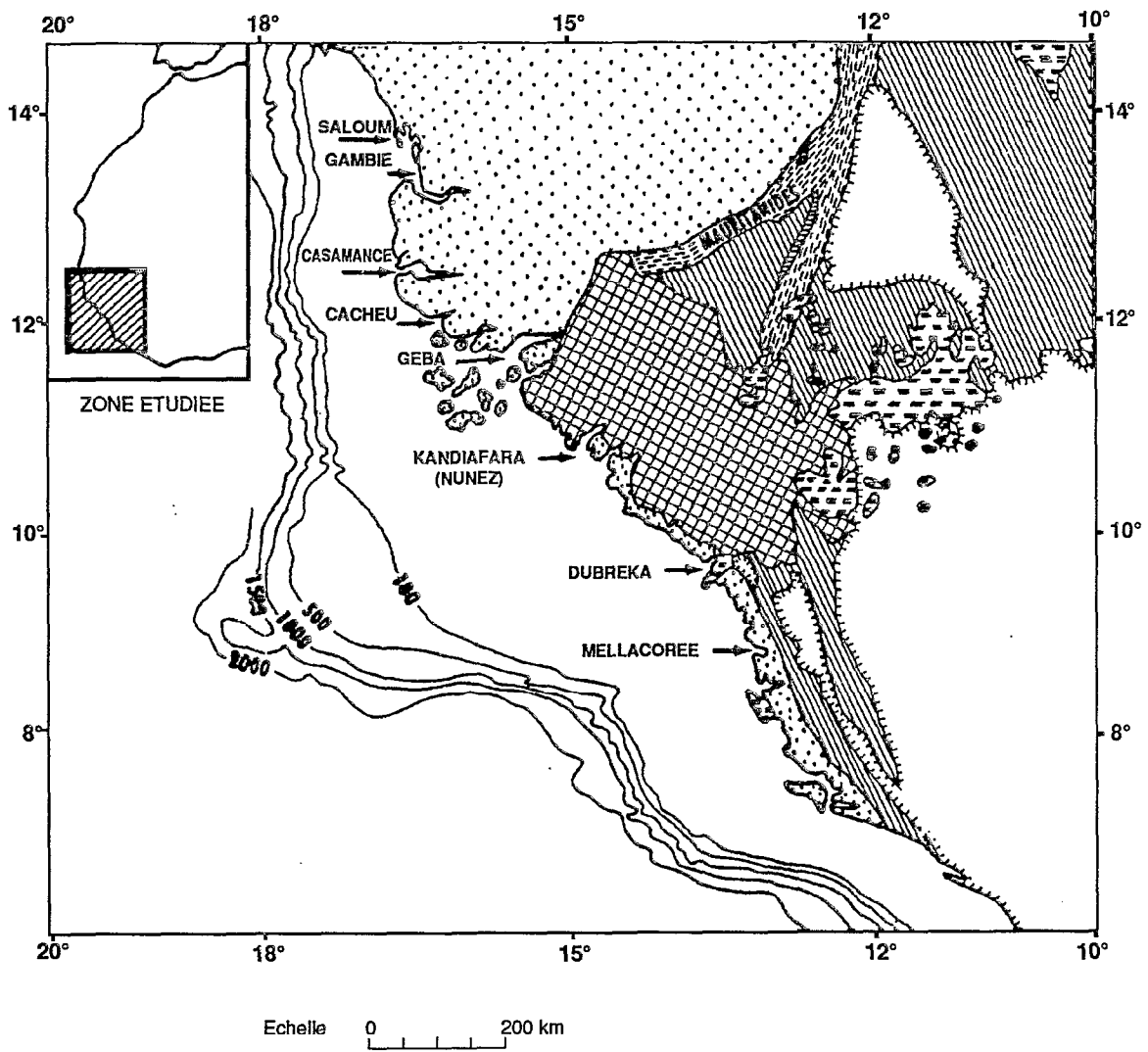
## I. APERÇU MORPHOLOGIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

### I.1. La première région

Localisée au nord, elle s'intègre dans le vaste bassin sédimentaire sénégal-mauritanien. Sur les bordures, ce bassin revêt l'aspect d'un plateau monoclin à pendage ouest dont l'altitude dépasse rarement 50 m. Il se présente :

- . tantôt, sous forme d'un bas glacis d'épandage recouvert par un manteau sableux, très discontinu ; c'est le cas dans la région du Saloum où la morphologie dunaire est très émaillée.
- . tantôt, sous forme de bas plateaux, découpés en croupes, s'élevant faiblement d'ouest en est, en moyenne Gambie et en Casamance ainsi que sur les "plaines" littorales de la Guinée Bissau.

En fait, le bassin sénégal-mauritanien s'est formé à la suite de l'affaissement du soubassement au cours du Jurassique (F. Tessier, 1952 ; J. Castelain, 1965 ; A. de Spengler *et al.*, 1966 ; Y. Bellion et R. Guiraud, 1984). Son histoire géologique débute au Jurassique supérieur par le dépôt d'épaisses formations de sables, de grès et de calcaires (J. Castelain ; A. de Spengler *et al.*, op. cit.). La structure d'ensemble correspond à celle d'un bassin de marge passive. Elle est relativement simple, mais se trouve compliquée au sud par une dizaine de diapirs salifères qui percent la couverture sédimentaire du plateau continental casamançais et



**LÉGENDE**










- |                                                                                     |                                                           |                                                                                     |                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|  | Bassins côtiers secondaires<br>Tertiaires et Quaternaires |  | Siluro devonien<br>Formations du Paléozoïque      |
|  | Formations du Précambrien supérieur                       |  | Socle granitisé précambrien<br>Intérieur et moyen |
|  | Précambrien Indifférencié                                 |  | Dolérites permo-triasiques                        |
|  | 100<br>courbe bathymétrique en m                          |  | Chaine hercynienne des Mauritanides               |
|  | Réseaux fluviaux étudiés                                  |                                                                                     |                                                   |

Fig. 59 - CROQUIS DE LOCALISATION DES ZONES ÉTUDIÉES (GÉOLOGIE ET BATHYMÉTRIE)

d'après : J.W. JONES et C.C. Mgbatogu - 1982 -

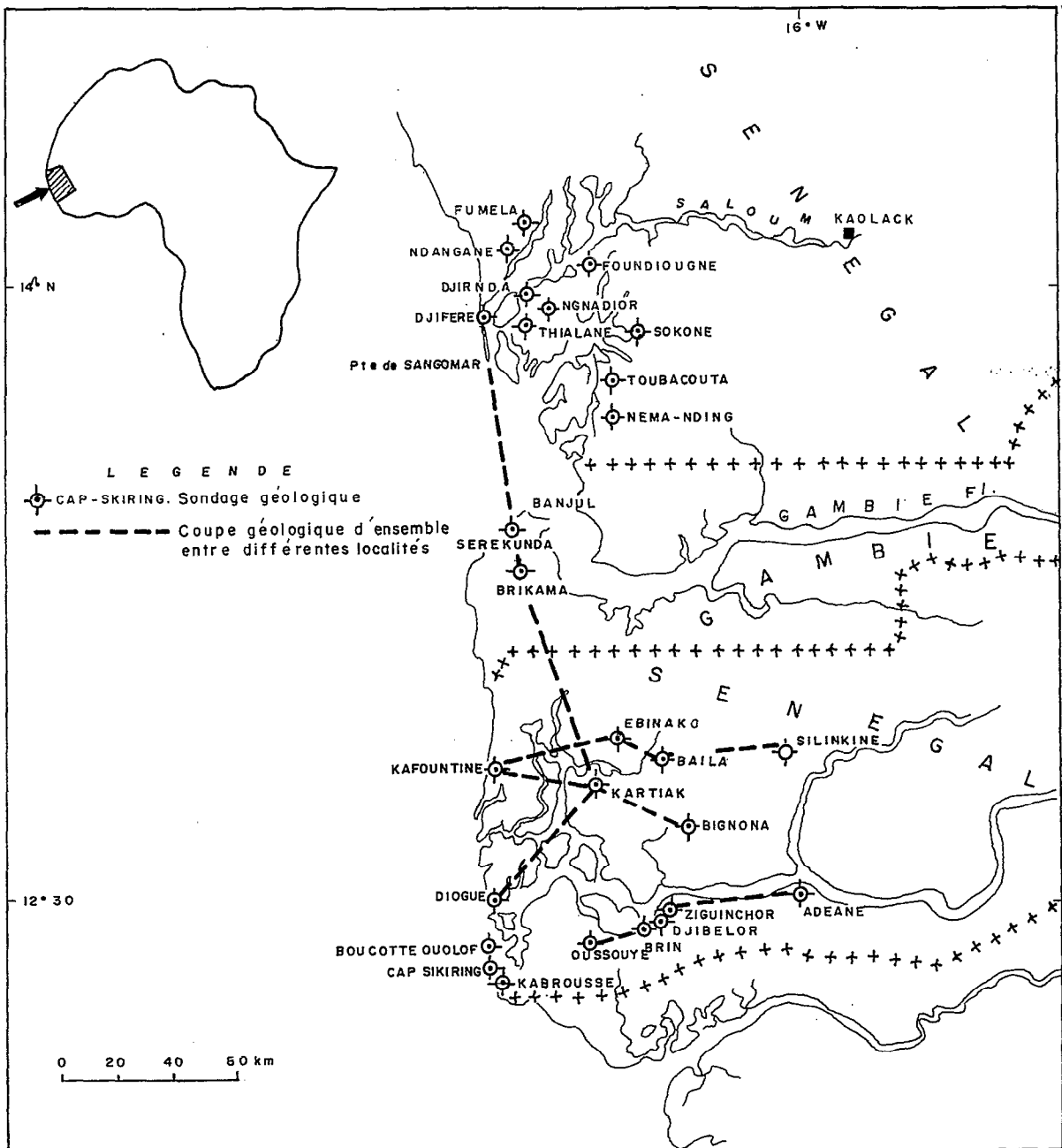


FIG.60- LOCALISATION DES COUPES ET SONDAGES GEOLOGIQUES DU SALOUM A LA BASSE CASAMANCE

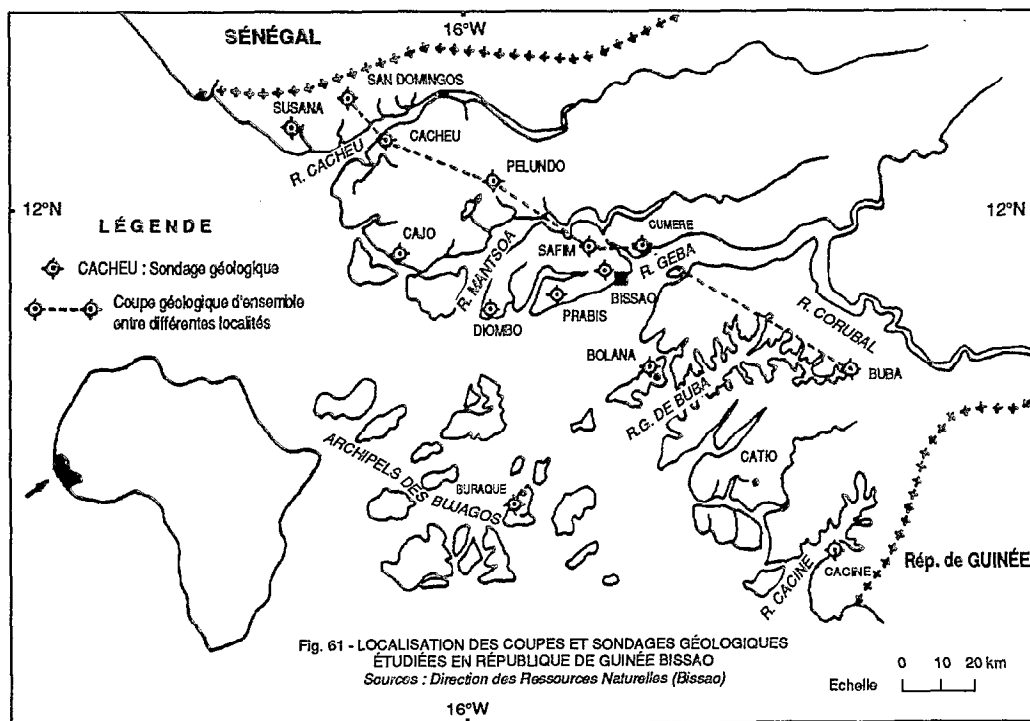
(Sources: Direction des Mines et de la Géologie et Ministère de l'Hydraulique) SENE GAL

dont la mise en place débute, pour certains d'entre eux, au Crétacé inférieur et se poursuit jusqu'à l'Actuel (Y. Bellion et J. P. Debenay, 1986). Les formations crétacées largement développées et le Tertiaire sous-jacent sont représentés dans tous les sondages du Sénégal et de la Guinée Bissau (fig. 60-61-62). Leur épaisseur s'accroît vers l'ouest. Elles reposent, soit directement sur le socle (à l'est du bassin), soit en discordance sur les dépôts sablo-gréseux et calcaires du Jurassique.

### *Successions stratigraphiques et descriptions lithologiques*

Les successions stratigraphiques reconnues dans les coupes et les sondages pétroliers (fig. 62) montrent que les séries crétacées sont largement représentées dans le bassin sédimentaire avec un approfondissement continu du socle du nord vers le sud-sud-ouest, de l'est vers l'ouest et du sud du Geba au nord-ouest. L'épaississement concomitant des séries sédimentaires aussi bien cénozoïques que mésozoïques et tertiaires est bien mis en relief dans les sondages présentés :

- + Au nord, les séries du Maestrichtien, constituées de sables avec des intercalations d'argiles passant parfois à des formations mameuses et calcaro-gréseuses (fig. 63) se retrouvent à -227 m à Foundiougne, -300 m à Djifère, -368 m à Sokone et à -468 m à Néma Nding.
- + Au sud, notamment à Kartiak et à Diogué, la limite inférieure du Maestrichtien, comme le montre la figure 64, est à -550 m et même à 600 m ; ce qui met en évidence l'irrégularité des épaisseurs de cette formation (fig. 64-65), mais surtout un phénomène de subsidence très marqué dans cette partie du bassin. Les mêmes recoupements peuvent être effectués à partir des coupes géologiques allant de Buba (au sud du Rio Geba) à San Domingos (au N-NW de la Guinée Bissau - fig. 62).





COUPE GÉOLOGIQUE D'ENSEMBLE (DE DJIFERE A DIOGUE : SALOUM - GAMBIE - CASAMANCE)

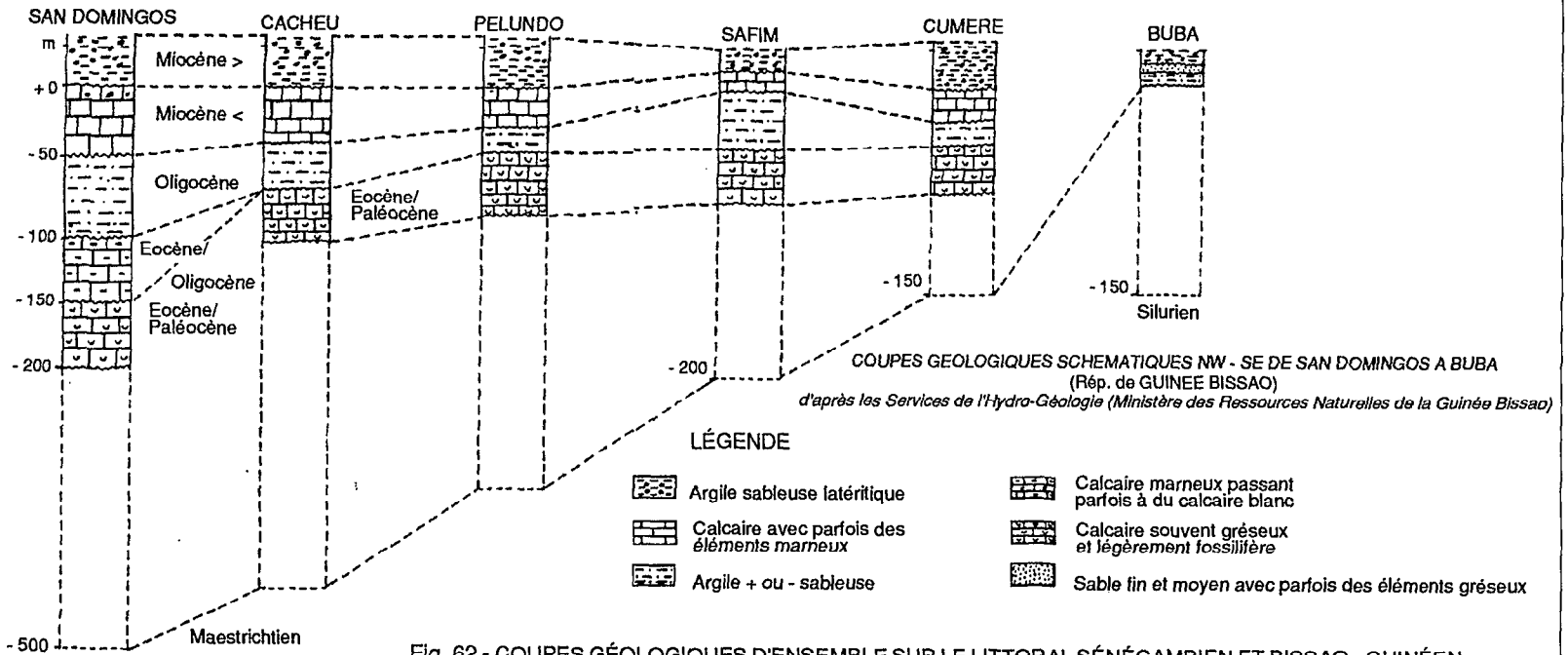
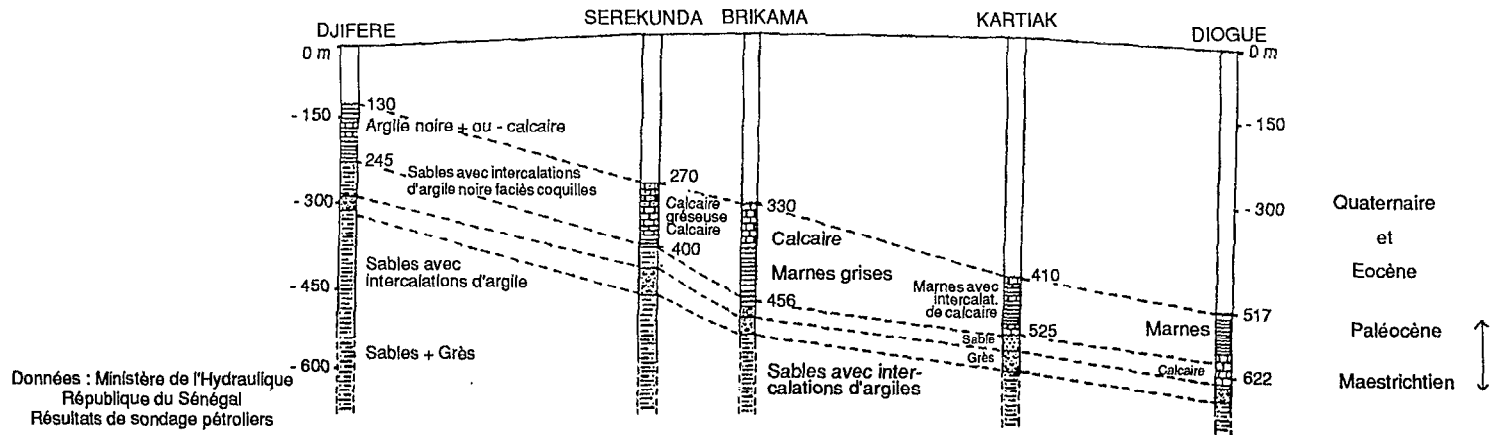


Fig. 62 - COUPES GÉOLOGIQUES D'ENSEMBLE SUR LE LITTORAL SÉNÉGAMBIEN ET BISSAO - GUINÉEN

Les séries maestrichtiennes qui pratiquement affleurent dans la région de Tite et de Buba se retrouvent à - 200 m à Safim, - 300 m à Pelundo, - 500 m à San Domingos (fig. 62). Ce qui montre bien que le bassin sédimentaire s'enfoncé régulièrement dans une direction générale WNW avec une tectonique apparemment calme sur le continent et un épaississement vers le centre et vers l'ouest.

Le passage aux séries paléocènes et éocènes, particulièrement épaisses dans cette région (300 m à Foundiougne, plus de 200 m à Brikama, Kartiak, Diogué, San Domingos... fig. 62-63), se manifeste par des variations verticales de faciès. Aux formations sableuses ou sablo-gréseuses succèdent des séries argileuses, carbonatées et gréseuses (Djifère, Brikama, Diogué, Foundiougne, Cacheu, San Domingos...). Enfin, les séries oligocènes, miocènes inférieures et supérieures sont relevées dans certaines coupes du SW du bassin, où les dépôts sont calcaires à la base et argilo-sableux au sommet (fig. 62). En fait, l'Oligocène présente dans la région le faciès du "Continental terminal" qui est, en réalité, un ensemble de formations puissamment transformées par l'altération continentale, dont l'origine marine a pu être démontrée, notamment dans les travaux de F. Tessier, J. R. Lappartient, R. Flicotteaux *et al.* (1975) ; J. R. Lappartient (1978) ; C.A. Kogbe (1980, 1981). Ces formations gréseuses à gréso-argileuses, souvent barriolées du "Continental terminal" sont coiffées de cuirasses ferrugineuses constituées au Pliocène (P. Michel, 1973). Elles sont reconnues dans les différentes coupes géologiques (fig. 63-64-65) et ont été étudiées en détail du point de vue sédimentologique dans les régions de bordures<sup>68</sup> ; Saloum méridional (E. S. Diop et M. Sall, 1979) et moyenne Casamance (J. R. Lappartient, 1978 ; D. Nahon, 1976 ; D. Nahon *et al.*, 1980). Plusieurs remarques ont déjà été faites au sujet de ces sédiments, notamment dans la région du Bas-Saloum. Elles concernent la diversité des faciès qui passent facilement des argiles sableuses à des sables peu argileux. Deux grands types de sédiments ont été mis en évidence à partir de l'analyse granulométrique de la fraction sableuse provenant de divers sondages :

- . des sédiments bien triés, homogènes avec des sorting index (so) en rapport avec des écart-types ( $\sigma$ ) très faibles. Les coefficients d'asymétrie (SK) sont positifs et les courbes des histogrammes, unimodales.
- . des sédiments plus hétérogènes, associés à des gravillons ferrugineux avec des valeurs de SK faibles et des histogrammes de type plurimodal. So en relation avec  $\sigma$  est élevé, traduisant des dépôts hétérométriques (courbe de type logarithmique).

Quant à la fraction argileuse<sup>69</sup>, l'analyse aux Rayons X des mêmes échantillons montre :

- la prédominance de la kaolinite (80 à 100%), minéral argileux typique du "Continental terminal" (E. S. Diop, 1978).
- la présence de minéraux micacés (illite et chlorite), d'édifices gonflants résultant de la transformation de ces minéraux et de quelques traces de phosphates alumineux.
- la faible individualisation de la goéthite (E. S. Diop, M. Sall, 1979).

Par ailleurs, des échantillons en lames minces de certains grès issus des mêmes sondages effectués dans le "Continental terminal", ont été observés. L'analyse de ces lames met surtout en évidence deux types de faciès :

- . un faciès "sain", ferrugineux et compact, tel qu'il a été défini par P. Michel (1973) au sud de l'embouchure de la Gambie et qui apparaît à Toubaouta et dans ses environs, dans les falaises parfois démantelées en bordure de mer, mais aussi dans le sud-ouest de la Casamance (Cap Skiring).

---

<sup>68</sup> - L'influence du matériel sableux et argileux des régions de bordures apparaît dans l'alimentation de certaines nappes sédimentaires quaternaires du milieu côtier. Ces sédiments analysés dans la partie orientale de certaines îles (Iles du Saloum), révèlent un matériel à caractère fluvio-deltaïque affirmé, contrairement à la partie ouest où le sable est plus typiquement marin.

<sup>69</sup> - L'influence du matériel des bordures dans l'alimentation des sédiments quaternaires du milieu côtier est bien suggérée par la part prépondérante de la kaolinite dans certaines fractions argileuses de sédiments de la partie orientale des estuaires étudiés (cas de l'estuaire du Saloum).

Fig. 63 - COUPES ET PROFILS SCHÉMATIQUES DANS LE BAS-SALOUM (Iles et bordures de l'estuaire)

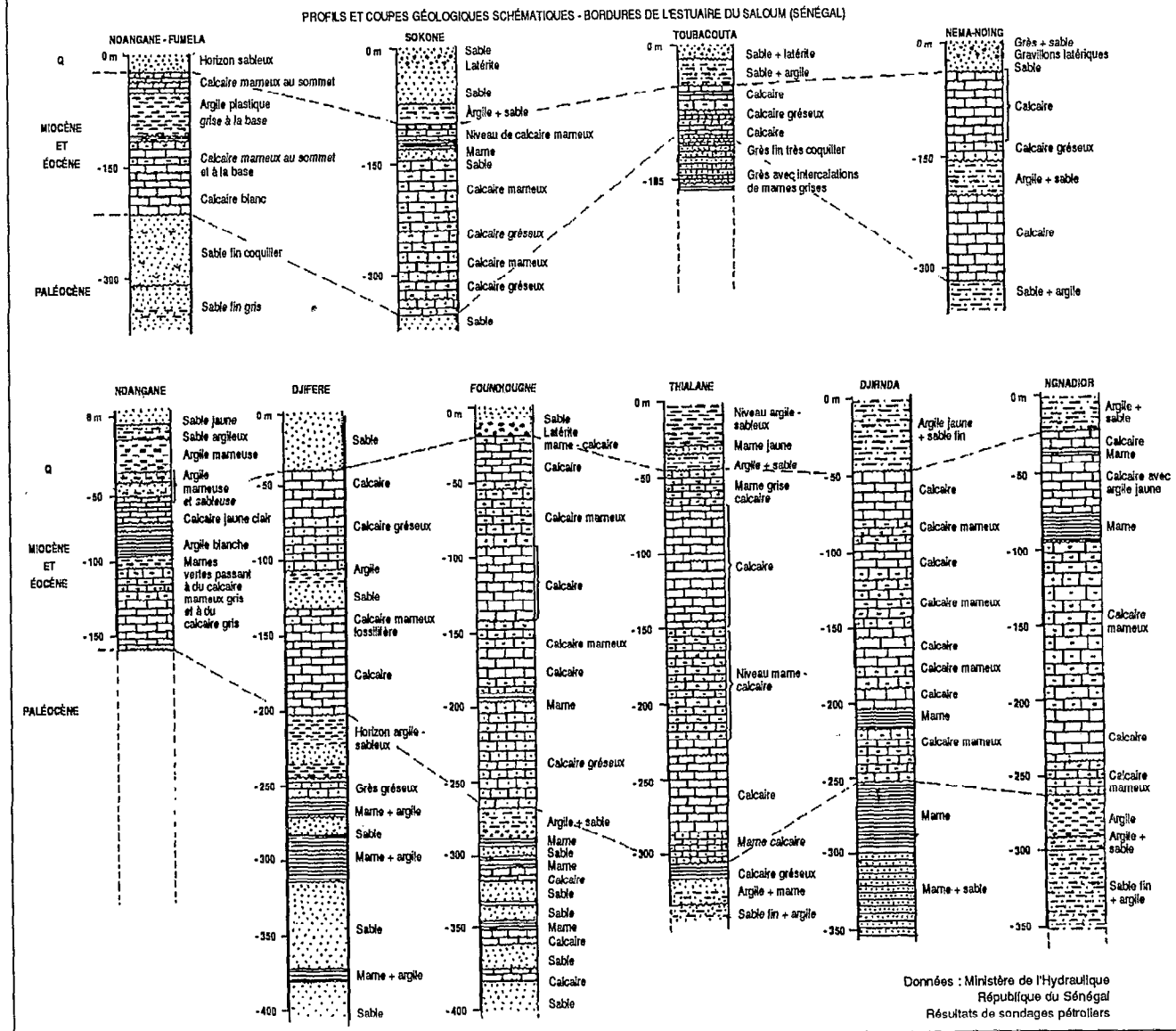
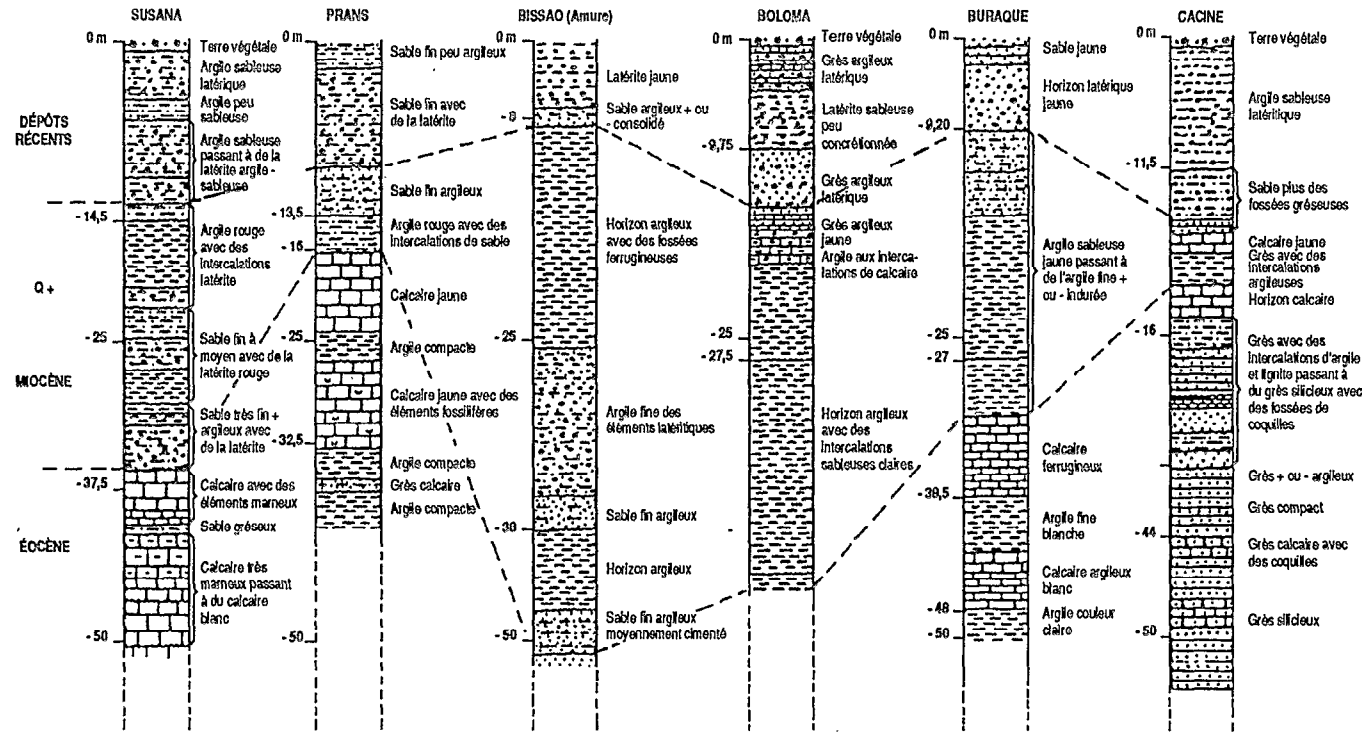
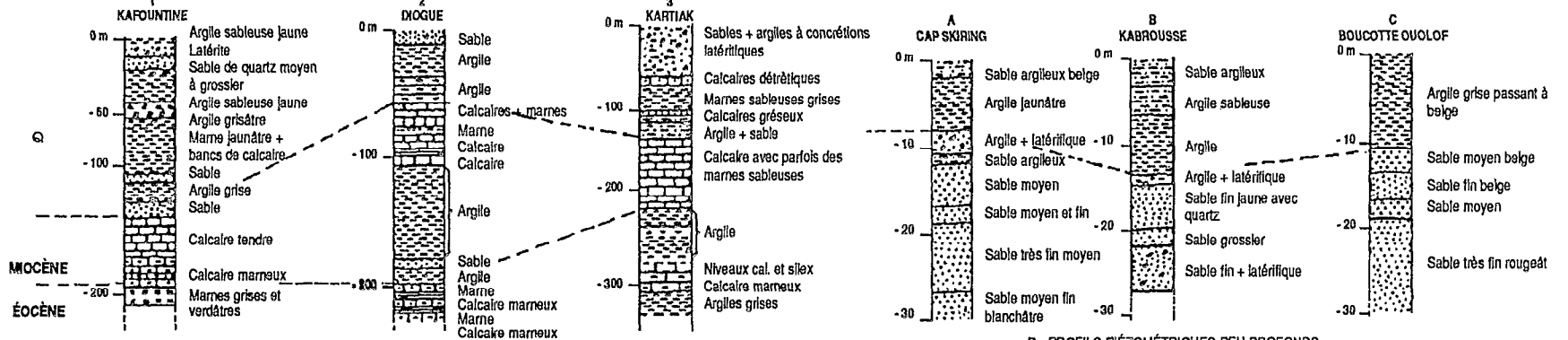
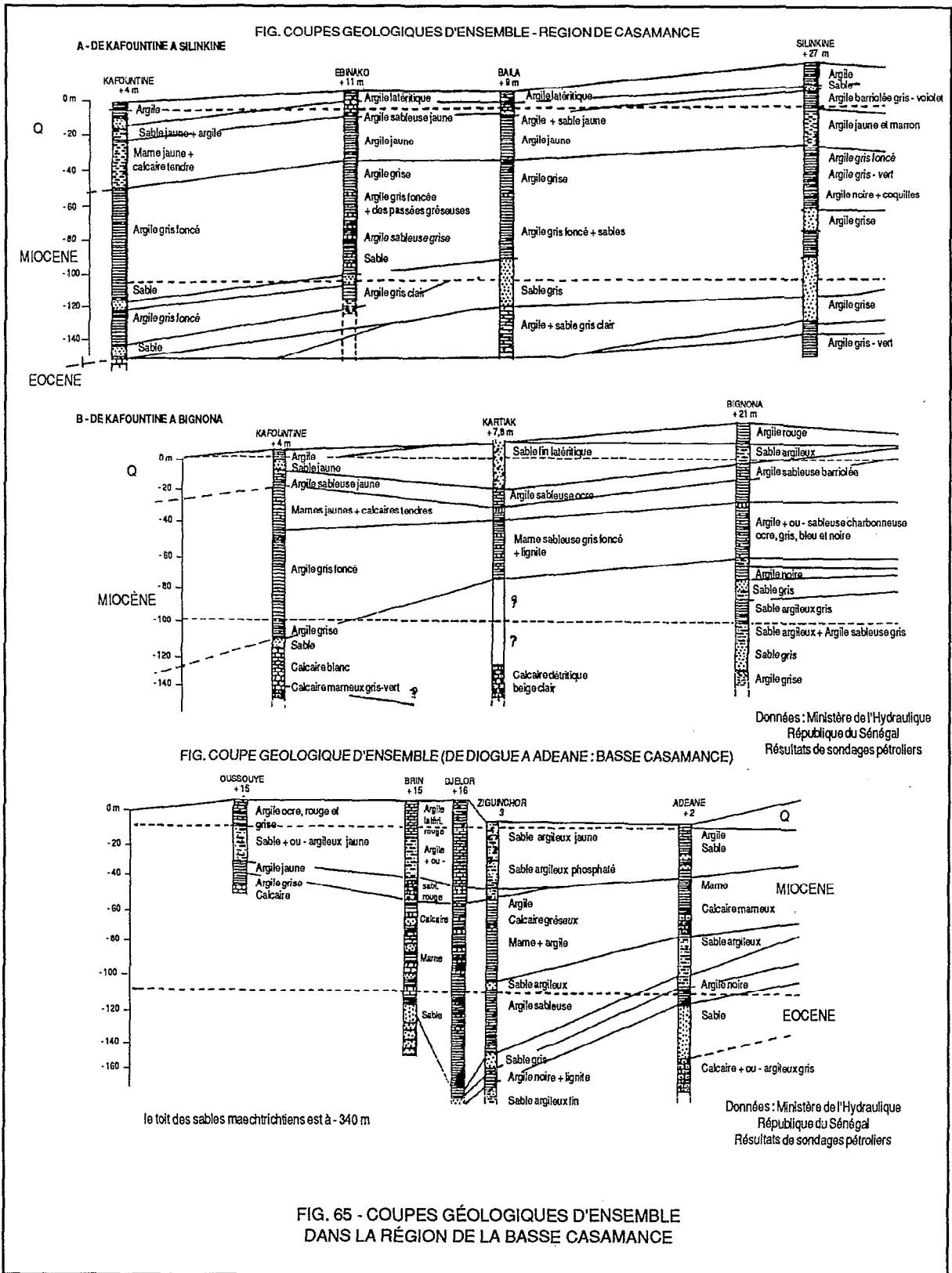


FIG. 64 - COUPES ET PROFILS GÉOLOGIQUES SCHEMATIQUES EN BASSE CASAMANCE ET EN GUINÉE BISSAO





. un faciès plus altéré, à ciment argilo-ferrugineux que l'on retrouve le plus souvent dans des puits à des profondeurs diverses : entre -20/-30 m, comme c'est le cas sur les bordures de l'estuaire du Saloum. Le quartz y est rare et les interférences élevées<sup>70</sup> laissent supposer la présence de chlorites éparées dans le ciment<sup>71</sup>.

Aucune des analyses des différents échantillons n'a permis de déceler des fossiles marins quelconques. Cependant, dans certains prélèvements récemment effectués dans la zone de contact "Continental terminal" - Terrasse marine à Cacheu (Guinée Bissau), G. Carbonnel<sup>72</sup> a évoqué d'après une analyse des ostracodes, l'existence possible d'échantillons renfermant du Néogène marin (communication orale).

Le "Continental terminal" peut-il être réduit au produit d'une altération "*in situ*" des couches sous-jacentes, Oligo-Mio-pliocène entre autres ? En fait, si des phénomènes d'altération apparaissent parfois très nettement, comme le prouvent les résultats d'analyses<sup>73</sup> de certaines lames minces, tous les échantillons portent des traces de ferruginisation (E. S. Diop, M. Sall, 1980). Le faciès hétérogène des sédiments, avec le quartz dominant, associé à des gravillons ferrugineux (et même à des micro-conglomérats de grains de quartz à ciment ferrugineux), pourrait être l'effet d'un remaniement et d'un épandage partiel du matériel en place, notamment à la suite des transgressions tertiaires.

## I.2. La seconde région

Localisée au sud du Rio Geba, elle présente en dehors de la zone littorale de topographie plane, constituée par des dépôts marins et fluvio-marins en discordance sur les formations inférieures ordoviciennes<sup>74</sup>, un ensemble prédominant : le Bassin bové. Il est composé de trois séries sédimentaires paléozoïques et d'une formation mésozoïque limitées au sud par un ensemble protérozoïque inférieur/Précambrien supérieur correspondant au bouclier léonolibérien (D. Diallo *et al.* 1984).

L'ensemble de ces formations sédimentaires descend par "gradins" successifs, d'une altitude moyenne de 700 m vers l'ouest. Constitués par des plateaux à soubassement gréseux et schisteux, ces gradins sont découpés par des vallées "en damiers", établies sur un ensemble affecté par tout un réseau de failles. L'essentiel des lithologies, comme le font ressortir les coupes et sondages (fig. 66-67), est constitué par les formations d'argiles sableuses plus ou moins latéritiques, de grès et de gneiss, en dehors de la plateforme du Kaloum dont la roche-mère est une dunite profondément altérée et cuirassée en surface (fig. 67). Plusieurs autres formations qui n'apparaissent pas dans ces coupes, ont été mises en évidence par différents auteurs : J. L. Lafond (1967), E. de Chetelat (1933)... Il s'agit, entre autres, des séries grésoschisteuses à métamorphisme décroissant qui succèdent aux gneiss. Mais si les syénites néphéliniques des Iles de Los correspondent à la réactivation de vieilles zones de faiblesse structurale, les environnements magmatiques qui les caractérisent appartiennent au Crétacé<sup>75</sup>. Il importe d'ajouter que plus au nord, le Cap Verga et les barres "appalachiennes" qui le prolongent dans l'intérieur ont une orientation similaire à celle de la presqu'île du Kaloum, site de la ville de Conakry. Ce sont, en définitive, les deux seuls accidents rocheux qui viennent interrompre la plaine côtière et le tracé du littoral<sup>76</sup> et qui correspondent à une énorme dislocation

---

<sup>70</sup> - Il s'agit de résultats d'analyses effectuées par le service des mines et de la géologie de Dakar.

<sup>71</sup> - Communication orale de M. Seck, Direction des Mines et de la Géologie, Dakar.

<sup>72</sup> - Maître de conférences au département de Géologie - Faculté des Sciences, Université de Dakar, actuellement rattaché à l'Université de Lyon.

<sup>73</sup> - Ces analyses traduisent à la fois une corrosion et une fragmentation du quartz avec parfois l'existence de traces de phosphates alumineux.

<sup>74</sup> - D'après D. Diallo et G. Galperov, 1984 ; rapports anonymes Boffa et Conakry, 1968 et 1970.

<sup>75</sup> - Des âges de 96 M. a sont donnés par J.W. Jones et C.C.S. Mgbatagu (1982).

<sup>76</sup> - J. Suret Canale (1971), E.S. Diop (1983).

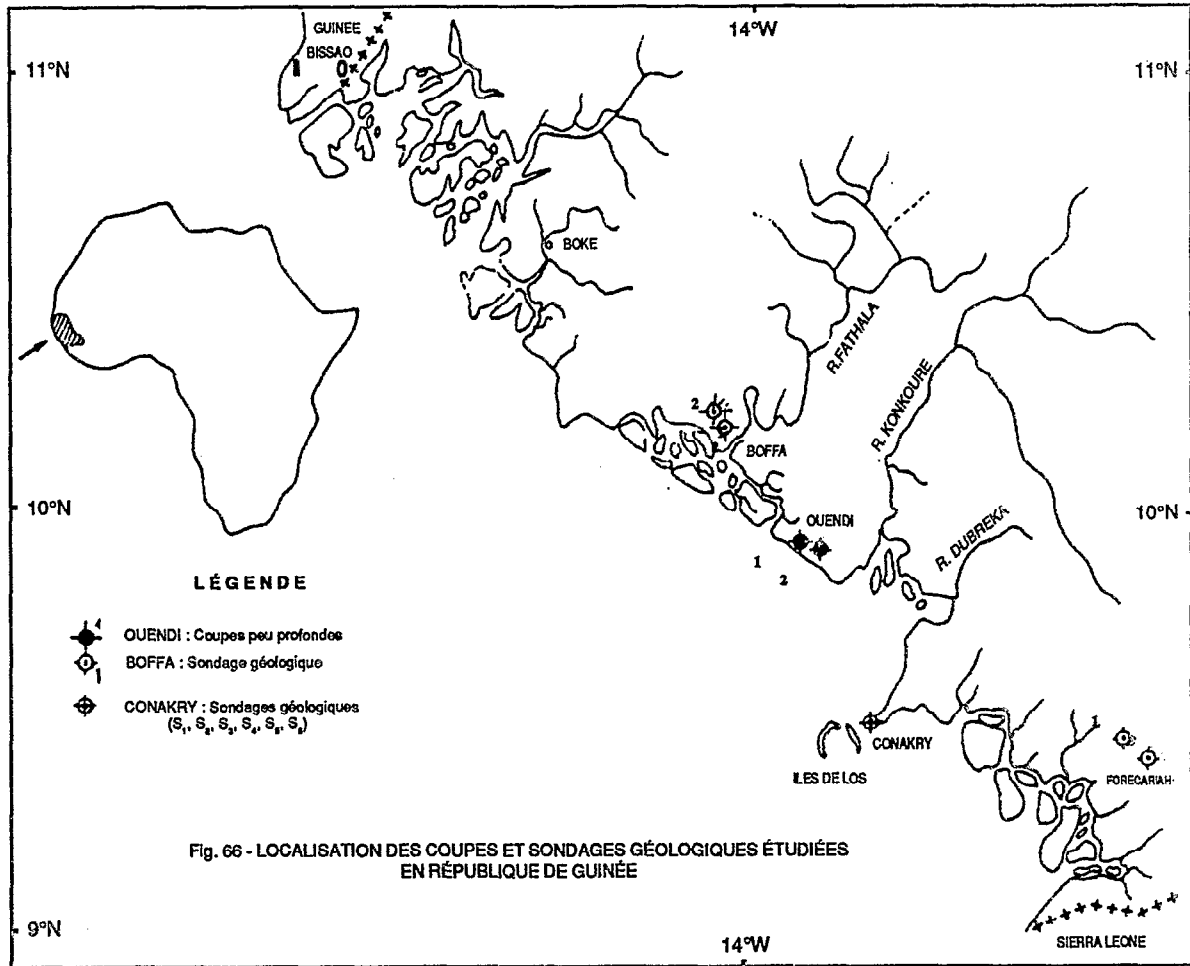
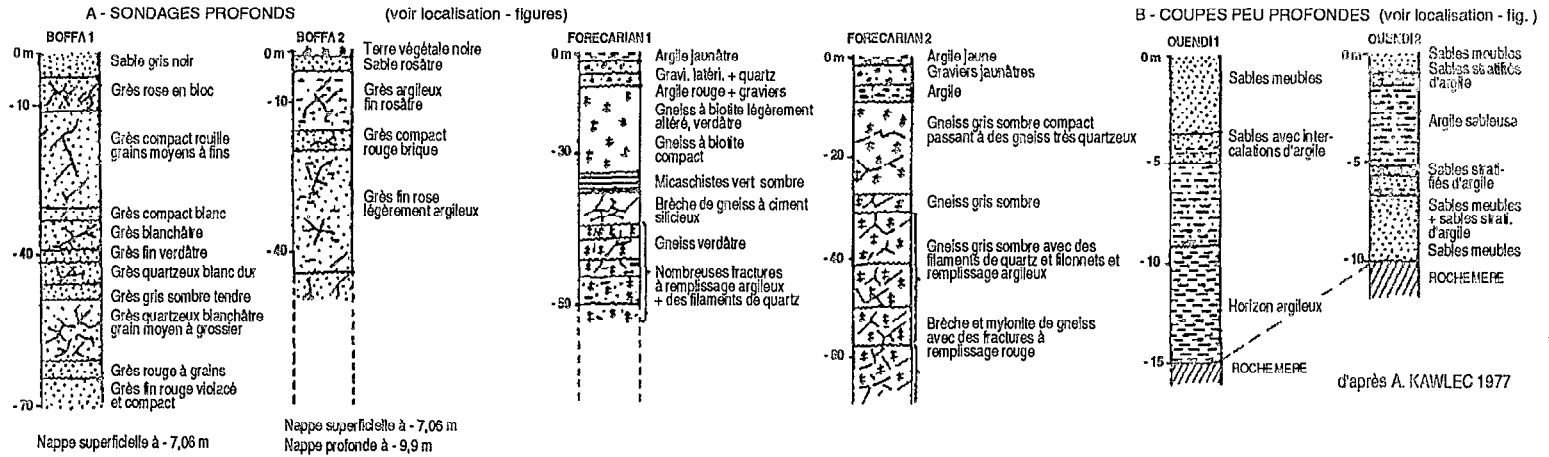
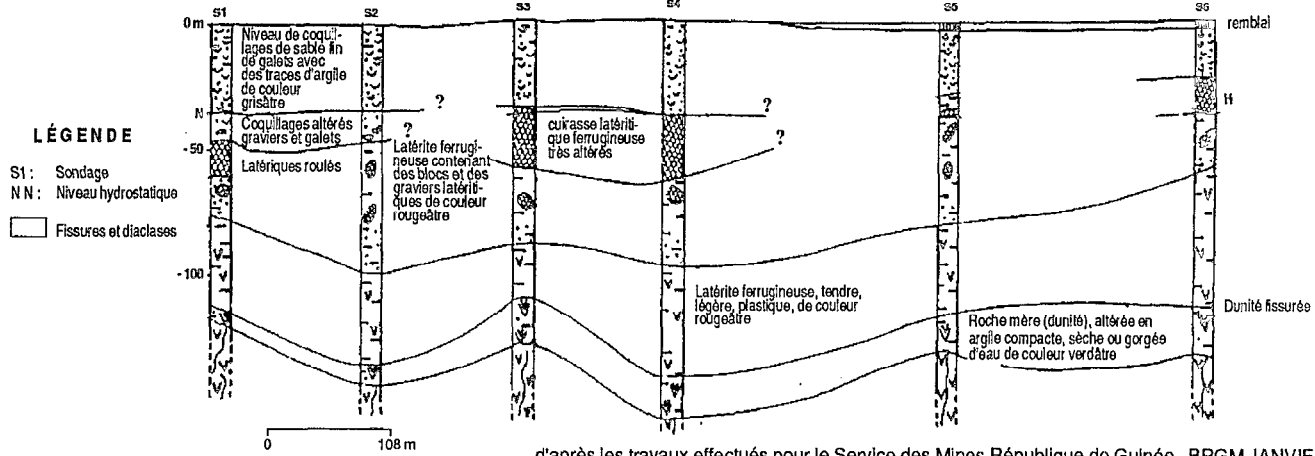


FIGURE 67 - COUPES ET SONDAGES GÉOLOGIQUES EN RÉPUBLIQUE DE GUINÉE



**C - SONDAGES GÉOLOGIQUES** (localisation : Palas O.U.A. - Boulbinet - Conakry)





d'orientation SSW-NNE<sup>77</sup>, une des orientations directrices de la tectonique de la basse et moyenne Guinée (J. Suret Canale, 1971 ; D. Diallo *et al.*, 1984).

## II - RÔLE DU "CONTRÔLE STRUCTURAL" ET DE LA TECTONIQUE

Dans les régions guinéennes plus spécialement, le bâti structural associé au cadre tectonique et, en particulier, les directions de fracturation, jouent un rôle primordial dans la répartition des grandes unités géomorphologiques et des provinces sédimentologiques, ainsi que dans l'orientation de la côte et la disposition du réseau hydrographique. Le même contrôle s'exerce aussi bien sur le plateau continental, dans les zones littorales des vasières et mangroves, que sur les bordures. Dans les domaines méridionaux, la néotectonique se manifeste par des phénomènes d'affaissement qui semblent se poursuivre par l'ennoyage progressif des vallées côtières et par la présence de plateformes cuirassées, constituées par des grès ferrugineux (formations continentales de surface) submergées au large, même à marée basse (E. de Chetelat, 1933). Nos différentes observations montrent qu'il ne s'agit pas de blocs glissés ou entraînés ou de parties d'une cuirasse laissées sur place par destruction du substratum, mais bien de niveaux latéritiques en place dont les assises sont formées par des séries de schistes et de gneiss. Par ailleurs, les niveaux de cuirasse retrouvés à - 50 m sous des coquillages altérés, galets, et graviers, dans plusieurs sondages réalisés à Conakry (fig. 67 C), montrent que ce processus d'affaissement est une réalité dans la région.

Du point de vue tectonique et structural, les régions étudiées le long des "Rivières du Sud" semblent recouper les deux grands environnements géologiques reconnus précédemment. La région septentrionale appartient au bassin sédimentaire du Sénégal qui présente une allure monoclinale calme. En outre, J. Castelain, A. de Spengler et al. (in D. Reyre, 1966) montrent que le bassin est caractérisé, sur le plan structural, par un approfondissement important des différentes couches dans sa partie méridionale et une tendance continue à la subsidence. Dès que l'on atteint la limite sud du bassin sénégalais, la remontée des couches qui s'effectue rapidement, provoque un affleurement de la base de l'Eocène moyen ; c'est le cas à 130 km au sud de Bissau (fig. 62 B), alors que la bordure du socle primaire apparaît environ à 165 km de Bissau, au sud de la région de Tite.

Il a été démontré, par ailleurs, que le bassin sédimentaire lui-même est affecté par des ondulations transversales ou des bombements à grands rayons de courbure (J. Castelain, A. de Spengler, op. cit.). En fait, c'est dans la Basse Casamance et dans le nord de la Guinée Bissau que les mouvements tectoniques sont les plus évidents (par le rejeu de certaines fractures, notamment au Miocène). Cette tectonique explique les coudes brusques qui affectent les cours de la Casamance et du Songrougrou<sup>78</sup> ainsi que certaines zones affaissées du bas estuaire, délimitées par des failles NW-SE et NE-SW et occupées actuellement par des vasières.

Toutes ces données viennent corroborer l'hypothèse de l'existence de gauchissements tectoniques ainsi qu'un léger soulèvement local en Basse Casamance (P. Michel, 1973). Il en est de même dans les deux Guinées où le tracé orthogonal du chevelu hydrographique montre que les cours d'eau sont nettement influencés dans leur direction par le réseau de cassures qui a entravé l'écoulement direct vers la mer (fig. 61/66).

Les directions des grandes failles sont bien connues dans les régions guinéennes d'après les cartes tectoniques et géologiques établies<sup>79</sup> : la première, NNW-SSE et la seconde, SSW-NNE.

---

<sup>77</sup> - In D. Diallo *et al.* (1984).

<sup>78</sup> - P. Michel, 1973 ; J. Vieillefon, 1974 ; A. Pimmel, 1984.

<sup>79</sup> - E. de Chetelat (1933), Mac Master et al. (1970,1971), E.J.W. Jones et C.C.S. Mgbatogu (1982), D. Diallo et al. (1984), Y. Bellion et al. (1984).

Les auteurs insistent cependant sur les dislocations et fractures qui correspondent toujours à une période plus ancienne que le Quaternaire. Alors que les directions E-W relèvent de failles anciennes, paléozoïques notamment<sup>80</sup>, l'orientation générale NE-SW<sup>81</sup> des failles les plus récentes, mésozoïques plus précisément, contrôle à l'ouest, les mouvements en dôme ou cuvette de la couverture qui concernent principalement les zones littorales de mangroves ainsi que les unités géomorphologiques qui leur sont liées et le plateau continental. Les plateaux latéritiques du Cap Verga et de la presqu'île du Kaloum ainsi que leurs prolongements dans l'intérieur sont alignés NE-SW ; ce qui correspond à la direction des plissements et des fractures du sud de la Guinée.

Rapportés à l'échelle de la région étudiée, les phénomènes de néotectonique (mouvements négatifs récents notamment) semblent être plus sensibles dans les zones méridionales. Ils ont provoqué l'affaissement général de la région littorale de la République de Guinée. Sur la côte, les prolongements des formations continentales latéritiques, qui constituent la plupart des plateaux gréseux guinéens se trouvent actuellement à un niveau inférieur à celui de la mer. Cela confirme l'ennoyage des vallées inférieures des "Rivières du Sud" qui date vraisemblablement d'une période postérieure à celle de la formation des cuirasses latéritiques. De nos jours, des mouvements tectoniques de plus grande ampleur peuvent parfaitement se produire<sup>82</sup>. C'est à la suite de leurs observations que de nombreux auteurs ont parlé de mouvement de bascule ou de gauchissement affectant l'ensemble de la Guinée avec une région côtière "descendante" et une région nord "montante".

Cette approche géologique précisée permet non seulement de mieux saisir le contexte dans lequel évoluent les milieux estuariens étudiés, mais aussi, d'appréhender de manière plus précise, les multiples variations qu'ils ont subies dans le passé et de reconstituer les étapes de leur évolution naturelle. Au total, les caractéristiques géomorphologiques complétées par le cadre tectonique (contrôle structural singulièrement) permettent d'élaborer, en rapport avec les phénomènes eustatiques une première classification des systèmes estuariens avec :

*a - des estuaires bordés de falaises cuirassées avec un plateau continental moyennement étendu ; par exemple, du sud de Toubacouta jusqu'au-delà de l'estuaire de la Gambie.*

*b - des estuaires "marécageux", plats, caractérisés par des vasières plus importantes, une végétation de mangroves beaucoup plus fournie et un plateau continental très étendu. On les a souvent assimilés à des côtes à rias profondément découpées avec d'importants phénomènes d'ennoyage lors de la dernière transgression marine. Ils évoluent actuellement en plaines deltaïques : c'est le cas des estuaires de la Casamance et des deux Guinées.*

*c - des estuaires constitués sur les côtes sableuses. Ils sont beaucoup plus localisés dans cette région avec des formes typiques de dépôts sableux (cordons récents sous forme de flèches sableuses). C'est le cas du Saloum, au nord de Gandoul ; sur le littoral de Varéla -, au nord de la Guinée Bissau... L'étendue de la plateforme continentale, relativement faible au large du Saloum, est plus importante au niveau de Varéla.*

---

<sup>80</sup> - L'âge de ces failles paléozoïques, d'après D. Diallo et al., est défini essentiellement par les formations du bassin du Badiar.

<sup>81</sup> - Diallo et al. (1984) parle de structures disjonctives de direction NE-SW qui se rencontrent soit sous forme d'éléments uniques, soit en zones ou blocs de failles. Leur âge est défini par rapport aux autres accidents qui ont été datés.

<sup>82</sup> - Voir les phénomènes sismiques récents intervenus en Guinée en décembre 1983, qui montrent bien que la stabilité de cette partie de l'Afrique est très relative.

### III. APERÇU HYDROGÉOLOGIQUE : RÉGIONS DU LITTORAL ET DES BORDURES

Importantes et continues dans le bassin sénégalais du Secondaire/Tertiaire, limité au sud par le Rio Geba, les nappes deviennent moins abondantes et plus discontinues dans les formations précambriennes du socle et de sa couverture paléozoïque. Cependant, dans le domaine des régions estuariennes à proprement parler, les nappes d'eau douce exploitables sont localisées sous forme de lentilles plus ou moins substantielles, principalement dans les unités de cordons sableux et de tannes topographiquement surélevés. S'agissant des ressources en eau douce de la région, deux problèmes majeurs se posent avec plus ou moins d'acuité :

l'insuffisance des ressources en eaux superficielles, causée principalement par une pluviométrie de plus en plus déficitaire. La sécheresse devient ainsi un facteur limitant important.

les contraintes due à la salinisation des nappes, ainsi qu'à des risques de contamination accrue, aussi bien pour les nappes superficielles que pour les nappes profondes à cause, notamment, de l'existence de biseaux salés. Le risque d'invasion saline des aquifères se pose dans tout le secteur littoral. Toutefois, sur les bordures des estuaires guinéens, les ressources en eaux douces se localisent plutôt dans les zones de grès altérés ou, mieux, dans les zones de fracturation, le substrat géologique étant différent de celui du bassin sénégalais (voir chapitre 1).

#### III.1. NATURE DES AQUIFERES DES BORDURES ESTUARIENNES

- Dans le domaine méridional, les études effectuées par le B.R.G.M. (1981), particulièrement dans les secteurs de Boffa et de Forécariah, montrent qu'en dehors des nappes superficielles, les ressources hydrogéologiques des régions guinéennes sont essentiellement exploitées à des profondeurs moyennes, soit dans les zones de fracturation<sup>83</sup>, soit dans les séries de grès plus ou moins fins et peu consolidés qui constituent les séries de couverture du Paléozoïque. Les analyses chimiques détaillées font ressortir d'une manière générale, des concentrations en ions très faibles (tabl. 50/51). Les résidus secs sont de l'ordre de 26 à 40 mg/l et les indices de pollution, quasi-inexistants. Néanmoins, selon la proximité des bolons, les risques de contamination ou de salure demeurent, notamment par infiltration à partir des eaux salées (tabl. 51).

Tableau 50.- Forage Boffa 1 - fig. 67A. - Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des nappes - (Concentrations en Mg/l).

le 12.02.1981	Ca	Mg	Na	K	NH4	Fe	Cl	SO4	HCO3	NO3	pH
Echantillon n° 1	5.2	2.3	2.1	0.7	<0.1	0.3	3.5	1.9	21.4	3	7.1
Echantillon n° 2	4.4	0.9	2.1	0.7	<0.1	0.2	2.8	3.4	18.3	<2	7.4

N.B. La conductivité électrique mesurée pour ces eaux est de 23 mhos/cm.

Tableau 51.- Forage Forécariah 2 - fig. 67A. - Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des nappes - (Concentrations en mg/l).

le 20.02.1981	Ca	Mg	Na	K	NH4	Fe	Cl	SO4	HCO3	NO3	pH
Echantillon n° 1	10.6	10.6	144	8.1	<0.1	0.6	191.5	4.3	143.4	<2	7.4
Echantillon n° 2	7.4	5	80.4	5.1	<0.1	0.3	100.7	5.8	88.5	<2	7.1

<sup>83</sup> - Où des indices importants de tectonisation ont été rencontrés dans tous les sondages et forages.

Les teneurs en sels des eaux exploitées doivent donc être surveillées en permanence et le rythme de pompage réduit en cas de venues d'eaux saumâtres. Selon les secteurs, les eaux de la nappe profonde sont parfois plus chargées en sels que celles de la nappe superficielle. Il importe tout de même de souligner qu'en année pluvieuse, l'alimentation est telle que l'eau salée est généralement repoussée; ce qui doit permettre une exploitation rationnelle des nappes superficielles et semi-profondes, particulièrement en saison sèche, de manière à ne pas atteindre le biseau salé.

- Au Nord, les coupes géologiques et hydrogéologiques de la région de Bolama (Archipels des Bissagos, faisant partie intégrante du "bassin secondaire/tertiaire sénégalais") donnent un bon aperçu des trois aquifères principaux que l'on retrouve dans ce bassin sédimentaire (rapport anonyme, 1979 - CRAD, 1980) :

Tableau 52.- Coupe géologique et hydrogéologique dans la région de Bolama (Guinée Bissau) - CRAD, 1980.

Ere géologique	Chronostratigraphie		Lithostratigraphie	Hydrogéologie
Cénozoïque	Quaternaire		Sables, argiles latéritiques.	Aquifère (1)
	Tertiaire	Pliocène	Sables, dépôts alluviaux Vases, argiles en plus d'intercalations de sables.	
		Miocène	Argiles, calcaires, marnes, calcaires + sables.	Aquifère (1)
		Oligocène	Calcaires, argiles, sables fins à moyen, grès.	Aquifère
		Eocène	Calcaires, marnes - Calcaire oolithique - Calcaire + sables.	
		Paléocène	Calcaires + marnes et argiles.	
Mésozoïque	Crétacé	Maestrichtien	Sables fins à moyens et grès. Sables argileux et marnes - argiles + marnes.	Aquifère
Paléozoïque	Dévonien supérieur		Schistes argileux et grès.	Substratum
	Dévonien inférieur		Grès et schistes argileux + dolérites.	
	Silurien		Schistes, dolérites.	
	Ordovicien		Microconglomérat et grès.	
	Cambrien		Grès et schistes argileux.	

(1) Ces aquifères sont décelés dans les mêmes niveaux constitués par les sables et argiles du "Continental terminal" ou par les formations oligo-mio-pliocènes plus ou moins altérées.

+ Comme en Casamance et dans le reste du Sénégal, les sables et grès du Maestrichtien renferment la *nappe profonde*, aquifère le plus important (tabl. 52). Sa profondeur est variable, de 200 à 300 m dans la région de Bolama ; alors qu'elle est à plus de 600 m en

Basse- Casamance et à 150 m seulement en Haute-Casamance. Les plus grandes possibilités d'approvisionnement en eau douce reposent sur l'existence de cet aquifère dont la transmissivité est bonne.

- + La nappe *semi-profonde* a été décelée, d'après les sondages de reconnaissance, à la base du Mio-pliocène. La structure de cet important aquifère, exploité en maints endroits, est fort complexe à cause des fréquentes variations latérales et verticales de faciès. C'est ainsi que sa nature passe des sables grossiers à des sables moyens à fins ou des sables francs à des sables argileux, gréseux et même à des calcaires (tabl. 52).

Dans les zones où les niveaux sableux sont plus rapprochés de la surface topographique, l'alimentation de cet aquifère se fait par infiltration. On peut cependant noter que, comme pour la nappe semi-profonde, la nappe superficielle, dans la zone littorale est, elle aussi, sujette à des contaminations par les eaux sursalées. Par exemple, des résidus secs supérieurs à 35 g/l ont été obtenus à Kafountine. Cette eau présente cependant de bonnes aptitudes, aussi bien pour l'irrigation que pour la consommation humaine, exceptée dans certaines régions littorales où le taux de minéralisation est excessif et les résidus secs, trop élevés. Tel est le cas des régions sud-ouest du bassin sédimentaire (Basse-Casamance - Littoral de la Guinée Bissau).

- + Enfin, les horizons sableux ou sablo-argileux de la zone superficielle d'altération du "Continental terminal", qui couronnent l'ensemble de la série sédimentaire, renferment l'important aquifère appelé *nappe superficielle*. Elle est exploitée un peu partout grâce à des puits traditionnels, de profondeur, en général, inférieure à 20/25 m. Cette nappe superficielle est alimentée par les eaux de pluie annuelles ; mais cette alimentation est fortement conditionnée par les types de sols (pour les phénomènes d'infiltration), la pente, l'importance de l'évapotranspiration... L'eau de cet aquifère est en général de bonne qualité<sup>84</sup>, malgré l'hétérogénéité des couches géologiques (changement de faciès, variations de la granulométrie, de la lithologie...). Elle est très peu minéralisée (résidus secs inférieurs à 100 mg/l et même à 50 mg/l, au niveau des plateaux), mais se charge très vite en sels à l'approche des zones basses (avec des résidus supérieurs à 300 mg/l). D'où les risques de contamination des puits par le biseau salé si l'exploitation s'intensifie, comme dans l'exemple de l'aquifère du "Continental terminal" de Samba Dia - R. Sarr (1979).

### III.2. NATURE DES AQUIFERES DANS LES ZONES ESTUARIENNES

Dans ces régions, les ressources en eaux douces les plus intéressantes pour les populations locales se présentent sous forme de lentilles (M. Plaud, 1967). Elles sont essentiellement localisées dans les parties les plus élevées, en l'occurrence les cordons sableux où le matériel, de granulométrie assez grossière, dispose d'une perméabilité meilleure que celle des niveaux sablo-argileux du "Continent terminal" (E.S. Diop, 1980). Accessoirement, on peut retrouver ces aquifères dans certaines flèches sableuses récentes et dans les tannes herbus, notamment en Guinée. Par conséquent, c'est bien la topographie qui régit ici l'existence des nappes d'eau douce. Leurs fluctuations et leur évolution physico-chimique sont intimement associées aux variations saisonnières de la pluviométrie. Entre mars et juin, le taux de minéralisation augmente dans les lentilles d'eau douce, particulièrement en bordure des bôlons et des tannes. De juillet à octobre, c'est le phénomène inverse qui se produit puisque l'alimentation des nappes par les eaux de pluie réduit fortement les taux de minéralisation. Il demeure vrai, cependant, que dans certains cas, on a plutôt affaire à une salinité résiduelle qui s'explique par l'étendue de la mer nouakchottienne (maximum : 5 500 ans B.P.). R. Sarr et C. B. Gaye (1985) montrent que les sels déposés puis concentrés dans les tannes nus n'ont pu être lessivés par les eaux superficielles à cause de l'insuffisance du drainage. Quant aux nappes d'eau profonde exploitées dans les estuaires, elles ont donné très peu de résultats favorables, cela étant principalement dû à leur qualité physico-chimique très médiocre (eaux fluorées et/ou moyennement sodiques)<sup>85</sup>.

<sup>84</sup> - Excepté la présence parfois excessive de matières organiques - R. Sarr (1979).

<sup>85</sup> - Tous les forages effectués dans la région estuarienne du Saloum révèlent des phénomènes de contamination beaucoup plus accentués que sur le continent. C'est le cas des forages de Dianniadio et de Djirnda.

Il est certain que si la tendance actuelle, caractérisée par une insuffisance notable de pluviométrie, se poursuit, la baisse du niveau piézométrique des nappes déjà amorcée ne cessera de s'accroître. L'exploitation par les populations locales des nappes superficielles dans les zones d'estuaires devra alors se faire de manière plus rationnelle afin d'éviter l'abandon des puits.

Il en est de même pour les réserves des nappes semi-profondes des régions de bordures où une exploitation excessive risquerait d'entraîner, dans certains cas, des phénomènes plus ou moins durables de contamination par les eaux sursalées adjacentes. La nappe profonde resterait alors l'une des seules réserves exploitables en ces périodes où le déficit hydrique demeure chronique ; mais comme le préconise le rapport anonyme sur Bignona (1985), des études plus précises doivent être entreprises pour connaître toutes les potentialités de cette zone littorale.

#### IV. ÉVOLUTION AU QUATERNAIRE RÉCENT DU PROCHE PLATEAU CONTINENTAL ET DES RÉGIONS ESTUARIENNES

Comme pour le littoral du golfe du Bénin (J.P. Tastet, 1979), l'histoire géologique des littoraux des "Rivières du Sud" est essentiellement conditionnée par les variations eustatiques et les changements climatiques, particulièrement au cours de l'épisode transgressif holocène, postérieur à 18 000 ans B. P..

Le schéma d'évolution au Quaternaire récent du proche plateau continental et des régions d'estuaires est fondé essentiellement sur les données des campagnes Rosilda, I. G. B. A. et B. R. G. M. sur le plateau continental au nord du Saloum (1976, 1977), sur les observations de J.P. Barusseau (1983), sur celles de R. L. Mac Master *et al.* (1970, 1971) concernant le plateau situé au large des deux Guinées et de la Sierra Léone, ainsi que sur les résultats des datations relatives obtenus aussi bien par moi-même (E.S. Diop, 1976, 1978) que par différents auteurs<sup>86</sup> dont Y. Kalck (1978), C. Marius (1984)...

Les témoins de la transgression de l'Inchirien, dont le maximum a été daté de 33 000 ans B.P.<sup>87</sup>, ont été rarement reconnus dans la région étudiée ; ce serait la période de mise en place de la terrasse supérieure qui ourle les plateaux du "Continental terminal" en Casamance d'après J. Vieillefon, 1974. En revanche, il est admis que sur les côtes d'Afrique Occidentale, le plus bas niveau marin date de 18 000 ans B.P. et correspond au maximum glaciaire du Würm<sup>88</sup>. Il s'agit d'une période aride au cours de laquelle la mer s'est retirée à la côte -100/-130 m vers 18 000 ans B.P. et où les sables éoliens des dunes continentales de l'Ogolien, formées lors de cette même phase, s'étendaient jusqu'à une latitude légèrement plus basse que celle de Dakar, sur un plateau continental alors émergé (fig. 68). Ces conditions climatiques particulièrement arides auraient persisté de 21 000 à 15 000 ans B.P. C'est auparavant, lors d'une période semi-aride, appelée première phase d'entaille par P. Michel (1973), que les grands réseaux hydrographiques (Sénégal, Gambie, Casamance, Geba...) ont profondément enfoncé leur lit dans le substratum. De même, les importants canyons sous-marins, bien localisés sur le plateau continental au large des deux Guinées et qui constituent le prolongement de certains fleuves importants tels que le Cacine, le Kandiafara, le Konkouré ou le Rio Grande de Buba ont subi un façonnement durant cette phase d'entaille.

A partir de 14 000 ans B.P. intervient la deuxième phase d'entaille, appelée phase de recusement des vallées par P. Michel (1973), p. 478. Le niveau marin était encore bas<sup>89</sup> et le

<sup>86</sup> - H. Faure, P. Elouard (1967), J. Vieillefon (1970, 1974), P. Michel (1973), C. Descamps *et al.* (1974)...

<sup>87</sup> - D. Démoulin (1969) signale des grès de plage datés de l'Inchirien (= 31 000 B.P.) dans la presqu'île du Cap-Vert - in Bull. ASEQUA, n° 22, juin 1969, p. 91.

<sup>88</sup> - L. Martin (1969, 1973) ; L. Martin et G. Délibrias (1972) ; G. Délibrias (1973) ; H. Faure *et al.* (1967, op. cit.), P. Michel (1973, op. cit.), G. Einsele *et al.* (1977).

<sup>89</sup> - Voir fig. 17.

climat, semi-aride, avec un couvert végétal très limité. Les témoins de la remontée progressive du niveau marin sur tout le plateau continental sénégalais et guinéen ont été mis en évidence à partir de 12 000 ans B.P. par l'existence de différentes lignes de rivage à -100/-80 m, -55/-35 m, et à -25/-15 m reconnues par R.L. Mac Master *et al.* (1970, op. cit.) sur le "shelf" guinéo-sierra léonais, mais aussi par J.P. Barousseau (communication écrite). Parallèlement à cette transgression marine rapidement amorcée, le climat devenait de plus en plus humide. Le niveau marin remonte sur la plateforme continentale en même temps que se produit une élévation continue de nappes côtières<sup>90</sup>. L'existence sur le proche plateau continental au sud de Dakar d'une ligne de rivage aux alentours de l'isobathe -25/-26 m<sup>91</sup> datée de 8 500 ans B.P. (J.C. Dumon *et al.*, 1977) en apporte la preuve. H. Faure *et al.* (1967) signalent qu'à 9 500 B.P., le niveau de la mer passe à -30 m ; à 8 250 ans B.P., il est à -18. C'est lors de cette phase du Tchadien, où les précipitations se sont accrues, que les réseaux hydrographiques du Sine, du Saloum et du Khombole semblent définitivement constitués (M. Sall et E.S. Diop, 1976, 1977). L'humidification du climat, liée au caractère fonctionnel des fleuves Saloum, Gambie, Casamance ou Geba, fut à l'origine de l'alimentation de certaines nappes sédimentaires quaternaires ou actuelles du milieu côtier à partir des formations mio-pliocènes de bordures généralement recouvertes de dunes rubéfiées et peu élevées. Au cours de cette période, les fleuves plus au sud (Cacine, Kandiafara, Konkouré, Somba, Mallacorée...) participent au remaniement des formations sablo-gréseuses des zones de bordures amont constituées de hauts plateaux plus ou moins recouverts par une cuirasse latéritique. Les témoins des épandages de ces différents fleuves apparaissent dans les sondages réalisés dans les zones estuariennes aval, alors régions déprimées. Ces sondages révèlent l'existence de dépôts fins d'argiles, de sables et de vase prouvant l'alluvionnement constant<sup>92</sup> de ces zones basses en fonction de la remontée du niveau marin : 25 m d'épaisseur de sédiments à Gnadior, 49 m à Djirnda, 62 m à Thialane, 30 m à Boucotte Ouolof, 25 m à Cabrousse (voir profils - fig. 63B et 64B)<sup>93</sup>.

Entre 8 000 et 6 000 ans B.P. s'effectue une rapide remontée du niveau de la mer, qui passe de -20 m à la côte 0 m I. G. N. (H. Faure *et al.*, 1967).

#### IV.1. L'ÉVOLUTION AU NOUAKCHOTTIEN ET AU POST-NOUAKCHOTTIEN

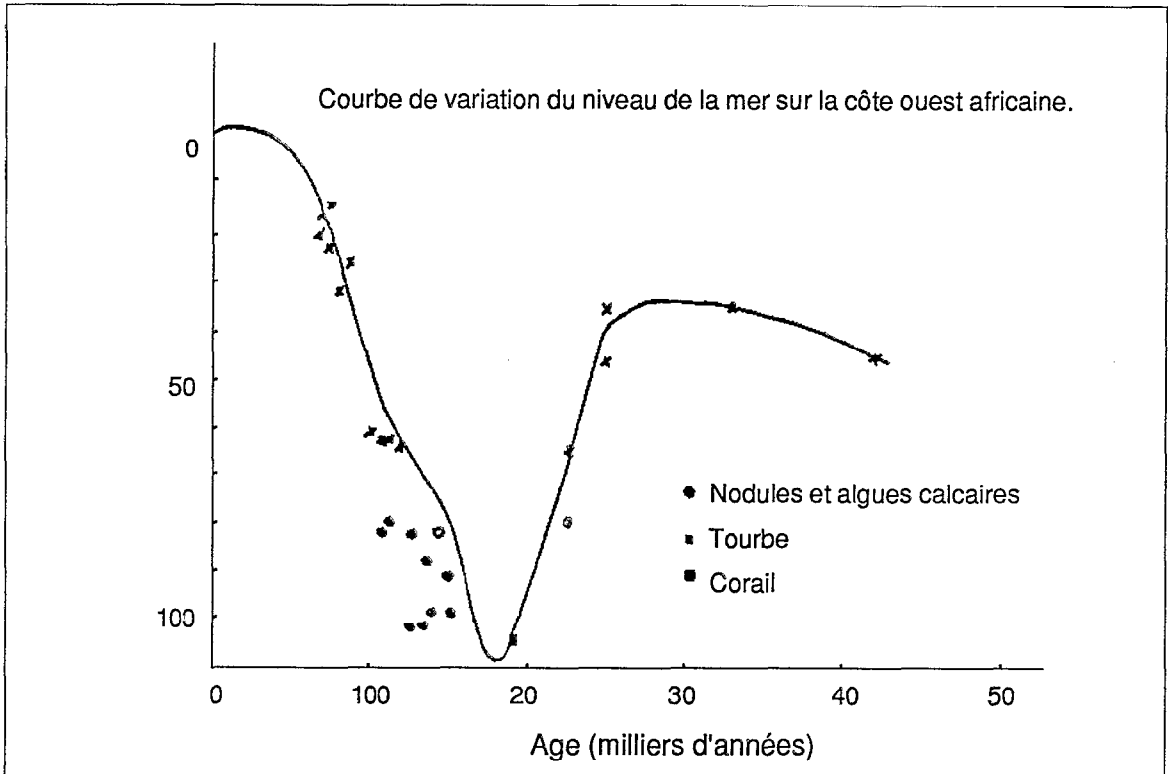
C'est la période la plus importante pour la reconstitution de la configuration géomorphologique actuelle du littoral et l'histoire géologique des zones estuariennes étudiées. A l'Holocène moyen, appelé Nouakchottien sur les côtes de l'Afrique occidentale, la mer atteint, vers 5 500 ans B.P., son plus haut niveau (côte +1,5 à +2 m I.G.N. environ ; fig. 70 et 71). P. Michel (1973) fait état d'un haut niveau marin bien conservé à l'extrémité sud-ouest de l'embouchure de la Gambie, au Cape S<sup>te</sup> Mary, à environ +2,30 m côte d'altitude I.G.N. Toutefois, ce maximum transgressif semble légèrement décalé vers le sud, d'après H. Faure *et al.* (1976), qui l'expliquent par l'interférence des mouvements eustatiques liée à la modification générale de la forme du géoïde. S'y ajoutent le comportement de la ligne de rivage en fonction de l'environnement et le mouvement d'ensemble, à l'échelle mégamétrique, du rebord du craton africain qui se souleverait au nord et basculerait au sud (J. Pinson-Mouillot, 1980). Lors du maximum transgressif, la mer pénètre dans les zones littorales déprimées du Saloum jusque dans les rias des deux Guinées et bien au-delà, qui se présentent alors sous forme de golfes largement ouverts sur l'océan, excepté dans la partie aval de l'estuaire de la Gambie (P. Michel, 1973, op. cit.). Elle remonte les vallées du Sine, du Saloum, de Khombole, de la Gambie, de la Casamance, du Cacheu... ainsi que de tous les fleuves situés plus au sud. Le comblement actuel de l'ensemble de ces basses vallées est attribué à la transgression nouakchottienne, avec une sédimentation essentiellement marine jusqu'à 4 500 ans B.P. (P. Michel, 1973, op. cit. ;

90 - En effet, les dépôts dans les estuaires indiquent bien que le régime hydrologique est principalement sous le contrôle des variations du niveau de la mer - E.S. Diop et H. Faure (1983).

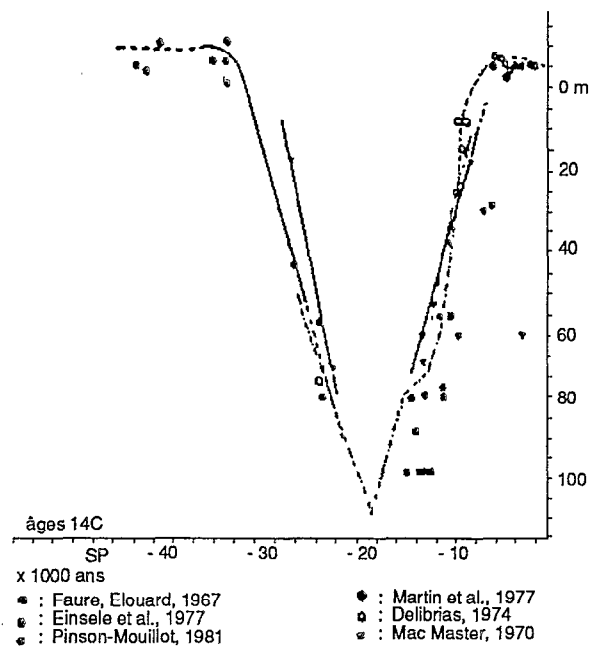
91 - D'après J.P. Barousseau (communication écrite), il y aurait deux paléolignes de rivage marquées sur ce "shelf" entre 11 000 et 7 000 ans B.P. : l'une vers -40/-50 m ; l'autre vers -15/-25 m.

92 - Cet alluvionnement concerne la partie orientale des estuaires, comme c'est le cas du Bas-Saloum.

93 - L'épaisseur de ces sédiments fins constitués d'argiles, de vases et de sables fins diminuent de l'est vers l'ouest, dans le cas du Saloum. Cependant des études plus détaillées n'ont pas été faites.



(D'APRES G. DELIBRIAS 1986)



(D'APRES A.M. LEZINE 1986)

Fig. 68 - COURBES DE VARIATION DU NIVEAU DE LA MER AU QUATERNAIRE RECENT



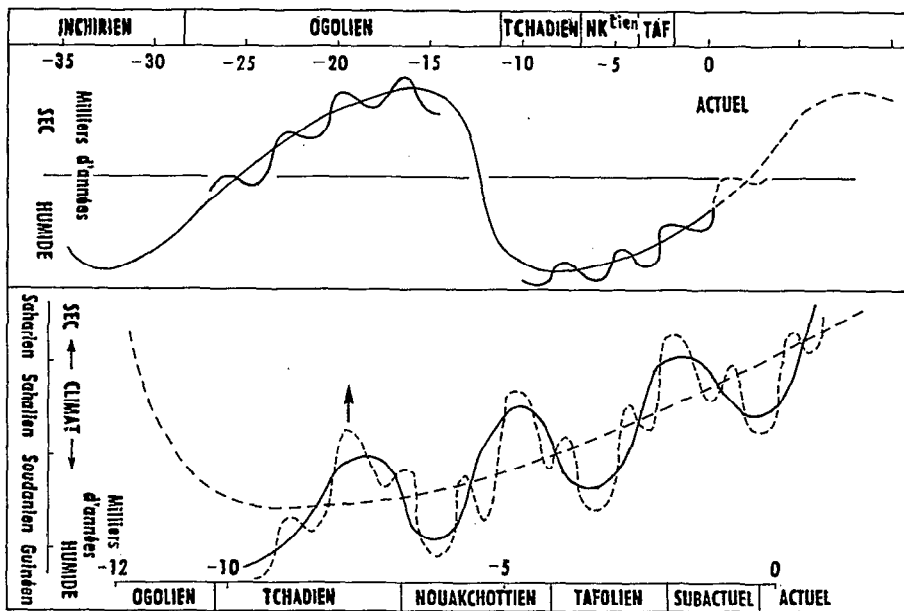


FIG. 69 - OSCILLATIONS CLIMATIQUES AU QUATERNAIRE RECENT - P. ELOUARD (1975)  
(d'après A. PIMMEL 1984)

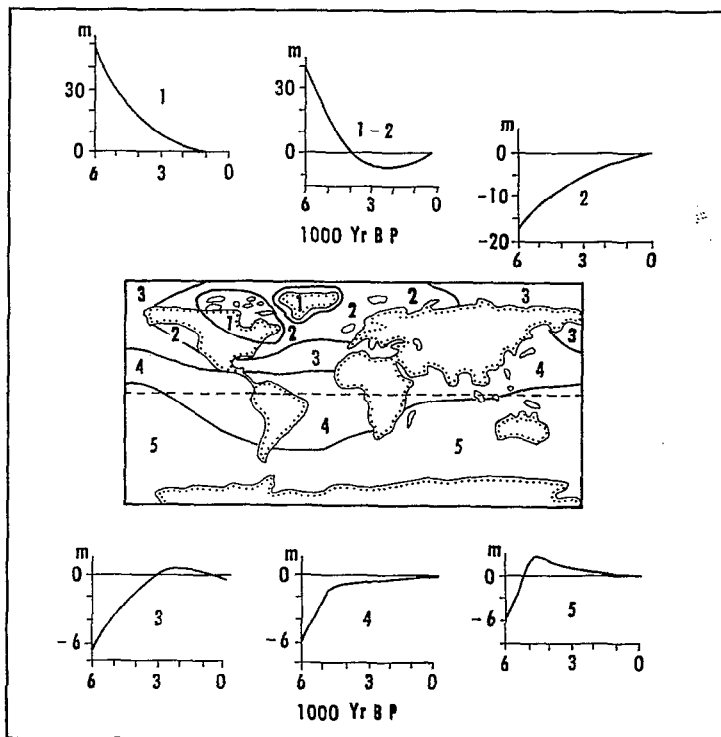


FIG. 70 - DISTRIBUTIONS DES ZONES A L'INTERIEUR DESQUELLES LE MODELE DE J. A. CLARK et al (1978) prévoit des courbes semblables de variations du niveau de la mer à suite de la fonte de calottes glaciaires dans l'hémisphère Nord.

La forme typique des courbes varie d'une zone à l'autre même en supposant qu'il n'y ait pas eu de changement eustatique depuis 5.000 ans.

Y. Kalck, 1978, op. cit.), relayée dans les zones les plus internes par une sédimentation de type lagunaire à partir de 4 200 ans B.P.<sup>94</sup> (M. Sall, 1983, op. cit.). L'apport des fleuves, alors fonctionnels, se réduisait à des sables fins et à des limons empruntés aux dépôts de couverture des régions des bordures (plateau du "Continental terminal", notamment). Nos recherches antérieures ont bien montré le caractère fluvio-deltaïque affirmé de la partie orientale de certains "deltas" comme celui du Saloum. Ce matériel fin, brassé, s'est déposé pour former des terrasses sableuses ou argileuses très souvent associées à une faune nouakchottienne et post-nouakchottienne<sup>95</sup> qui semble n'avoir subi que peu de variations puisque l'on retrouve les mêmes espèces aussi bien dans le Saloum qu'en Casamance et en Guinée Bissau. Il s'agit essentiellement :

- de mollusques gastéropodes : *Bullaria adansoni*, *Marginella amygdala*, *Natica canariensis*, *Nassa incrassata*, *Felania diaphana*...
- de mollusques scaphopodes : *Dentalium senegalensis*, *D. congolense*, *D. katchkense*...
- et de mollusques lamellibranches : *Cardium ringens*, *Pitaria floridella*, *Anadara senilis*, *Macoma cumana*, *Arca gambiensis*, *Tellina posteli*... (voir tabl. 53).

Les différentes étapes du retrait de la mer à partir du maximum nouakchottien ont été jalonnées de cordons littoraux successifs dont l'édification représente les mécanismes de progradation qui ont participé au colmatage des golfes nouakchottiens. Il importe de souligner, lors de cette phase datée de 4 000 B.P., le rôle des dérives littorales nord-sud ou sud-nord, engendrées par des houles venant soit du NW, soit du SW, dans la mise en place des cordons sableux fortement minéralisés et dont les plus anciens sont localisés dans les zones internes des estuaires. L'adjonction de ces cordons sableux, minces et discontinus, et le comblement des lagunes "inter-cordons" sont à l'origine de la formation des groupes d'îles des estuaires concernés par cette étude : Saloum, Casamance, Guinée Bissau... (E.S. Diop, M. Sall, 1986). Des sondages effectués à la tarière dans les cordons et terrasses, ont permis de collecter de nombreux échantillons de coquilles. Aux datations effectuées par les laboratoires de radiocarbone de l'I.F.A.N. avec feu le Pr. C.A. Diop et de Gif-sur-Yvette avec Mme G. Delibrias, sont venues s'ajouter celles réalisées par le laboratoire national de Recherche Physique<sup>96</sup> - Division des isotopes naturels avec le Pr. J.C. Vogel. Toutes ont été d'un apport considérable puisqu'elles ont permis de mieux préciser les différentes phases d'alluvionnement et les âges de la mise en place des îles étudiées. Grâce à ces âges radiochronologiques, la comparaison a été rendue possible entre les courbes des fluctuations relatives du niveau de la mer établies auparavant par d'autres auteurs<sup>97</sup>, et les âges obtenus par Y. Kalck (1978, op. cit.), notamment dans le Saloum et en Casamance.

Nos premières datations concernent les Iles du Gandoul (Iles du nord de l'estuaire du Saloum) avec les échantillons :

- Dak. 174 : Djirmda  
Tanne herbu - Echantillon à -1,40 m. *Anadara senilis* et *Crassostrea gasar*.  
Age : 5528 ± 150 ans B.P.
- Dak. 175<sup>98</sup> : Pointe de Sangomar. Cordon littoral - Echantillon à -45 cm. *Anadara senilis*.  
Age : 2697 ± 100 ans B.P.
- Dak. 176 : Dionewar.  
Tanne nu - Echantillon à -35 cm. *Anadara senilis* et *Tympanotus fuscatus*.  
Age : 2552 ± 100 ans B.P.

<sup>94</sup> - Par exemple : le Saloum et la Casamance.

<sup>95</sup> - D'après les déterminations qui ont été effectuées à l'IFAN et au Département de biologie animale de la Faculté des Sciences.

<sup>96</sup> - Voir dans notre avant-propos et sur les planches h.t., la localisation des datations au 14C.

<sup>97</sup> - P. Michel (1973, op. cit.), P. Elouard (1975), H. Faure *et al.* (1967, 1977).

<sup>98</sup> - Cet âge de 2697 ± 100 ans B.P. indique que la Pointe de Sangomar, qui a occupé d'autres positions que l'actuelle, a subi une évolution totalement indépendante de celle du comblement de la partie ouest des Iles du Saloum.

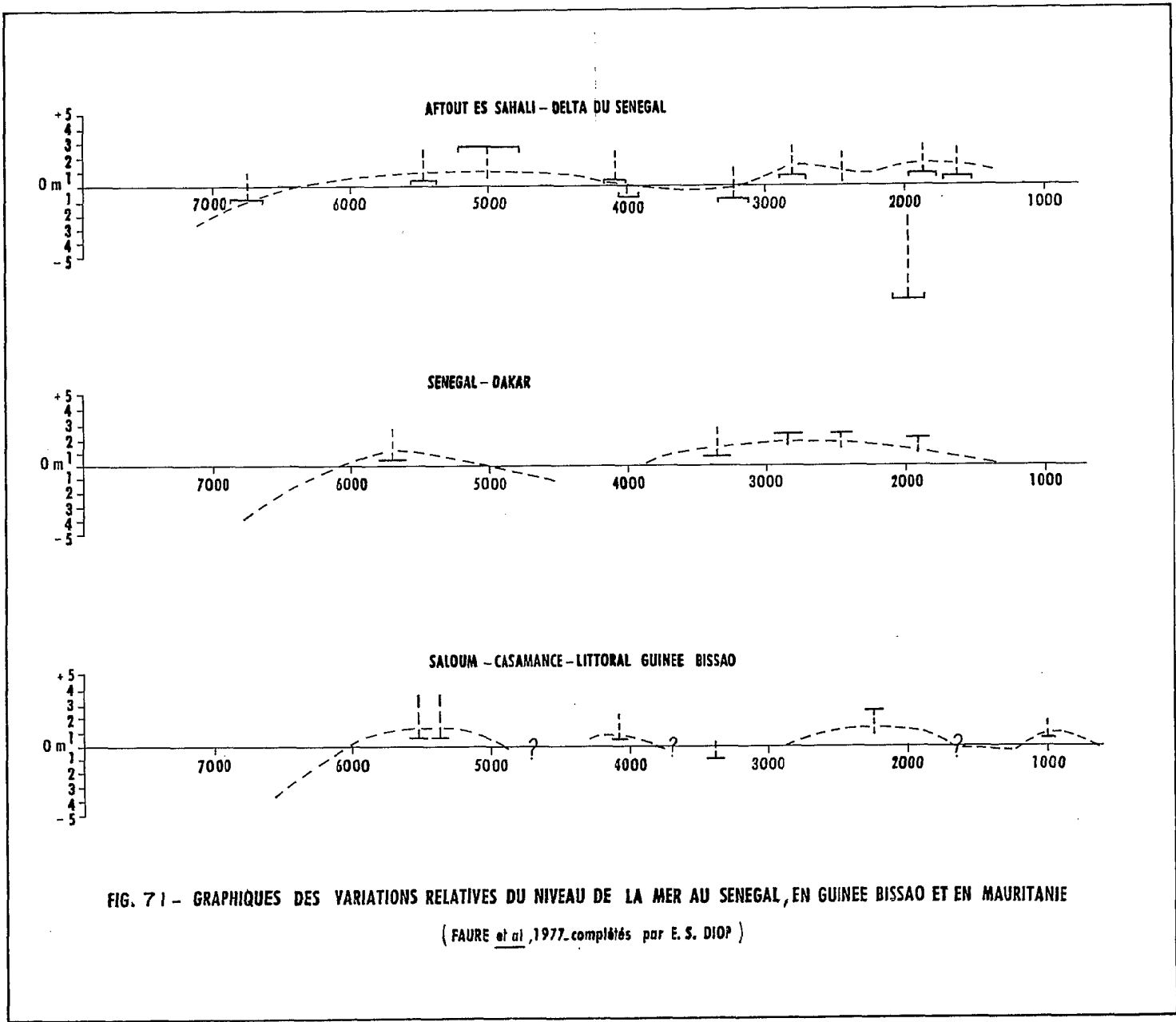


FIG. 71 - GRAPHIQUES DES VARIATIONS RELATIVES DU NIVEAU DE LA MER AU SENEGAL, EN GUINEE BISSAO ET EN MAURITANIE  
( FAURE et al, 1977, complétés par E. S. DIOP )

Deux autres datations au  $14C$  portent sur des échantillons de la partie occidentale des Iles du Gandoul et de Bétanti ; il s'agit de :

- Gif 4216 : Falia

Tanne nu - Echantillon à - 110 cm. *Anadara senilis*.

Age :  $1990 \pm 90$  ans B.P.

- Gif 4217 : Bandiala

Tanne nu - Echantillon à - 80 cm. *Crassostrea gasar*.

Age :  $1950 \pm 90$  ans B.P.

Deux phases d'alluvionnement peuvent ainsi être retracées à travers ces ages au  $14C$  ; la première est celle de la terrasse de Djirnda (Est du Saloum), datée de  $5520 \pm 150$  ans B.P. qui relève d'un alluvionnement ancien. La seconde concerne les terrasses les plus récentes de la partie ouest des Iles du Saloum<sup>99</sup>. Les analyses sédimentologiques effectuées confirment ces observations puisque le matériel sableux dans lequel ont été récoltés ces échantillons présente des caractères nettement marins à l'ouest, et "fluvio-deltaïques" dans la partie orientale des îles, où a été daté l'échantillon Dak. 174 qui relève d'un alluvionnement ancien.

Quatre autres datations ont été faites récemment le long d'un transect nord-sud dans la partie est des îles du Saloum. Ce sont les échantillons :

- Pta 3683 : Vélingara TSVEL 172.

Vasière à mangrove - Echantillon à -371/-390 cm. *Pitaria tumens*, *Nassa incrassata* et *Marginella Amygdala*. Age :  $1910 \pm 60$  ans B.P.

- Pta 3694 Dioudiouré PDio 63.

Tanne nu inondable - Echantillon à -45/-100 cm. *Natica canariensis*, *Dentalium katchekense* et *Crassostrea gasar*. Age :  $3910 \pm 60$  ans B.P.

- Pta 3691 : Baout TBao 147.

Vasière à mangrove - Echantillon à -500/-550 cm. *Anadara senilis*, *Cuna gambiensis* et *Bullaria adansoni*. Age :  $4080 \pm 60$  ans B.P.

- Pta 3695 : Oudovola POUD 130.

Tanne nu inondable - Echantillon à -200/-250 cm. *Arca gambiensis*, *Cardium papillosum* et *Nuculana sp.* Age :  $4940 + 70$  ans B.P.

Même en appliquant les méthodes du Dr. J.C. Vogel<sup>100</sup> qui préconise, eu égard à l'âge apparent de l'eau de mer, de soustraire 400 ans à ces datations de coquilles d'origine marine pour obtenir les âges les plus probables, nous parvenons pour ces différents échantillons aux âges suivants :

- Pta 3683 :  $2510 \pm 60$  ans B.P.

- Pta 3694 :  $3510 \pm 60$  ans B.P.

- Pta 3691 :  $3680 \pm 60$  ans B.P.

- Pta 3695 :  $4540 \pm 60$  ans B.P.

Les âges les plus anciens sont donc toujours localisés dans la partie orientale de cette zone estuarienne ; ce qui confirme les hypothèses déjà émises à propos de nos premières datations dans les îles du Saloum (E.S. Diop, 1978 op. cit.).

Plus au sud, en Casamance et dans les régions de Guinée Bissau, d'autres résultats d'analyses au  $14C$  nous ont été fournis ; il s'agit de échantillons :

- Pta 3837 : Casamance Bou 70.

Plage soulevée - Echantillon à -110 cm de profondeur. *Macra glabrata*, *Cardium ringens* et *Cardium costatum*. Age :  $1210 \pm 50$  ans B.P.

-Pta 3839 : Joao Landim JOA 36.

<sup>99</sup> - L'évolution de la Pointe de Sangomar est indépendante de cette phase de comblement. Sa partie nord ayant été mise en place antérieurement.

<sup>100</sup> - Communication écrite.

Vasière à mangrove - Echantillon à -190 cm. *Dosinia isocardia* et *Anadara senilis*. Age : 6900 ± 100 ans B.P.

- Pta 3838 : Cacheu Cac 42.

Vasière à mangrove - Echantillon à -200/-250 cm. *Dosinia isocardia* et *Anadara senilis*. Age : 6920 ± 60 ans B.P.

Tableau 53.- Macrofaune\* fossile rencontrée dans les carottes (Région du Saloum).

	Nord du Diomboss							Sud du Diomboss	
	TBAO	TVEL	TSVEL	PKOU	PBAK	TGOU	PDIO	TSIP	POUD
Lamellibranches									
1 <i>Anadara senilis</i>	x	x	x	x			x		x
2 <i>Cardium papillosum</i>								x	x
3 <i>Cardium ringens</i>									x
4 <i>Arca gambiensis</i>									x
5 <i>Tellina posteli</i>	x		x						
6 <i>Diplodonta diaphana</i>				x			x		
7 <i>Pitaria floridella</i>			x	x					
8 <i>Dosinia isocardia</i>			x	x					
9 <i>Macoma</i> sp.						x			x
10 <i>Pitaria tumens</i>			x						
11 <i>Nuculara</i> sp.									x
12 <i>Chlamys</i> sp.									x
13 <i>Grassobella</i> sp.								x	
14 <i>Venus</i> sp.									x
15 <i>Aloidis</i> sp.					x				
16 <i>Cuna gambiensis</i>	x								
Gastéropodes									
17 <i>Nassa incrassata</i>	x		x	x			x		x
18 <i>Bullaria adansoni</i>	x			x					
19 <i>Marginella amygdala</i>			x	x					
20 <i>Clavatula</i> sp.				x	x				
21 <i>Natica canariensis</i>				x	x				
22 <i>Natica</i> sp.								x	
23 <i>Actaeon tornatilis</i>									x
24 <i>Calyptra chinensis</i>				x			x		
25 <i>Thais haemastora</i>				x					
26 <i>Rissoa</i> sp.				x					
27 <i>Eulima</i> sp.						x			
28 <i>Ringicula conformis</i>									x
29 <i>Olivancillaria hiatula</i>			x						
30 <i>Murex</i> sp.			x						
Scaphopodes									
31 <i>Dentalium congolense</i>	x			x			x		
32 <i>Dentalium katchekense</i>				x			x		

\* Détermination par D. LEUNG TACK. In DIOP E.S. , BARUSSEAU J.P. & SAOS J.L. (1983).

Par réajustement, en tenant compte de l'âge apparent du calcium de l'eau de mer, nous obtenons :

- 6500 ± 100 ans pour Pta 3839
- 6520 ± 60 ans pour Pta 3838.

En comparant ces résultats de datations au  $^{14}\text{C}$  avec ceux obtenus par Y. Kalck plus au nord, dans le Saloum et en Casamance, l'on peut se rendre compte que les terrasses de Cacheu et de J. Landim, dans lesquelles ont été effectués les prélèvements, ont commencé à s'édifier au début de la transgression marine nouakchottienne. Ces âges, tout à fait comparables à ceux de Djirmda, du Bandiala - de Diouloulou<sup>101</sup> (Y. Kalck, 1978, op.cit.), prouvent que la sédimentation, lors de cette période, était égale dans les deux régions, aussi bien sur le littoral de la Guinée Bissau que dans le nord. Les âges de 5528 et de 6500 ans B.P., obtenus près de la surface<sup>102</sup>, respectivement à Djirmda et à Cacheu, le démontrent suffisamment.

Parallèlement à ces phénomènes de colmatage et de sédimentation "inter-cordons", des populations anciennes ont consommé ou exploité à des fins d'échanges des arches qui devaient vivre en abondance dans ces lagunes et en ont déposées les coquilles, en amas, sur des formations géomorphologiques légèrement surélevées telles que d'anciens bancs sableux émergés, des terrasses ou des cordons sableux. C. Descamps, G. Thilmans *et al.* (1974, op. cit.) au nord ; O. Linares de Sapir, J. Vieillefon (1970) au sud ont fouillé nombre d'entre eux. Les séries de datations portant sur ces dépôts artificiels ou "kjökkenmöddinger" et ces éléments enfouis donnent, dans les Iles du Saloum, des âges qui s'échelonnent entre 2576 et 1287 ans B.P. Huit des neuf nouvelles datations effectuées par le laboratoire de  $^{14}\text{C}$  de Monaco et portant, soit sur des bancs de coquillages, soit sur des charbons<sup>103</sup>, révèlent des âges qui vont de 1900 ± 80 ans B.P. à 1315 ± 80 ans B.P. dans la région de Faboura (juste au nord de Ndangane, Iles du Saloum). Il en est de même des 10 datations effectuées en Basse Casamance par C.A. Diop *et al.* (1974) qui s'échelonnent de 3925 ± 150 ans B.P. à 765 ± 118 ans B.P.

Ces âges, placés dans le contexte de l'évolution des zones estuariennes étudiées, s'intègrent bien dans la dernière phase de l'alluvionnement (unités géomorphologiques les plus récentes). Ainsi, il ressort, en particulier pour les domaines estuariens où l'on dispose d'un maximum de données, que l'essentiel de la mise en place des formations des "Rivières du Sud" s'est effectué au Quaternaire récent suivant un schéma qui concorde assez bien avec celui établi par H. Faure *et al.* (1976, op. cit.) pour l'estuaire de la Casamance. La différence avec les zones estuariennes méridionales est due à certains phénomènes déjà examinés : décalage du nord au sud de la remontée du niveau marin, différence de comportement de la ligne de rivage en fonction de l'environnement, conditions de sédimentation mieux favorisées dans le sud... H. Faure, J. Vieillefon *et al.*, 1974 ; H. Faure *et al.*, 1977, op. cit. ; P. Michel, 1977 ; J. Pinson-Mouillot, 1980, op. cit.).

Entre 4000 et 2000 ans B.P., le climat devient plus sec avec une légère régression (-2 à -3 m) qui semble se placer autour de 4000 ans B.P. (fig. 69). Il s'agit de l'épisode du Tafolien signalée par L. Hébrard (1972) et H. Faure *et al.* (1977, op. cit.). Le retour au niveau actuel s'effectue par une série de pulsations. A partir de 3000 ans B.P., le niveau de la mer, passerait à +2 m comme le fait remarquer A. Pimmel (1984, op. cit.). Du reste, des témoins de plages fossiles à galets correspondant à un niveau marin supérieur à l'actuel et des plages soulevées<sup>104</sup> sont encore bien conservés en divers points de la côte Casamançaise et gambienne (P. Michel, 1973, op. cit. ; J.R. Lappartient, 1976 ; M. Sall, 1983, op.cit.).

---

101 - Prélèvements effectués à des profondeurs plus importantes.

102 - De 1,5 à 2,5 m de profondeur.

103 - Pour le compte de C. Descamps (communication écrite).

104 - Voir datations obtenues sur le littoral de Boucotte plage et du Cap Skiring. Les plages soulevées se différencient des plages nouakchottiennes par le caractère très usé de leur matériel (galets roulés et coquilles usées, souvent brisées) ; ce qui traduit un milieu beaucoup plus agité que celui des dépôts nouakchottiennes.

Des cordons sableux s'édifient progressivement dans tous les golfes nouakchottiens des "Rivières du Sud", en particulier dans le Bas-Saloum, en Basse-Casamance et en Basses Guinées. Un développement en lagunes s'effectue parallèlement, avec des dépôts de vases épais, de couleur grise ou noire, plus ou moins argileuses (fig. 5<sup>ep</sup>), qui colmatent petit à petit les milieux estuariens. Ces conditions sont favorables à un développement intense de la mangrove - E.S. Diop (1978, op. cit.), Y. Kalck (1978, op. cit.), A. Pimmel (1984, op. cit.) et les anciennes vasières, aujourd'hui tannes dénudés dans le Bas-Saloum, en Basse-Gambie et en Casamance, datent de cette période. Des carottages effectués dans ces unités ont montré l'existence d'anciennes racines gainées d'oxyde de fer, de couleur rouge et ocre.

Par ailleurs, c'est à partir de cette période (3000 ans B.P.) que s'édifient la plupart des grandes flèches littorales sableuses, dont celles qui sont déjetées vers le sud, conformément à la dérive dominante à cette époque (Pointe de Sangomar au droit de l'estuaire du Saloum ; - Presqu'île-aux-Oiseaux en Basse Casamance -), alors qu'en Basse Guinée, les cordons de dunes blanches et les flèches sableuses sont orientés SSE-NNW, suivant en ce sens, la dérive littorale et l'orientation du trait de côte (A. Guilcher, 1954, op. cit.). Toutes ces unités morphologiques sableuses sont fortement minéralisées en ilménite, zircon, rutile et autres minéraux lourds (voir 4<sup>e</sup> partie). Leurs formations et leur évolution se sont poursuivies pendant le subactuel et l'Actuel.

#### IV.2. L'ÉVOLUTION DURANT LA PÉRIODE SUBACTUELLE ET ACTUELLE

Le comblement des bas-estuaire subsiste en même temps que des phénomènes de subsidence se manifestent sur les côtes guinéennes en particulier. Ces derniers processus ont été bien mis en évidence par différents auteurs dont E. de Chetelat (1938 a et b) ; R.L. Mac Master *et al.* (1971, op. cit.) ; D. Diallo *et al.* (1984, op.cit.)... Parallèlement, se mettent en place les différentes unités géomorphologiques qui ont été cartographiées dans le détail. Il s'agit :

- . des vasières à mangroves, des tannes herbus et des cordons sableux dans le domaine des "Rivières du Sud" en général ;
- . des tannes nus et des accumulations de sables éoliens associés parfois à des amas artificiels de coquilles ou "kjökkenmöddinger", dans le nord.

Dans le même temps, se poursuit l'évolution des flèches sableuses au droit des principaux estuaires (Pointe de Sangomar, Presqu'île-aux-Oiseaux, flèche sableuse de Varela...). M. Sall (1983, op.cit.) a pu mettre en évidence, par une étude comparative exhaustive, les témoins de leur extension dans les estuaires sénégalais.

Une tendance essentielle est apparue, durant le subactuel, traduisant un décalage entre les phénomènes de comblement dans le nord (Saloum) et dans le sud (régions guinéennes). L'aridification croissante dans les estuaires du nord tend à figer la morphologie et même à inverser le fonctionnement des systèmes estuariens les plus septentrionaux alors que les conditions de la sédimentation, nettement favorisées dans le sud (Guinée Bissau, mais surtout le littoral de la République de Guinée), se poursuivent de nos jours sous un climat plus humide (H. Faure *et al.* 1976, op. cit. ; P. Michel 1977, op. cit.).

Certains auteurs, comme P. Rognon, 1976 ; Y. Kalck, 1978, op. cit... pensent que "l'évolution climatique induite par une sécheresse accrue aboutit à la dernière transformation importante du paysage avec l'apparition du faciès tanne à l'arrière des mangroves"<sup>105</sup>. De nos jours, pour l'ensemble des "Rivières du Sud", des modifications écologiques localisées et réversibles viennent s'ajouter au phénomène majeur qui est l'assèchement progressif des zones encore humides (aridification croissante vers le nord). Il s'agit entre autres :

---

105 - In Y. Kalck (1978, op. cit.) - p. 105.

- de la réduction dans la domaine nord des surfaces d'eau, consécutive à la sécheresse actuelle ;
- du recul de certaines vasières, dû en partie à l'assèchement du climat, amplifié par les pratiques de défrichage de la mangrove par les populations locales ; ce qui confirme l'accroissement des tannes, particulièrement dans la partie externe des estuaires septentrionaux. Localement, on observe parfois la progression des vasières à mangrove aux dépens des tannes et même des accumulations anthropiques de type "kjökkenmöddinger" - M. Sall, E.S. Diop (1976, op. cit.) ; E.S. Diop (1978, op. cit.) ;
- de l'intense développement morphologique des chenaux de marée dans tous les estuaires étudiés, avec une fréquence accrue des phénomènes de recoupement des méandres et d'interconnexions entre chenaux voisins ; il en résulte des remaniements et des transports locaux de matériel sableux ou vaseux ;
- de l'ébauche, jusque dans les estuaires guinéens, de formes dunaires mineures sur les cordons sableux à couvert végétal déficient ;
- enfin, de l'édification actuelle, sur le rivage des îles dans les estuaires les plus septentrionaux (Saloum et Casamance en particulier), d'un mince liseré sableux qui serait l'équivalent des cordons littoraux anciens - E.S. Diop (1978, op. cit.).

## CONCLUSION

Les caractéristiques géomorphologiques en rapport avec les facteurs structuraux et le cadre tectonique ont permis d'élaborer une classification schématique des systèmes estuariens tenant compte des trois grands ensembles constitués par les bassins-versants environnants, les zones estuariennes et le proche plateau continental. Cette étude nous a montré que l'une des bases essentielles de l'étude géologique des "Rivières du Sud" demeure le Quaternaire. Les formes et les formations géomorphologiques héritées du Quaternaire récent sont, en fait, le résultat d'une genèse liée à la stabilisation du niveau marin au terme de la transgression nouakchottienne (fig. 70). Variations eustatiques et changements climatiques ont eu des répercussions sensibles sur le modelé d'ensemble de la région : tous les systèmes estuariens portent les traces de l'évolution morphogénétique de cette phase nouakchottienne. Les sédiments en place sont des témoins fidèles et bien conservés de l'évolution récente de ces milieux. Ce sont les grandes unités géomorphologiques, cartographiées sur les planches h.t. de I à XV\*, qui feront l'objet de l'étude sédimentologique détaillée de la 4<sup>e</sup> partie.

---

\* Les planches des régions guinéennes seront seules présentées dans cet ouvrage.



**QUATRIÈME PARTIE**

**ÉTUDE COMPARATIVE  
DES GRANDES UNITÉS GÉOMORPHOLOGIQUES  
DES "RIVIÈRES DU SUD"**

## INTRODUCTION

Les résultats cartographiques obtenus par photo-interprétation, traitements de données Landsat, et simulations SPOT dans le cas du Saloum, ont permis d'individualiser de grandes unités géomorphologiques<sup>106</sup>. Celles-ci ont été observées avec une remarquable constance non seulement dans les estuaires sénégalais (M. Sall, 1983, op. cit.) mais aussi, d'une façon générale, dans l'ensemble des marais maritimes étudiés.

Cependant, tant du point de vue de leurs caractéristiques que de leur extension spatiale, nombre de ces unités présentent une certaine hétérogénéité tant morphologique que lithologique. L'étude sédimentologique porte sur les grandes unités géomorphologiques<sup>107</sup> qui ont fait l'objet d'une investigation systématique et dont la disposition en zones distinctes est nettement mise en évidence par les cartes hors texte.

Des sondages réalisés sur plus de 6 m de profondeur dans beaucoup de vasières et de tannes, ainsi que des prélèvements de fond dans les chenaux principaux ou secondaires des cours d'eau, ont permis de collecter de nombreux échantillons<sup>108</sup> (fig. 81). Ces sédiments ont été systématiquement analysés et l'étude des différents taxons se base essentiellement sur les résultats acquis au cours de nos analyses. Le bilan sédimentaire de ces milieux d'estuaires et de mangroves a pu ainsi être établi avec comme résultats, la définition des types sédimentaires caractéristiques des unités géomorphologiques étudiées. Dans ce contexte, l'hydrodynamique joue un rôle essentiel dans les conditions de distribution, de dépôts et d'évolution des matériaux constitutifs de ces systèmes estuariens soumis à des changements constants. Cela explique l'importance que nous avons accordée au réseau hydrographique dans l'étude du fonctionnement de ces estuaires.

## I. IMPORTANCE MORPHOLOGIQUE DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE DANS LES "RIVIÈRES DU SUD"

Les caractéristiques principales attribuées par M. Sall (1983, op. cit.) aux marais maritimes et systèmes estuariens du Sénégal, s'adaptent parfaitement aux "Rivières du Sud". L'ensemble de cette zone côtière est constituée de marais très plats et bas<sup>109</sup> parcourus par des chenaux et marigots subordonnés (bôlons) dont la densité d'après A. Guilcher (1954, op. cit.), est tout à fait exceptionnelle sur une pareille longueur.

Les cours d'eau sont lents et sinueux, avec des lits parfois très amples. Les autres traits morphologiques des systèmes des chenaux sont liés :

- d'une part, à l'entaille de la côte basse en de larges estuaires qui donne l'aspect d'une côte à rias ayant subi un ennoyage par la mer ;
- d'autre part, au drainage en "dentelle" avec un important développement des bôlons. La densité du réseau hydrographique est fonction de la nature du sédiment (F. Verger, 1968, in M. Sall, op. cit.), mais les bôlons qui dépendent des estuaires et serpentent dans les plaines de vase, sont généralement en plein développement morphologique (A. Guilcher, op. cit.). Selon cet auteur, ce sont des "tidal creeks" qui comportent de très beaux méandres anastomosés, notamment en Guinée. Interconnexions d'un estuaire à l'autre, recoupements de méandres et entailles de berges concaves par phénomènes de sapement latéral sont fréquemment observés

---

106 - Les comparaisons d'images-satellites à différentes échelles et les campagnes d'observations directes et systématiques ont servi de supports à l'élaboration des planches hors texte.

107 - Il s'agit des vasières, des tannes, des cordons sableux, des flèches sableuses, des kjökkenmöddinger... voir chapitre II.

108 - S'y associent les échantillonnages réalisés dans les cordons sableux, les flèches littorales, les bancs sableux, les accumulations éoliennes...

109 - Côtes d'altitude I.G.N. inférieures à 0,5 m.

dans ces milieux. Cependant, et comme le montrent les planches hors texte, l'organisation du réseau des chenaux dans les estuaires est très hiérarchisée avec des artères principales qui ont été aménagées et entretenues des débouchés distincts sur l'Atlantique. M. Sall donne l'exemple du Saloum, du Diomboss, du Bandiala, de la Casamance ; nous pouvons ajouter les rios Cacheu, Geba, Cacine ainsi que les fleuves Kandiafara, Konkouré, Somba, Mellacorée... Tous ces chenaux disposent en amont de plusieurs bras secondaires que F. Verger (1968, op. cit.) appelle des branches de 1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup> et parfois même 3<sup>e</sup> ordre, constituant des systèmes hydrologiques distincts mais interconnectés.

Si dans le domaine septentrional, les topographies d'amont en aval des lits des fleuves sont faibles<sup>110</sup>, exceptée celle de la Gambie ; ce n'est plus le cas des réseaux hydrographiques guinéens où les principaux estuaires correspondent aux parties aval de cours d'eau importants provenant des hauteurs du Fouta Djallon (A. Guilcher, 1954, op. cit.). L'efficacité morphogénétique des courants et les possibilités de pénétration de la marée jouent un rôle décisif dans la variabilité des profondeurs des chenaux principaux. Certains cours d'eau tels que la Gambie, le Rio Geba, le Konkouré... dépassent aisément 15 à 20 m de profondeur dans l'axe de leur chenal d'embouchure. Ailleurs, les profondeurs maximales se situent en général aux alentours de 10 m dans ces estuaires où les bancs sableux ou vaseux, perpétuellement réaménagés par les courants de marée, sont partout présents (fig. 72 et 73).

## I.1. NATURE DES SÉDIMENTS DE FOND<sup>111</sup>

La définition des faciès et des structures sédimentaires présentes n'a été possible qu'à partir de prélèvements d'échantillons à la benne, guidés par les profils bathymétriques le long de radiales disposées d'amont en aval (fig. 72 et 73). L'analyse de la nature des sédiments a été effectuée (tabl. 54-55 & 56), l'étude de la topographie des fonds réalisée grâce à l'utilisation d'un échosondeur à bord de la vedette "Cauri" (fig. 76-77-80). Ont pu être successivement déterminés et précisés : les types sédimentaires prélevés, leurs caractères et origine, analysés dans le contexte des "Rivières du Sud". S'y ajoute l'étude des rapports existants entre l'hydrodynamique, la nature des sédiments et l'évolution des formes dans les différents systèmes de chenaux.

Même si cela n'a pas toujours été observé dans tous les chenaux de marée, il est certain que l'influence des unités géomorphologiques adjacentes sur la répartition et les faciès des sédiments de fond est réelle. M. Sall (1983, op. cit.) l'a observé dans le Saloum et le fleuve Sénégal mais aussi en Casamance où les vasières à mangroves sont largement dominantes.

Ainsi, la granulométrie des sédiments de fond du chenal principal de la Casamance et des chenaux secondaires est surtout vaseuse à vaso-sableuse (tabl. 56). Il en est de même en Guinée Bissau où des prélèvements de fond dans les chenaux du Rio Mansoa n'ont révélé que des sédiments vaseux très fins.

### I.1.1. Types sédimentaires rencontrés

Les principaux faciès observés varient. Ils vont des sédiments sableux prélevés dans le Saloum, le Diomboss et le Bandiala (tabl. 54-55) à des matériaux de fond de plus en plus fins et vaseux, que l'on retrouve dans les chenaux de la Casamance, en dépit de la fraction sableuse présente localement en aval. Vers le sud, les sédiments de fond des principaux chenaux se révèlent très vaseux, avec au niveau des embouchures de certains grands fleuves (Geba, Konkouré, Mellacorée...) la présence de bancs de sables parfois très coquilliers mêlés à des sédiments plus argileux. Il faut noter cependant qu'en Gambie, dans la zone aval, en dehors des

---

<sup>110</sup> - Avec des profondeurs inférieures à 10 m : voir profils bathymétriques.

<sup>111</sup> - Les moyens importants nécessaires pour aborder correctement cette étude (bateau ou vedette équipé au moins d'un échosondeur et d'une benne) nous ont obligé à limiter nos investigations uniquement aux estuaires sénégalais : Bas-Saloum et Basse Casamance. Ailleurs, seuls des prélèvements ponctuels ont pu être réalisés à bord de pirogues.

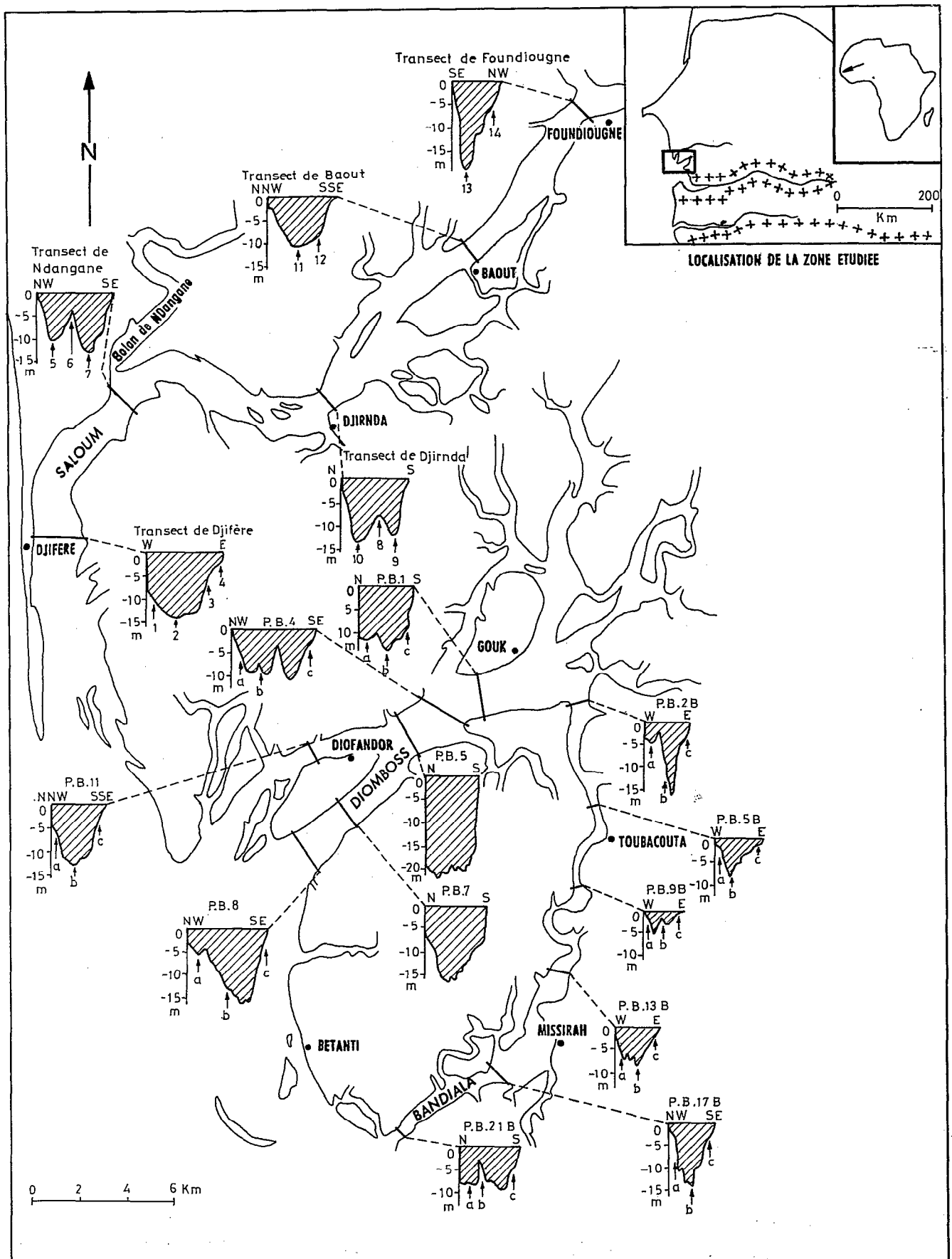


FIG. 72 - SYNTHESE DES PROFILS BATHYMETRIQUES REALISES DANS LE SALOUM ET LOCALISATION DE QUELQUES ECHANTILLONS

P.B ( Profil bathymétrique )

in E. S. DIOP, J P BARUSSEAU et al. 1982 et 1983

"platiers" vaseux du Mandinari ou du Dog Island qui bordent le fleuve, énormément de sables détritiques généralement roux, et de sables bioclastiques très coquilliers riches en diverses espèces<sup>112</sup> ont pu être prélevés. Si bien qu'en définitive, nous retrouvons en plus des sables bioclastiques plus ou moins coquilliers, les quatre faciès sédimentaires tels que M. Sall (op. cit.) les a définis dans ses travaux : les vases, les "vases sableuses", les sables vaseux et les sables. Cependant, si l'on compare ces sédiments prélevés du nord au sud, un fait remarquable apparaît ; il s'agit du caractère très grossier de la sédimentation dans le domaine nord en général (en l'occurrence dans le delta du Saloum) ; alors que dans le sud, cette sédimentation se révèle beaucoup plus fine avec un taux de matières organiques et de pélites (< 50  $\mu$ ) beaucoup plus abondant (tabl. 56).

### I.1.2. Caractères des sédiments prélevés

Les principaux faciès reconnus ci-dessus peuvent être regroupés en trois grands groupes dont les courbes granulométriques se distinguent de manière très nette. Il s'agit :

- . des sables détritiques, dont les différentes répartitions ont été bien déterminées dans les tableaux 54-55.
  - . des sables bioclastiques organogènes, prélevés le plus souvent en aval des grands fleuves et en aval de l'île de Gouk, dans le Diomboss (Iles du Saloum).
  - . des vases, qui caractérisent les estuaires moyens et amont des fleuves au sud de la Gambie.
- L'exemple du Saloum a été choisi pour l'analyse des sables détritiques. D'après les courbes granulométriques, les médianes sont comprises entre 120 et 320  $\mu$ m. Toutefois, les teneurs en sables moyens (entre 200 et 320  $\mu$ m) sont plus élevées à Djifère, c'est-à-dire en aval du fleuve Saloum. Les mêmes constatations ont été faites dans le Diomboss et le Bandiala où les prélèvements effectués le long des radiales P.B. 21 - P.B. 8 et P.B. 11, révèlent des sédiments moyens à grossiers et même très grossiers (tabl. 55). Les courbes cumulatives établies sont toujours sigmoïdes, bien redressées et révélatrices d'une accumulation sélective du matériel (fig. 74). Dans certains cas, les populations granulométriques comportent des mélanges qui suscitent une bimodalité de la courbe ; mais les sables homogènes caractéristiques d'une mise en place par une hydrodynamique active actuelle prédominent dans l'ensemble.

Le test de Visher appliqué aux sédiments indique que les populations de suspension sont insignifiantes alors que le transport par saltation (plus de 70%) prend le pas sur le transport par roulement qui concentre 20% environ du sédiment (fig. 74). Les aspects de forme et de surface ressortent bien par la morphoscopie qui met l'accent sur la prédominance des grains arrondis à coins arrondis ainsi que des picotés luisants et mats éoliens. Le façonnement marin est partout présent sur ces sédiments qui continuent d'être modelés par les courants alternatifs des fleuves (flot et jusant).

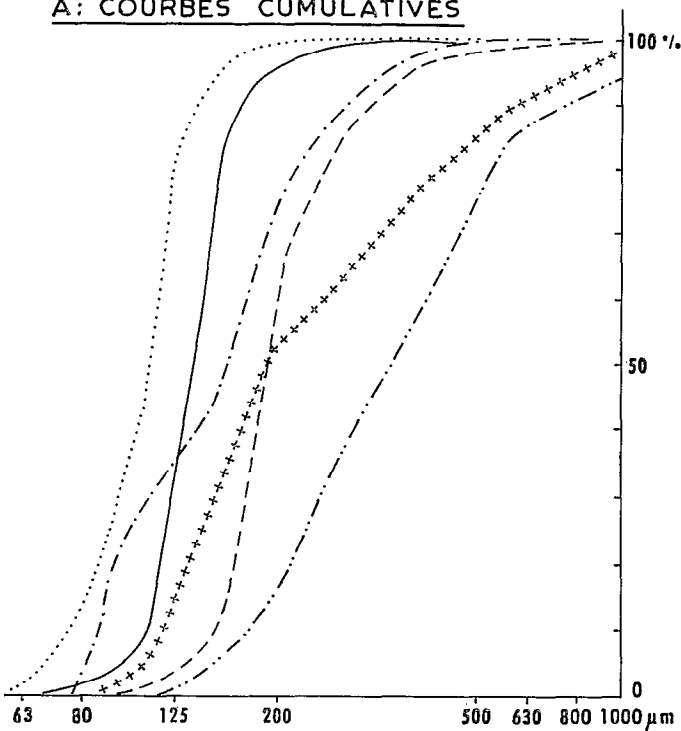
Les mêmes cas de figure ont été observés par M. Sall dans le chenal de la Casamance (1983) où le stock sableux des fonds de chenaux est plutôt disponible dans l'estuaire aval. Il y a noté une diminution de la taille du grain moyen. "Tout se passe, dit-il, comme si le stock sableux était transporté vers l'amont par un courant de compétence régulièrement décroissante, rendant ainsi effective l'élimination de la fraction la plus grossière"(1).

- Contrairement aux sables détritiques, les sables organogènes bioclastiques prélevés dans certains chenaux font ressortir des courbes cumulatives tendant vers le type logarithmique, caractéristiques des dépôts peu évolués. L'absence de triage est mise en évidence par l'étalement des courbes des histogrammes. Le matériel n'a pratiquement pas subi de sélection et comporte de nombreux débris coquilliers ainsi que des tests de mollusques divers.

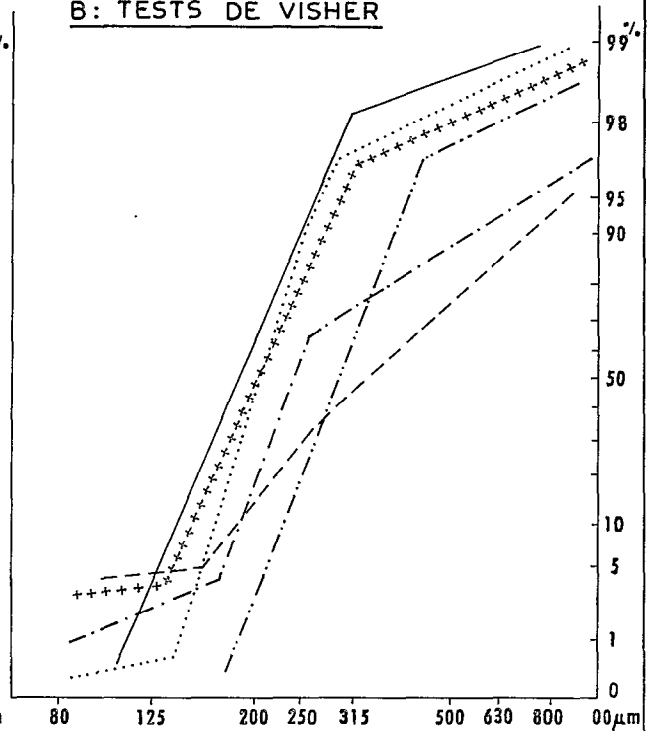
<sup>112</sup> - Entre autres espèces déterminées au laboratoire de biologie marine de l'IFAN : *Solen guinensis* H., *Arca gambiensis* Reeve, *Ostrea tulipa* Lam., *Cardita ajar* Ad., *Veneropsis corrugata* Gm., *Calyptrea chinensis* Gm., *Crepidula porcellana* Lam., *Macoma cumana* Dunker, *Leda biscuspidata* Gould, *Cardium papillosum* Poli, *Clavatulina sacerdos* Reeve, *Anadara senilis*.



**A: COURBES CUMULATIVES**

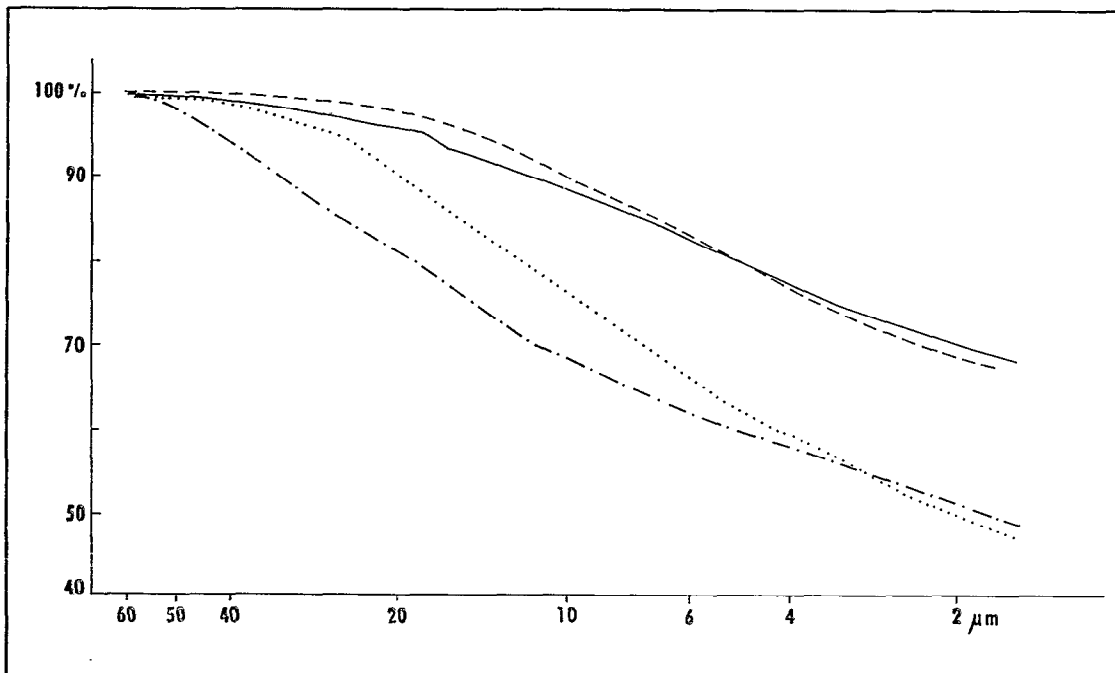


**B: TESTS DE VISHER**



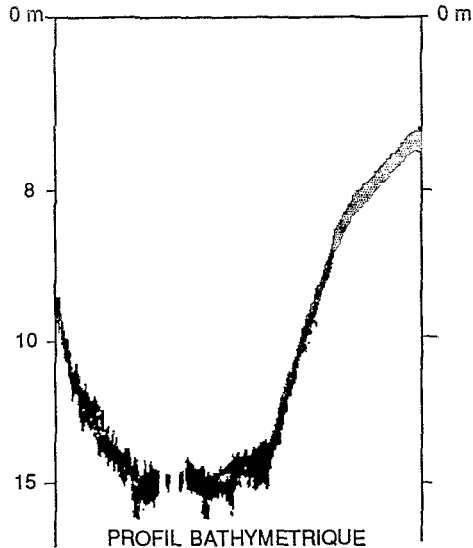
ECHANTILLONS	LOCALITES	
- Nd 2	Le Saloum à Ndangane	.....
- Dj 2	Le Saloum à Djirnda	————
- SSG 1	Le Saloum à Djifère	— · — · —
- SSG 3	Le Saloum à Djifère	-----
- Geb 54'	Rio Geba (Aval)	-----
- Gam 27'	La Gambie (Aval)	+++++

**FIG. 7 4 - COURBES GRANULOMETRIQUES DE SABLES DE CHENAUX DU SALOUM**

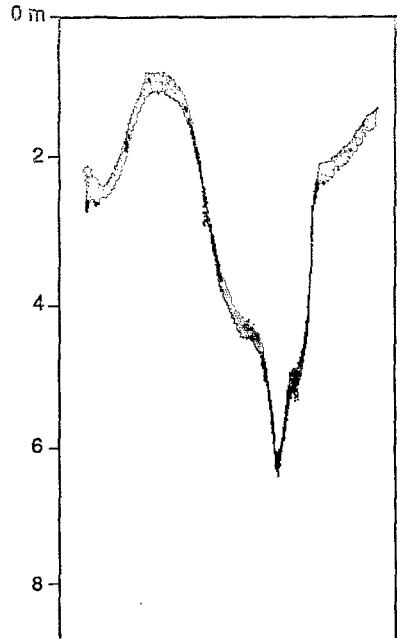


ECHANTILLONS	LOCALITES	
- S. F Ben 51 Amont	Benty (R. Guinée)	————
- S F Dub 50	Dubrèka (R. Guinée)	-----
- S. F Ben 40 Aval	Benty (R. Guinée)	— · — · —
- S. F Dub 12	Dubrèka (R. Guinée)	.....

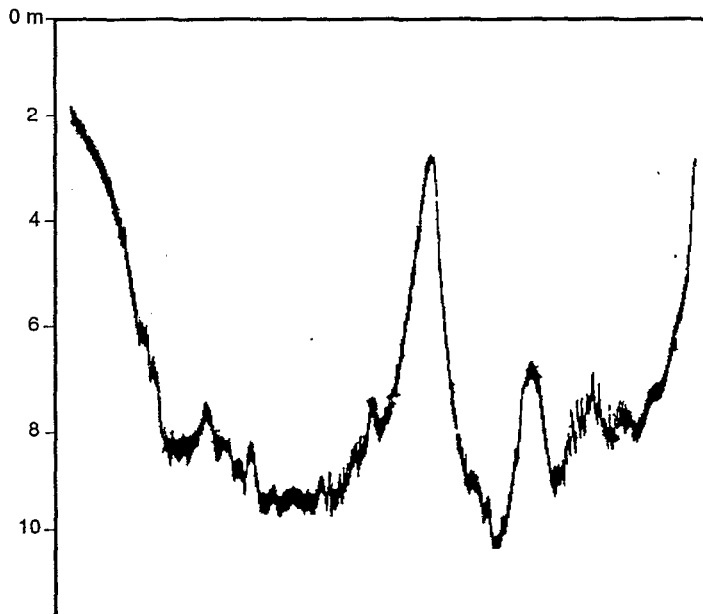
**FIG. 7 5 COURBES MICROGRANULOMETRIQUES DE VASES (Fleuves de la Guinée Bissao et de la République de Guinée)**



PROFIL BATHYMETRIQUE  
(Transect de Djifere)  
Fleuve du Saloum



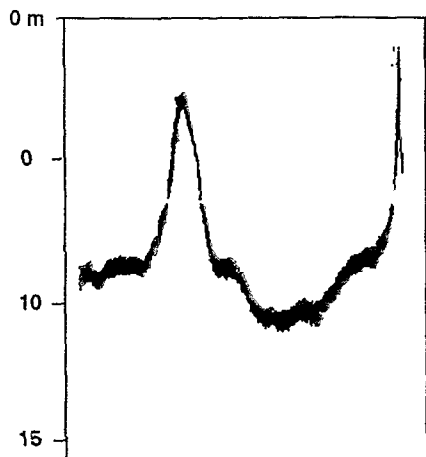
PROFIL BATHYMETRIQUE n° 2B  
Fleuve du Bandiala  
(P.B.2B)



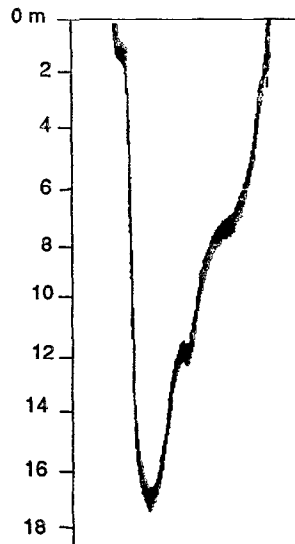
PROFIL BATHYMETRIQUE n° 7  
Fleuve Diomboss  
(P.B.7)

Fig. 76 - PROFILS BATHYMETRIQUES PAR ECHOSONDEUR  
Fleuves Saloum, Bandiala et Diomboss

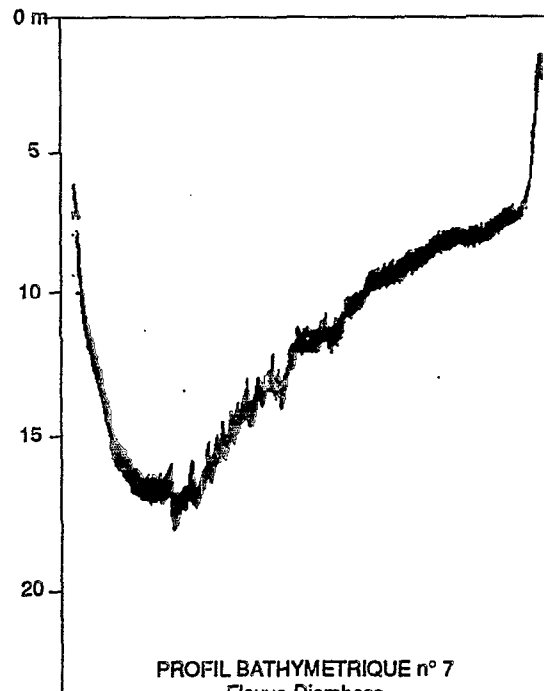




PROFIL BATHYMETRIQUE n° 21B  
Fleuve Bandiala  
B PB 21B



PROFIL BATHYMETRIQUE  
(Transect de Foundiougne)  
Fleuve du Saloum



PROFIL BATHYMETRIQUE n° 7  
Fleuve Diomboss  
(P.B.7)

Fig. 77 - PROFILS BATHYMETRIQUES ECHOSONDEUR  
Fleuves Saloum - Bandiala et Diomboss

**Tableau 54.- Résultats d'analyses de sédiments de fonds prélevés dans le Saloum (fig. 72).**

Profils bathymétriques	Stations	Cote en m	% Pérites < 50 µm	% Argiles < 2 µm	CaCo3	% M.O.	Médiane µm	S.O. de Trask
Transect de Djifère	1	-11	2.4	0	18.7	0	320	1.11
	2	-13	4.4	0	11.6	0	200	1.24
	3	-1.5	10.8	0	-	9.6	125	1.2
	4	0	21.4	< 5	-	33.2	65	1.29
Transect de Ndangane	5	- 12.5	2.6	0	< 5	0	285	1.61
	6	-5	13.5	0	< 5	0	115	1.25
	7	- 10.5	5.8	0	< 5	0	225	1.25
Transect de Djirnda	8	-8	6.8	0	-	-	150	1.15
	9	- 10.5	3.4	0	-	-	170	1.20
	10	- 13.5	24	18	-	-	150	-
Transect de Baout	11	- 9.5	6	0	-	-	130	1.25
	12	-7.5	21.1	< 5	-	-	-	-
Transect de Foundiougne	13	-7.5	6.3	0	-	0	210	1.47
	14	-17	9.1	0	-	0	255	1.32

Le caractère peu évolué de la structure granulométrique du matériel traduit la proximité des sources et l'apport continu des débris coquilliers, constituant fragile mais cependant toujours présent dans ce type sédimentaire. Les grains luisants à coins arrondis et arrondis dominent dans les aspects de forme et de surface. Les courbes log normales, pour le test de Visher, montrent la prédominance du transport par saltation (fig. 74). L'origine marine de ces sédiments, prélevés pour la plupart dans les zones aval, est indiscutable, même s'ils ont subi des brassages et une évolution dus à l'hydrodynamique fluviale. Dérive littorale, houles et courants constituent les facteurs de la mise en place de tels dépôts.

- Quant aux vases, prélevées le plus souvent en Casamance, en Guinée Bissau et en république de Guinée, la fraction supérieure à 50 µ est peu importante (moins de 10/15%) avec des teneurs en CaCo<sub>3</sub> très faibles. Les courbes microgranulométriques indiquent différents faciès hyperboliques tendant vers le type logarithmique à sublogarithmique, exceptionnellement parabolique. Les valeurs de ID (indice d'intensité dynamique) sont faiblement positives ou même négatives (fig. 75 et 79) ; ce qui reflète un milieu de dépôt calme, de faible énergie, avec des sédiments qui ont subi une décantation à la suite d'une diminution de la compétence des agents fluviaux. La plupart des grains de quartz très fins sont anguleux à subanguleux (plus de 90%). S'y ajoutent dans les tailles les plus importantes, des mats chimiques, des émoussés luisants et des mats éoliens. Ces caractéristiques attestent l'origine continentale de ces sédiments qui ont subi une reprise aquatique et de multiples phénomènes de remaniements.

## I.2. INTERPRÉTATIONS SUR L'ORIGINE DES SÉDIMENTS

Les sédiments de fond des estuaires ont trois origines :

- Les apports issus du continent ; il s'agit en particulier des sédiments d'érosion transportés par les cours d'eau débouchant dans les estuaires et les sédiments apportés par ravinement, ruissellement... Ce processus domine dans tous les fleuves de grande compétence, notamment au sud de la Gambie et dans les régions guinéennes. Il se traduit par une sédimentation fine très active jusque sur le rebord externe du plateau continental au large des estuaires concernés.

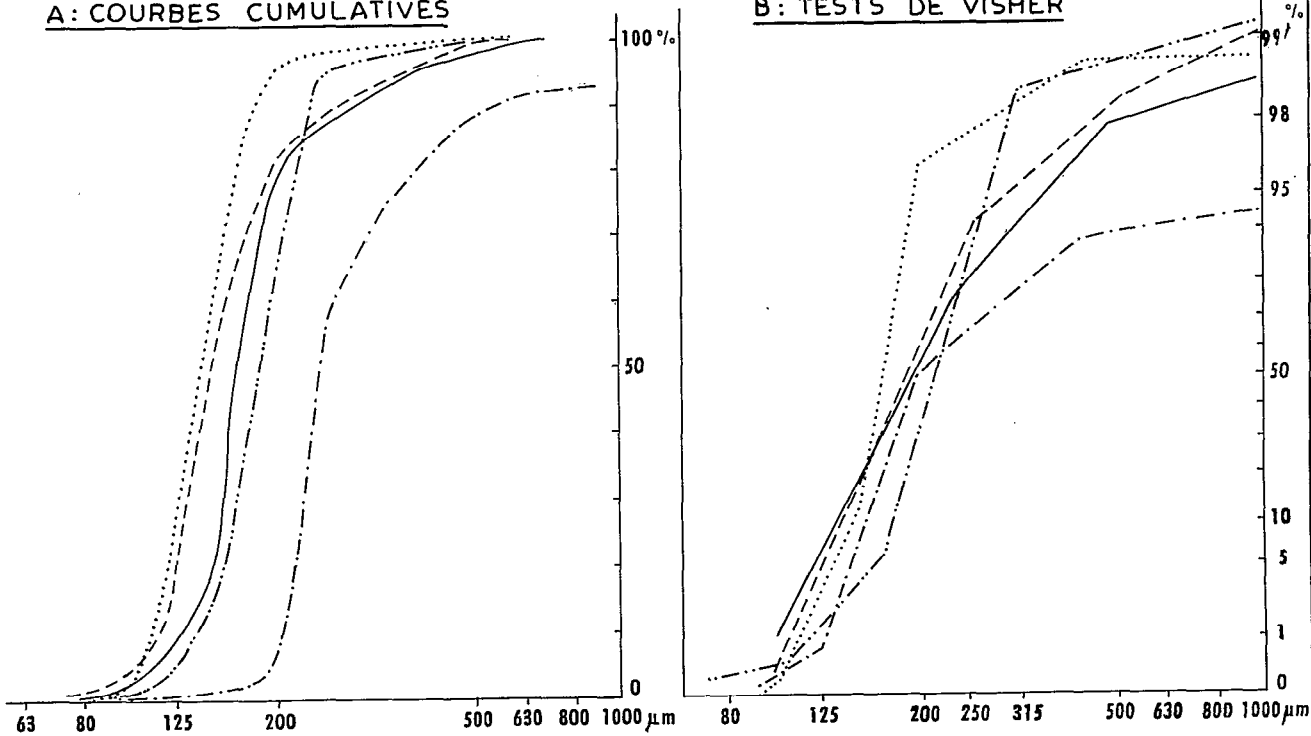
Tableau 55.- Caractères des sédiments de fonds prélevés dans le Diomboss et le Bandiala (fig. 72).

Profils bathymétriques dans le Bandiala	Stations	Type de sédiments prédominants	Pourcentage par rapport au sédiment total	Observations
P.B. 21B	a	Sables très fins : 125 µ	64%	Echantillon sablo-vaseux à sableux
		Sables fins : 250 µ	32%	
	b	Sables très grossiers : 2000 µ	33%	Echantillon sableux
		" moyens : 500 µ	33%	
P.B. 17B	c	Sables fins : 250 µ	66%	Echantillon sablo-vaseux à sableux
		" moyens : 500 µ	19%	
	a	Sables fins : 250 µ	79%	Echantillon sablo-vaseux
		" très fins : 125 µ	22%	
	b	Sables moyens : 500 µ	55%	Echantillon sablo-vaseux
		" fins : 250 µ	37%	
c	Sables moyens : 500 µ	56%	Echantillon sableux	
	" fins : 250 µ	30%		
P.B. 13B	a	Sables fins : 250 µ	63%	Echantillon sableux malgré la proximité des vasières
		" moyens : 500 µ	23%	
	b	Sables fins : 250 µ	61%	Echantillon sableux
" moyens : 500 µ		27%		
P.B. 9B	c	Sables très fins : 125 µ	51%	Echantillon sablo-vaseux
		" fins : 250 µ	34%	
	a	Sables fins : 250 µ	59%	Echantillon sablo-vaseux
		" très fins : 125 µ	29%	
	b	Sables fins : 250 µ	50%	Echantillon sablo-vaseux
		" moyens : 500 µ	48%	
c	Sables moyens : 500 µ	59%	Echantillon sableux	
	" très grossiers : 2000 µ	15%		
P.B. 5B	a	Sables moyens : 500 µ	61%	Ech. sableux - influence de la proximité du cordon sableux de SIPO
		" très grossiers : 2000 µ	15%	
	b	Sables moyens : 500 µ	67%	Echantillon sableux
" fins : 250 µ		26%		
P.B. 2B	c	Sables fins : 250 µ	50%	Echantillon sableux
		" moyens : 500 µ	41%	
	a	Sables fins : 250 µ	58%	Faciès sableux
" moyens : 500 µ		24%		
P.B. 2B	b	Sables moyens : 500 µ	66%	Faciès sableux
		" fins : 250 µ	19%	
	c	Sables fins : 250 µ	61%	Echantillon sablo-vaseux
" moyens : 500 µ		25%		
Profils bathymétriques dans le Diomboss	Stations	Types de sédiments prédominants	%	Observations
P.B. 1	a	Sables fins : 250 µ	52%	Echantillon sableux
		" moyens : 500 µ	24%	
	b	Sables fins : 250 µ	97%	Echantillon sableux
P.B. 4	c	Sables très fins : 125 µ	87%	Ech. vaso-sableux à proximité d'une vasière
		< 125 µ	11%	
	a	Sables fins : 250 µ	84%	Echantillon sablo-vaseux
		" très fins : 125 µ	11%	
	b	Sables fins : 250 µ	53%	Echantillon sableux
		" très grossiers : 2000 µ	35%	
c	Sables fins : 250 µ	60%	Ech. sablo-vaseux - influence de la proximité d'une vasière	
	" très fins : 125 µ	30%		
P.B. 8	a	Sables fins : 250 µ	68%	Echantillon sablo-vaseux
		" très fins : 125 µ	27%	
	b	Sables fins : 250 µ	79%	Echantillon sableux
" très grossiers : 2000 µ		15%		
P.B. 11	c	Sables fins : 250 µ	53%	Echantillon sablo-vaseux
		" très fins : 125 µ	15%	
	a	Sables très grossiers : 2000 µ	71%	Ech. sableux très coquillier
		" fins : 250 µ	15%	
	b	Sables fins : 250 µ	65%	Ech. sableux avec des coquilles
		" très grossiers : 2000 µ	30%	
c	Sables fins : 250 µ	74%	Faciès sableux avec des débris de coquilles	
	" très grossiers : 2000 µ	17%		

N.B. : Les résultats ont été obtenus par tamisage.

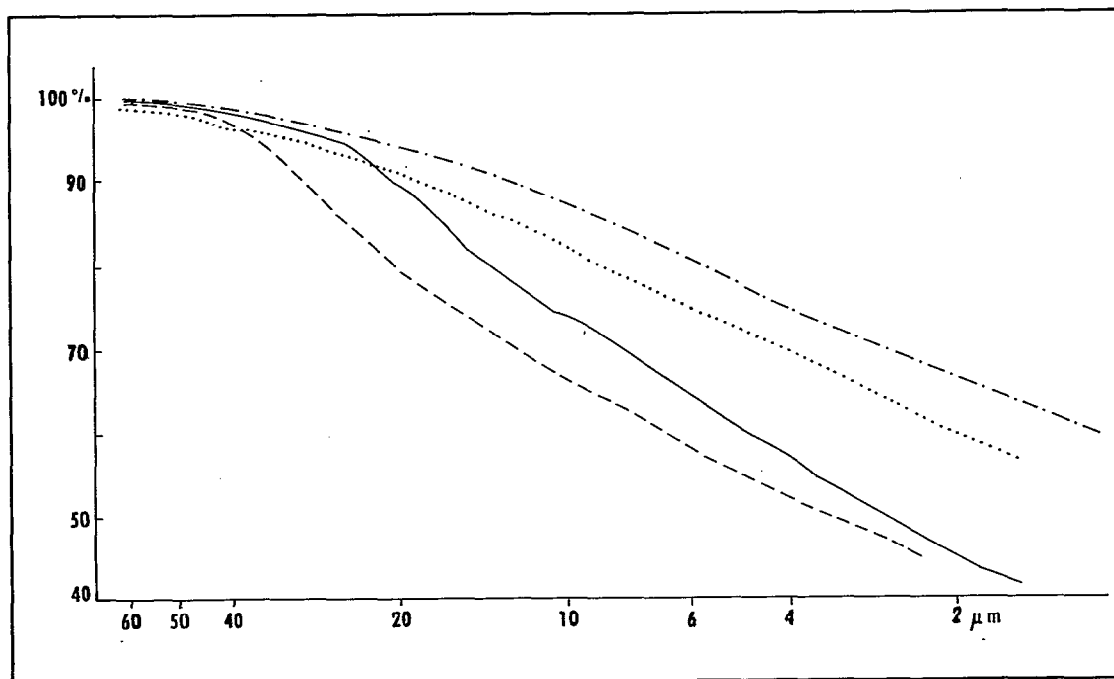
**A: COURBES CUMULATIVES**

**B: TESTS DE VISHER**



ECHANTILLONS	LOCALITES
- Nik 2	Nikino (Casamance)
- Car 3	Carabane (Casamance)
- 4 C 5	Chenal d'embouchure
- 4 C 3	
- St Geo	Amont St Georges

**FIG. 78 - COURBES GRANULOMETRIQUES DE SABLES DE CHENAUX DE LA CASAMANCE**  
d'après M. Sall, 1983



ECHANTILLONS	LOCALITES
- S. F Bam 25	Bambadinca (R. Geba G. Bissao)
- S. F Geb 16	Rio Geba (Aval Bissao G. Bissao)
- S. F Man 41	Rio Mansoa (à J. Landim)
- S. F Man 13	Rio Mansoa (Aval J. Landim)

**FIG. 79 - COURBES MICROGRANULOMETRIQUES DE VASES**  
(Fleuves de la Guinée Bissao et de la République de Guinée)

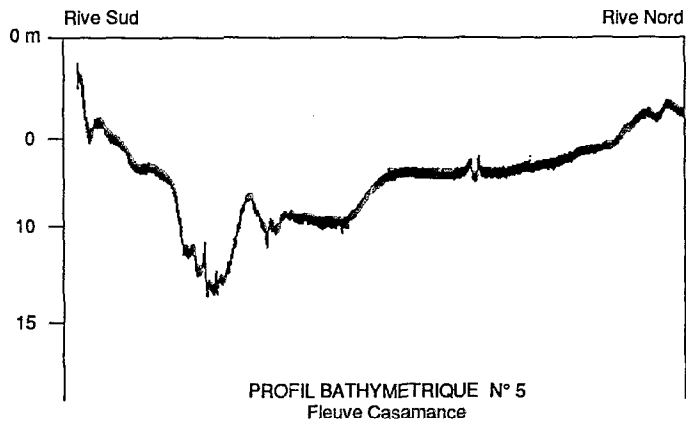
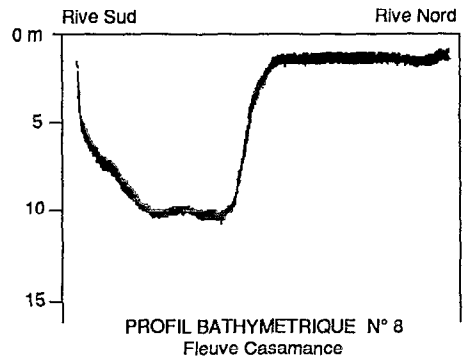
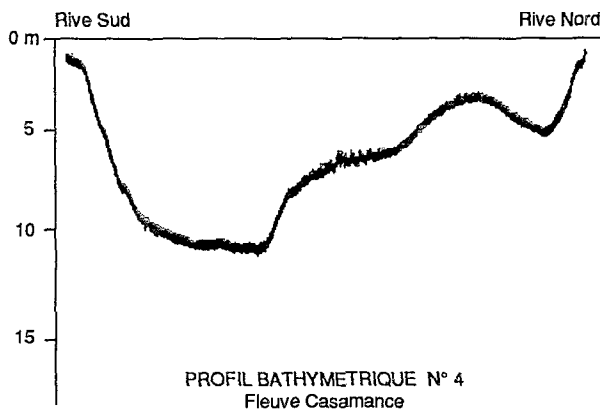


Fig. 80 - PROFILS BATHYMETRIQUES ECHOSONDEUR  
Fleuve Casamance

Tableau 56.- Caractères des sédiments de fonds prélevés dans la Casamance  
- d'après J.P. Debenay (1984) (fig. 73)

profils bathy- métriques	N° d'échan- tillons	Distance de l'embouchure en km	Salinité en ‰	Nature du sédiment	M.O.	Diatomées
3	3a	14	36	S.V.	A	A
	3b	"	37	V.	A	A
	3c	"	34	S.V.C.	A	C
	3d	"	"	S.V.	R	R
	3e	"	"	V.	T	T
4	4a	18	40	S.V.C.	C	I
	4b	"	41	S.V.	R	R
	4c	"	41	S.V.	A	A
5	5a	22	40	V.	A	A
	5b	"	"	S.V.C.	A	A
	5c	"	"	S.V.C.	R	R
	5d	"	"	V.	C	R
	5e	"	"	V.C.	C	T
7	7a	28	46	V.S.	C	T
	7c	"	44	V.	C	T
8'	8'a	35	45	V.S.	A	T
	8'b	"	44	V.	A	A
	8'c	"	"	V.	A	R
	8'd	"	"	S.V.	I	A
9	9c	38	44	V.	A	A
10	10a	42	42	S.V.	A	C
12'	12'a	55	46	S.V.	R	T
15	15a	72	46	V.	R	R
	15b	"	48	V.S.	C	C
	15c	"	"	V	R	T
17	17a	82	52	V	H	I
	17b	"	54	V	R	R
	17c	"	62	V	R	R
18	18a	88	54	V	C	R
	18b	"	"	V	-	-
	18d	"	"	V	A	A
	21a	108	63	V	C	T
21	21b	"	"	V	R	T
	21c	"	"	V	R	R
	21d	"	"	V	C	R
	23a	120	66	V	R	R
23	23b	"	"	V.S.	R	T
	23c	"	"	V	-	T
	24'a	133	68	V	I	I
24'	24'b	"	"	V	H	-
	24'c	"	"	V	T	T
	24'd	"	"	V	A	R
	24'e	"	"	V	R	R
	25a	138	77	V	A	C
25	25b	"	"	V.C.	R	T
	25c	"	"	V	C	R
	25d	"	"	V.S.	C	T
	26a	148	80	S.V.	A	R
26	26b	"	"	V	T	T
	26c	"	"	V	C	R
	27a	156	80	V	A	-
27	27b	"	"	V	R	R
	27c	"	"	V	I	-
	28a	164	80	V	A	T
28	28b	"	"	V	R	R
	28c	"	"	V.S.	A	A
	29a	168	81	V	A	T
29	29b	"	"	V	C	C
	29c	"	"	V	C	C
	30a	178	85	V	C	H
30	30b	"	"	S.V.	T	T
	30c	"	"	V.S.	R	T
	31a	183	90	V	C	-
31	31b	"	"	S.V.	-	-
	31c	"	"	V	T	-
	32a	191	98	V	H	R
32	32b	"	"	V.S.	T	T
	33	198	104	V.S.	A	T
34	202	105	V	A	T	
35	107	104	V.S.	A	-	
36	213	104	V.S.	A	-	
37	215	93	V.S.	A	-	
38	220	88	V	A	-	
38'	225	82	V	A	-	

N.B. : Nature du sédiment : V = vase - S = sable - C = coquilles.  
Matière organique, diatomées : T = traces - R = rares - C = communs - A = abondants.

L'apport éolien, même s'il ne constitue qu'une composante secondaire du stock sédimentaire, doit être inclus dans ce matériel d'origine continentale. Cela, d'autant plus que la fréquence actuelle des brumes sèches, liée à la désertification, a tendance à accroître la part des retombées de poussières dans la sédimentation directe des fleuves septentrionaux, en particulier (M. Sall, 1983, op. cit.).

- Les apports d'origine marine, avec la mobilisation du stock sableux des embouchures des principaux fleuves et estuaires par les phénomènes de transit sédimentaire liés aux courants de marées, aux houles et à la dérive littorale. Ce transit affecte l'ensemble des "Rivières du Sud", en aval, avec une mobilisation et une migration quasi-permanente des bancs sableux qui en sont issus pour la plupart (cas des embouchures du Diomboss, Saloum, Bandiala, de la Casamance, du Rio Geba...).
- Les sources internes sont constituées par les matériaux élaborés au sein même des estuaires lors du remaniement, par exemple, des séquences vasières/tannes ou de phénomènes tels que le sapement latéral des cordons sableux... Le cas typique est celui de l'estuaire du Saloum dont la nature sableuse des différentes unités morphologiques se reflète sur la composition des sédiments de fond de chenaux (fig. 74 et tabl. 54-55). Ainsi, l'un des bras de mer "du delta du Saloum", le Bandiala est constitué de fonds bathymétriques qui dépassent rarement 8 m. Son chenal est, en effet, encombré par des bancs sableux, des atterrissements de bordures, des "dunes subaquatiques"... autant de formations que l'on retrouve aussi dans le Diomboss. L'origine de ce matériel sableux, purement interne s'explique en grande partie par la présence de l'important cordon sableux de Sipo et de Hamdallahi qui borde le chenal et qui fait systématiquement l'objet de sapement latéral (E.S. Diop, 1978, op. cit.). S'y ajoutent les phénomènes de remaniement des vasières et des tannes ainsi que des formations de bordures qui contribuent à la mobilisation du stock sableux dans les chenaux.

En comparant, l'estuaire du Saloum avec celui de la Casamance pris comme exemple dans cette étude, on constate le caractère grossier de la sédimentation dans le delta du Saloum et la quasi-inexistence d'apports en provenance de l'amont. Le matériel y est d'origine marine ou constitué de produits remaniés au sein du complexe estuarien lui-même. Alors que la Casamance, jusqu'à ces dernières années, a toujours fonctionné avec une abondance d'apports fins en provenance de l'amont.

Dans l'ensemble, la composition des sédiments prélevés dans le Saloum souligne l'originalité de cette région en ce sens qu'elle se différencie nettement des domaines d'estuaires à mangroves en zone intertropicale et qu'elle traduit une hydrodynamique active actuelle sans apport de l'amont, l'origine des sédiments étant marine ou interne. La morphodynamique de la Casamance par contre, s'apparente beaucoup plus à celle des autres estuaires des "Rivières du Sud", guinéens notamment. Il est vrai, cependant, qu'elle a subi ces cinq dernières années une évolution très marquée liée à la sécheresse, une diminution énorme des apports en eau douce et surtout une hypersalinisation et une sédimentation de plus en plus grossière d'amont en aval.

En définitive, une étude fine des sédiments prélevés dans les fonds de chenaux peut parfaitement traduire l'évolution actuelle des zones d'estuaires et de mangroves de la région.

## II. UNITES GÉOMORPHOLOGIQUES ET NATURE COMPARATIVE DES DÉPÔTS

En dehors des *vasières* intimement liées aux tannes (nus ou herbus) et qui constituent les formes majeures de l'ensemble des "Rivières du Sud" (les mieux représentées sur les planches hors texte), les six autres unités géomorphologiques sont les suivantes : les *cordons sableux*, sous forme de générations successives pour la plupart, les *flèches sableuses récentes* et les *bancs sableux*, les *kjökkenmöddinger*, les formations éoliennes (*lunettes* ou "*pseudolunettes*") et les

séries de terrasses *plus ou moins anciennes* localisées en général près des bordures. Différents sondages, coupes et carottages ont été effectués sur l'ensemble de ces unités (fig. 81). Les études sédimentologiques des échantillons prélevés suivant des séquences portent aussi bien sur les fractions sableuses qu'argileuses lorsqu'elles sont suffisamment représentatives. Les résultats obtenus ont permis de comparer les types de sédiments des diverses unités et d'aboutir à un bilan sédimentaire d'ensemble du domaine.

En ce qui concerne l'étude de la fraction sableuse, des traitements statistiques ont été opérés à partir des paramètres texturaux de R.L. Folk et W.C. Ward<sup>113</sup> (1957, 1966) afin de mieux mettre en évidence le contraste existant entre les populations des grains issus de l'analyse granulométrique. L'ensemble de ces paramètres repose sur la notation phi ( $\phi$ ) déterminée à partir des graphiques obtenus<sup>114</sup>. L'exploitation de la masse de données obtenues n'a pu être réalisée que grâce à l'utilisation d'un micro-ordinateur de type Macintosh, équipé d'un microprocesseur MC 68000 - 32 Bits, disponible au laboratoire de climatologie du département de géographie. Un programme de traitement automatique des données sédimentologiques a pu ainsi être établi. De même, un programme de corrélation à partir des indices sédimentométriques obtenus a été réalisé afin de comparer le stock sableux mais aussi les différents faciès et types sédimentaires.

Concernant l'analyse de la fraction argileuse, deux des trois méthodes appliquées à l'ensemble des sédiments fins (inférieurs à 50  $\mu$ ) ont été retenues en définitive pour l'exploitation des données : la méthode de l'analyse automatique au sédi-graph 2000 et celle de la pipette Andreasen réalisées selon les techniques classiques (défloculation, destruction de la matière organique par oxydation, élimination des cations flocculants par attaque acide, alcalinisation...). Puisque cette dernière méthode permet de pénétrer assez loin dans le domaine des ultrafines (jusqu'à 0,1  $\mu$ m), elle complète judicieusement celle du sédi-graph qui s'est limitée sur l'ensemble des courbes à 0,6  $\mu$ m.

---

113 -  $Q_1 = \phi 25$ .

$M^d$  ou  $Q_2 = \phi 50$ .

$Q_3 = \phi 75$ .

$S_o$  de Trask =  $\sqrt{Q_3/Q_1}$  ;  $SK = \frac{(Q_1 \cdot Q_3)}{(Q_2)^2}$

SIG =  $P_{84} - P_{16}$  soit 68% de l'effectif du sédiment.

SIG' =  $0.5 (\phi 84 + \phi 16)$  ;  $SK_g = \frac{(\phi 16 + \phi 84) - 2 \phi 50}{(\phi 84 - \phi 16)}$

(Standard Déviation)

$SK_1 = \frac{(\phi 16 + \phi 84) - 2 \phi 50}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{(\phi 5 + \phi 95) - 2 \phi 50}{2(\phi 95 - \phi 5)}$

$QD = \frac{(\phi 75 - \phi 25)}{2}$  } F.H. -  $K_g$  - QD.  
 (Indice de classement) } (Facteur d'hydrodynamisme)

$K_g = \frac{\phi 95 - \phi 5}{2.44 (\phi 75 - \phi 25)}$  }

$SIG'' = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6.6}$

T.M. =  $\frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3}$   
 (Taille moyenne)

114 - Excepté les paramètres  $S_o$  de Trask et SK, exprimés en mm.



## II.1. ÉTUDE COMPARÉE DES SÉQUENCES VASIÈRES/TANNES

Les séquences étudiées du Saloum à la Guinée permettent de se rendre compte, suivant les latitudes des levés, de leur morphologie, de leurs caractères topographiques, de leur extension spatiale et de leur dynamique de mise en place. C'est la sédimentation actuelle à subactuelle qui semble être à l'origine de ces unités, la genèse des tannes étant intimement liée à celle de la mangrove (E.S. Diop, 1978, op. cit.). Sur le plan géomorphologique, les vasières à mangroves ourlent les chenaux de marée et correspondent à la partie topographiquement basse des slikkes, régulièrement recouverte par les eaux marines. Elles se développent plus précisément dans la zone de fluctuations des marées. En avant des *Rhizophora* s'observent, à basse mer, des vasières nues très étendues, notamment en Guinée. Elles constituent d'importantes zones d'accumulation qui mettent en évidence l'ampleur de la submersion dans ces domaines, mais surtout l'importance de la sédimentation et des phénomènes d'alluvionnement. Ce sont des "slikke de vase molle ou poto-poto" d'après A. Guilcher (1954, op. cit.).

A l'arrière de ces vasières et les jouxtant, s'étend le domaine des tannes, plats, dénudés, plus ou moins inclinés, qui peuvent être subdivisés en tannes nus, inondables ou à efflorescences salines et en tannes herbues. L'organisation de ces séquences en fonction des niveaux de marée comme l'indique M. Sall (1983, op. cit., tabl. 57), demeure parfaitement valable pour le domaine étudié, à cette exception que les tannes nus, d'une étendue considérable au nord, diminuent nettement vers le sud et font même défaut dans certaines séquences en Guinée laissant la place aux tannes herbues submergés par l'eau douce.

**Tableau 57.- Localisation des unités de vasières et de tannes en fonction des niveaux de marée (d'après M. Sall, 1983).**

Unités géomorphologiques	Niveaux de marée
Vasière basse	au-dessus des P.M. moyennes
Vasières à mangroves	entre PMVE - BMME
Tannes nus inondés	marée journalière
Tanne nu inondable ou à efflorescences salines	marées exceptionnelles
Tanne herbu	jamais de marée - Possibilité de submersion par l'eau douce

N.B. : L'ensemble de cette séquence est inscrite dans une tranche hypsométrique de l'ordre du mètre : mais les trois premières unités sont précisément localisées dans la zone intertidale où elles sont soumises à des variations de hauteurs et de fréquence des marées (entre les niveaux exceptionnels de PMVE et ceux de BMME).

Une analyse détaillée de ces deux grandes unités, vasières et tannes montre que si dans les "Rivières du Sud", les tannes étudiés sont tous localisés sur un substrat essentiellement sableux ou argileux, les mangroves par contre s'étendent sur des faciès sédimentaires plus variés : sable de plage, sables vaseux, vase, cuirasse, bancs coquilliers... Toutefois la formation la plus typique de la vasière à mangrove est constituée d'un mélange complexe d'éléments fins - pré-colloïdes - où la fraction sableuse est réduite. Cette vasière est souvent associée à des minéraux argileux, du fer et de la matière organique ; malgré la présence d'organismes calcaires ou siliceux, la teneur en CaCO<sub>3</sub> est généralement faible. Elle présente généralement une teinte bleutée, grise à noirâtre (N2/ à N3/ sur le Munsell Color Charts). Cette couleur est très particulière aux vases putrides dont l'abondance est liée à la présence de soufre et de matière

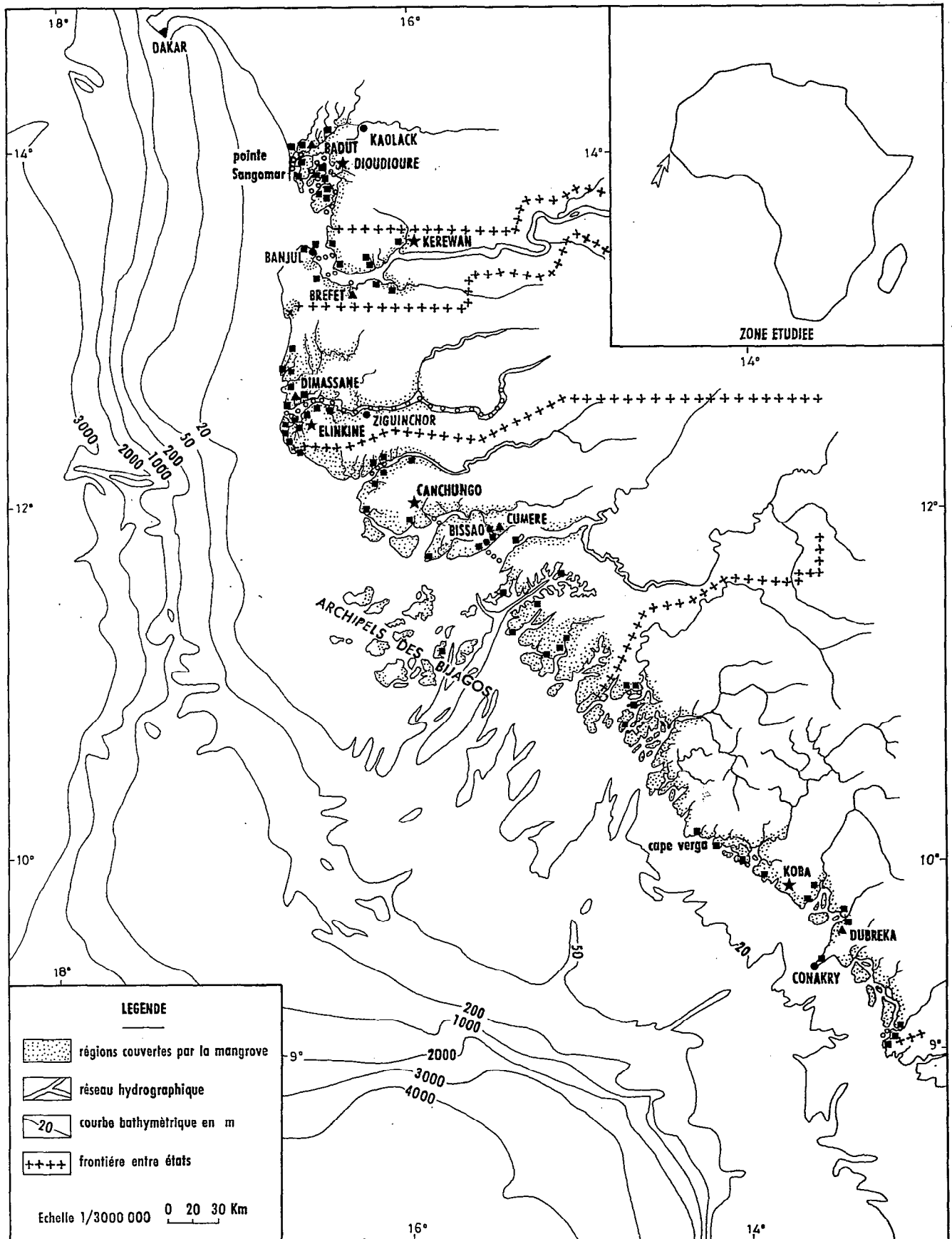


Fig. 81- CARTE DE LOCALISATION DES PROFILS ET SONDAGES DANS LES MILIEUX D'ESTUAIRES ETUDIES

- 1 - ★ Au niveau des Tannes
- 2 - ▲ Au niveau des Vasières à Mangrove
- 3 - ■ Autres profils et échantillonnages suivant des transects
- 4 - ○ Prélèvements de sédiments dans les chenaux de marée

organique. En fonction des caractères décrits ci-dessus, plusieurs types de mangroves ont été distingués selon la localisation géographique et la morphologie :

- Les mangroves septentrionales (Saloum, région aval de la Gambie, Casamance), qui sont développées sur un substrat vaseux plus ou moins sableux, dans une succession d'estuaires et d'îles très plates, mais rarement sur un substrat cuirassé comme à Toubacouta (Saloum), ou sur des plages sableuses comme c'est le cas sur la Pointe de Sangomar.
- Les mangroves du sud, le long des littoraux des deux Guinées dont les substrats sont autrement plus diversifiés. Souvent, elles évoluent sur des vases fines très épaisses dans les séries d'estuaires et de plaines basses très étendues de cette région L.R. Lafond (1967). Mais il arrive qu'on retrouve ces mangroves,
  - . soit sur des substrats constitués de cuirasse ferrugineuse affleurante à subaffleurante avec une végétation éparsée et rabougrie (*Avicennia nitida* le plus souvent) occupant un sol vaseux mince.
  - . soit sur certaines plages sableuses tel qu'à Douprou (république de Guinée) ou au sud de Varéla (Guinée Bissau).
  - . soit le long de certains bôlons encaissés, sur un substrat vaso-sableux ou au niveau de dépôts résiduels de vase dure (*Avicennia nitida* est le plus concerné) - L.R. Lafond (1967,op. cit.).

En tout état de cause, c'est la vase fine, étendue, qui demeure le domaine de prédilection de la mangrove ; tous les autres substrats (sables de plage, mais plus particulièrement les affleurements de cuirasse ferrugineuse) sont des reliques - L.R. Lafond (1967,op. cit.).

La zonation des séquences ainsi que la colonisation végétale des différentes unités qui les composent est relativement simple dans les estuaires sénégalais (voir transects dans la 5<sup>e</sup> partie) :

- le long des bôlons : des vasières constituées de *Rhizophora (racemosa, harissonii...)*, de taille moyenne (de 5 et 12 m selon F. Blasco, 1983).
- en arrière de ce rideau, des vasières composées essentiellement de *Rhizophora mangle* (de 1 à 3 m de hauteur en moyenne).
- une vasière plus ou moins sableuse dominée par *Avicennia nitida* d'une hauteur comprise entre 1 à 3 m.
- un tanne nu inondable à efflorescences salines, plus ou moins étendu.
- un tanne herbu parfois légèrement plus élevé, avec des Cypéracées, des Graminées... et sur les bordures, *Sesuvium portulacastrum*, *Philoxerus vermicularis*, *Paspalum vaginatum*...
- une végétation de cordon sableux, nettement surélevé par rapport à la séquence vasière/tanne avec *Elaeis guineensis*, *Adansonia digitata*, *Acacia ataxacantha*, *Phoenix reclinata*...

Cette zonation est celle observée un peu partout sur cette côte, par la plupart des auteurs (C. Marius, 1977, 1984 ; E.S. Diop, 1978 ; F. Blasco, 1983,op. cit.), exception faite des secteurs où l'intervention de l'homme a été marquante<sup>115</sup>. Sa caractéristique essentielle est l'extension des tannes nus.

Dans le sud, comme cela a déjà été souligné, la différence majeure réside dans le fait que le tanne nu est au contraire très réduit et qu'il disparaît souvent pour laisser la place au tanne herbu ; c'est le cas notamment en république de Guinée, au sud de la Somba. L'organisation des séquences, compte non tenu des aménagements introduits par les populations locales, se présente comme suit, du bôlon (ou de la mer) à la terre ferme (voir transects 5<sup>e</sup> partie) :

- une zone externe constituée par les vasières nues. C'est un domaine d'accumulation avec alluvionnement qui est très étendu à marée basse lorsque le fleuve est important<sup>116</sup>.
- une zone à *Rhizophora racemosa* dominant sur sol vaseux gris.

---

<sup>115</sup> - Des modifications de certaines séquences sont alors nettement perceptibles.

<sup>116</sup> - Cette zone d'accumulation constitue une autre différence importante avec ce que l'on voit au nord.

- une zone vaseuse à vaso-sableuse constituée par l'association de *Rhizophora racemosa* et d'*Avicennia nitida*<sup>117</sup>, qui succède au peuplement pur de *Rhizophora racemosa* et mangle avec parfois *Drepanocarpus lunatus* et *Laguncularia racemosa*.
- une zone de sols argilo-limoneux, fréquemment submergée par les eaux de pluie, aménagée en rizières avec des *Elaeis guineensis*, *Raphia gracilis*, *Phoenix reclinata* et sur ses bordures, une association à *Conocarpus erectus*, accompagnée de *Laguncularia racemosa* (formation de transition entre la mangrove et la terre ferme).
- une zone constituée par une association à *Cyperus maritimus* et à *Sesuvium portulacastrum* avec le plus souvent une pelouse de *Sporobolus virginicum* et *Phloxeris vermicularis* formant un tapis continu.
- et enfin le cordon sableux plus ou moins éolisé avec *Elaeis guineensis*, *Cocos nucifera*, *Ceiba pentandra*, *Imperata cylindrica*, *Sporobolus spicatus*, ou le bas plateau ferrallitique plus élevé topographiquement.

Si la succession des unités se fait souvent en bandes concentriques, du point de vue topographique, nous n'avons pas toujours une distribution étagée des formations géomorphologiques de la zone externe (bâlon) vers la terre ferme. Des différences de topographie apparaissent notamment au niveau des tannes. En effet, le cas le plus fréquent est celui du tanne vif, légèrement déprimé par rapport au tanne herbu, et qui est régulièrement submergé aux pleines mers. Il arrive cependant que l'inverse se produise, c'est-à-dire un surhaussement du tanne nu par rapport au tanne herbu consécutif :

- dans certaines séquences des Iles du Saloum<sup>118</sup>, à des accumulations diffuses de sables fins et de limons, dues à la déflation éolienne.
- ou à la compaction différentielle des sédiments argileux, plus ou moins engorgés dans certaines régions<sup>119</sup>, comme c'est le cas en Casamance. Dans certains schorres herbacés des deux Guinées, ce phénomène serait lié à la fréquence de la submersion par l'eau douce.

## II.2. ANALYSE DES CARACTÈRES SÉDIMENTOLOGIQUES

Il s'agit essentiellement d'étudier le substrat superficiel et de reconnaître les formations de subsurface des unités géomorphologiques principales, cartographiées par photographies aériennes et imagerie-satellitaire (planches H.T.). Le nombre substantiel d'échantillons prélevés le long de séquences représentatives a permis une définition et une comparaison de plusieurs types sédimentaires.

### II.2.1. Etude du matériel des vasières

Elle porte aussi bien sur le matériel argileux que sur les sables. Les résultats des analyses granulométriques montrent une nette coupure entre deux grands types de faciès qui apparaissent sur les courbes (fig. 82-83-89) :

- . Un faciès argileux, très fin dans les vasières guinéennes, particulièrement dans les bas estuaires.
- . Un faciès plus grossier, sableux à sablo-argileux dans les vasières du Saloum, de la Gambie, de la Casamance, constitué parfois par plus de 80% de sables très fins, principalement dans les domaines aval.

Ces résultats confirment nos observations sur l'affinement du sédiment du nord au sud. Cependant, l'existence d'un gradient décroissant du diamètre des sédiments se manifeste de l'aval vers l'amont, dans les estuaires du nord. M. Sall (1983, op. cit.) parle d'enrichissement en éléments fins dans la partie interne de l'estuaire de la Casamance. Dans la partie orientale des Iles du Saloum l'apparition de sédiments fins, de caractère fluvio-lagunaire a déjà été notée par

<sup>117</sup> - Espèce qui prédomine si le sol vaseux est mince et recouvre une cuirasse subaffleurante - L.R. Lafond (1967, op. cit.).

<sup>118</sup> - M. Sall (1983, op. cit.).

<sup>119</sup> - Y. Kalck (1978, op. cit.).

E.S. Diop (1976, 1978, op. cit.). De même, en Gambie, l'opposition entre les sédiments argileux, très fins de Kerewan, Brefet... et ceux plus grossiers des marges maritimes (mangroves de Bara, de Bereding, de Kuntair) est très nette (fig. 85-86). Alors que dans les estuaires méridionaux, ce gradient n'existe pas. Le faciès argileux, très fin, a été mis en évidence dans l'ensemble du domaine.

### II.2.1.1. Les résultats de la microgranulométrie et leurs interprétations

Les deux méthodes d'analyses retenues<sup>120</sup> permettent de faire ressortir pour l'ensemble des échantillons étudiés, différentes courbes :

- + unimodales pour la plupart, avec des faciès hyperboliques, logarithmiques et paraboliques (fig. 82-83 et 89).
- + mais aussi plurimodales, avec des courbes intermédiaires (type : hyperbolique - parabolique - logarithmique), dénotant l'origine complexe de ce matériel détritique comme le montre plus particulièrement la figure 83.

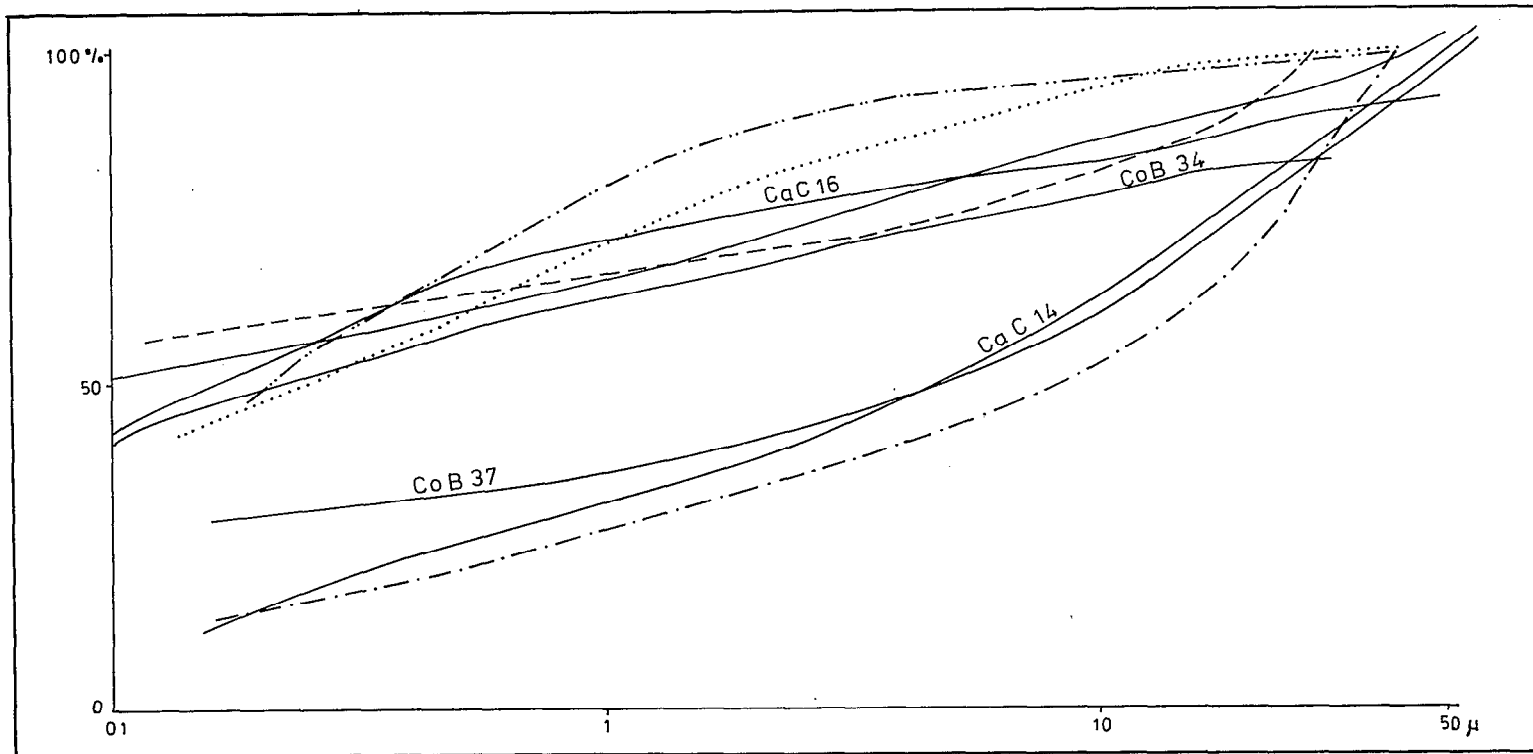
L'analyse des paramètres granulométriques, en particulier l'indice d'intensité dynamique (ID) (tabl. 58 ; fig. 82 et 89), de même que la distribution granulométrique des sédiments, montrent une grande diversité quant à la mise en place des dépôts en milieux de mangroves. En général, ID peut être fortement positif ou négatif excepté pour les échantillons prélevés dans les estuaires les plus septentrionaux comme c'est le cas dans le Saloum (fig. 89). Les courbes sont souvent hyperboliques ou paraboliques, caractéristiques des faciès de faible transport ou d'un excès de charge. Les dépôts sélectifs en milieu calme ou faiblement agité prédominent en dernier ressort (fig. 82 et 83). Ils concernent les sédiments de Guinée mais aussi ceux des estuaires internes de la Gambie et de la Casamance où la sédimentation est fine et où les meilleures conditions de décantation sont réalisées : exemple des échantillons de Joao Landim, de Dubreka, de Cuméré, de Benty, de Dimassane (fig. 82 et 83). Du reste, les valeurs de la médiane, rarement supérieures à 5  $\mu$  pour ces échantillons (tabl. 58), mettent bien l'accent sur la sédimentation très fine réalisée dans ces milieux et contrastent avec les sédiments du Saloum, de la Gambie ou de la Casamance, dans leurs marges maritimes. Pour ces derniers échantillons, la médiane est toujours supérieure à 20 voire 50  $\mu$ .

Tableau 58.- Paramètres granulométriques d'échantillons de vasières à mangrove.

Echantillons	Localités	Paramètres granulométriques				
		f	L	H	ID	Md
JOA 32	J. Landim (G. Bissau)	6	95	32	17.8+	< 2 $\mu$
CUM 15	Cumère (G. Bissau)	4	87	31	11.2+	< 2 $\mu$
CUM 25	" "	15	123	42.5	43.4+	< 2 $\mu$
BRE 54	Brefet (Gambie)	6	93	26	21.5+	< 2 $\mu$
Bar 5	Bara (Gambie)	9	126	21	54+	> 100 $\mu$
BIT 45	Bitang (Gambie)	5	100	18.5	29.2+	2.5 $\mu$
SAM 5	Samatit (Cas.)	2	106	23	4.6-	< 2 $\mu$
BEN 44	Benty (R. Guinée)	4	101	59	6.8+	< 2 $\mu$
Dub 48	Dubreka (R. Guinée)	8	133	68	15.6+	1.2 $\mu$
Dub 53	" "	6	133	78	10.2+	2.8 $\mu$

N.B. : Les signes + ou - indiquent que l'indice d'intensité dynamique (ID) peut prendre soit des valeurs fortement positives (agitation forte), soit des valeurs faiblement positives ou négatives (milieu calme).

<sup>120</sup> - Par la pipette Andreasen et par le Sédigraph.



Echantillons	Profondeur	Localités	Paramètres granulométriques					en %		
			f	L	H	I <sub>D</sub>	M <sub>d</sub>	H <sub>2</sub> O	Ca Co3	M.org.
Dub 61 **	- 2,61 m	Dubréka (R. Guinée)	1	205	30	7+	< 0,1 μm	103 %	1,2	4,8
San 26 **	- 0,40 m	San Vicente (G. Bissao)	9	175	41	38,4+	< 0,1 μm	112 %	0,7	7,6
Bis 1 **	en surface	Bissao (G. Bissao)	4	172	63	10,9+	0,9 μm	66,4 %	2,3	6,8
Dub 60 **	- 3,00 m	Dubréka (R. Guinée)	10	172	52	33,1-	0,125 μm	112 %	3,0	4 %
Dim 23 **	- 1,80 m	Dimassane (Cas.)	16	172	51	53,9-	0,121 μm	63,7	1,6	3,0
Ca C 16 *	<u>Ca C 16</u> - 1,20 m	Cacheu (G. Bissao)	8	138	38	29,05-	0,16 μm	59,4	0,8	2,0
Ca C 14 *	<u>Ca C 14</u> - 20 cm	Cacheu (G. Bissao)	19	189	87	41,3+	5 μm	40,2	3,7	1,5
Co B 34 *	<u>Co B 34</u> - 20 cm	Cobumba (G. Bissao)	4	171	42	16,3-	0,19 μm	78 %	1,4	2,3
Co B 37 *	<u>Co B 37</u> - 160 cm	Cobumba (G. Bissao)	20	191	75	50,9+	5 μm	35,6	0,4	2,5

FIG. 82 - COURBES MICROGRANULOMETRIQUES DE SEDIMENTS DE VASIERES \*\* ET DE TANNES \* (METHODE ANDREASEN)

### *II.2.1.2. les résultats de la granulométrie des sables*

Les faciès sableux des sédiments de mangroves n'ont pu être étudiés que sur les échantillons où la fraction grossière (arénites) était supérieure à 25% : c'est le cas des échantillons de Jeswang, Brefet, Bitang, Elinkine, Cacheu... (fig. 85). En revanche, pour les sédiments prélevés au sud du Geba, ce taux est presque toujours inférieur à 10%.

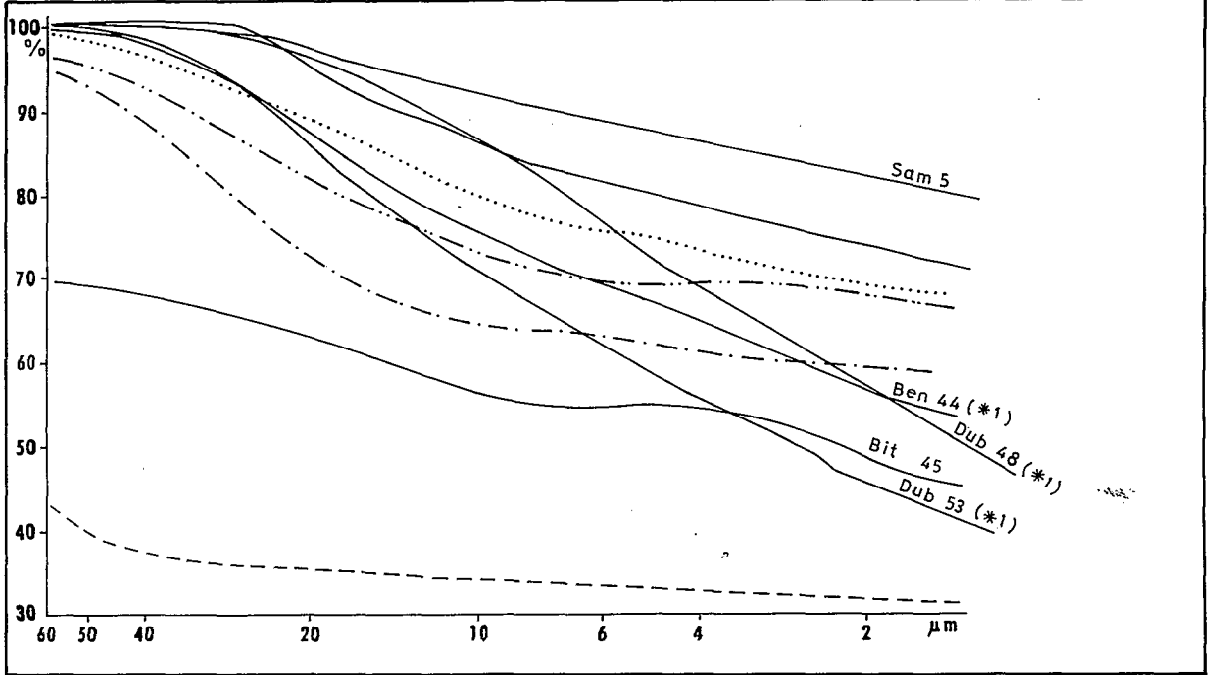
Dans l'ensemble, les échantillons qui ont été étudiés comportent des modes compris entre 2,32 et 3,32  $\phi$ , c'est-à-dire entre 200 et 100  $\mu\text{m}$ . Les valeurs élevées en notation  $\phi$  de leurs quartiles ( $Q_1$ ,  $M^d$ ,  $Q_3$ ) mettent en évidence la prédominance des sables fins et très fins, inférieurs à 200  $\mu$  (fig. 85). Les courbes cumulatives des sables indiquent dans l'ensemble un bon triage ; elles sont sigmoïdes pour la plupart, parfois hyperboliques avec des pentes accusées que montrent bien les courbes Log normales (fig. 85). Les valeurs du "Sorting Index of Trask" sont toujours très faibles - inférieures à 0,91 (tabl. 59) et  $K_g$  (coeff. d'angulosité) tend vers +1. Par ailleurs  $SK_1$  est toujours positif, ce qui confirme l'excès de sédiments fins dans l'ensemble des échantillons excepté BRE (Gambie), qui en surface, présente un coefficient d'asymétrie négatif (sédiments grossiers). Cependant les sédiments sont, en général, homogènes, avec des courbes unimodales -  $SK$  étant positif - Les valeurs positives de F.H. (facteur d'hydrodynamisme) indiquent que le matériel a été facilement déplacé. L'analyse des données reportées sur le tableau 59 montre que les valeurs de T.M. (grain moyen) diminuent des marges maritimes (DIOG 3) vers les régions internes des estuaires (DIM 17).

De leur côté, les courbes Log normales indiquent que les populations de grains jusqu'à 125  $\mu\text{m}$  (5 à 10%) subissent une phase de suspension, alors que la majorité des grains (plus de 85%) fait l'objet de saltation : de 125 à 300  $\mu\text{m}$ . La population de grains ayant subi un roulement est faiblement représentée (moins de 30%) - (fig. 85). Quant aux observations morphoscopiques, elles mettent bien en évidence l'importance du façonnement par l'eau ; c'est le cas de l'échantillon BIT 45 (fig. 95) qui fait ressortir une prépondérance des grains subarrondis, à coins arrondis et des grains arrondis luisants dont les proportions augmentent de la fraction grossière (315  $\mu\text{m}$ ) à la fraction fine (125  $\mu\text{m}$ ). Dans les tamis supérieurs, les grains arrondis luisants et mats chimiques dominent nettement alors que des grains noirs correspondant à de l'ilménite ainsi que quelques grains de quartz corrodés et des fragments de coquilles apparaissent parfois dans les comptages réalisés au cours des observations. Le façonnement par l'eau (façonnement marin et fluvial) est donc bien mis en évidence.

Quelques grains de quartz extraits d'échantillons de vasières ont fait l'objet d'une étude plus détaillée au M.E.B. Les caractéristiques qui en résultent font toutes état d'une bonne usure par l'eau ou d'une reprise aquatique postérieure des sédiments provenant, soit du continent (sur les marges), soit du milieu marin, en aval des fleuves (photo 2). Cependant, le terme ultime de l'évolution traduit le plus souvent un milieu de faible énergie avec une phase d'immobilisation (photo 1) : les dépôts siliceux à la surface des grains en témoignent, avec parfois une circulation de solutions dissolvantes.

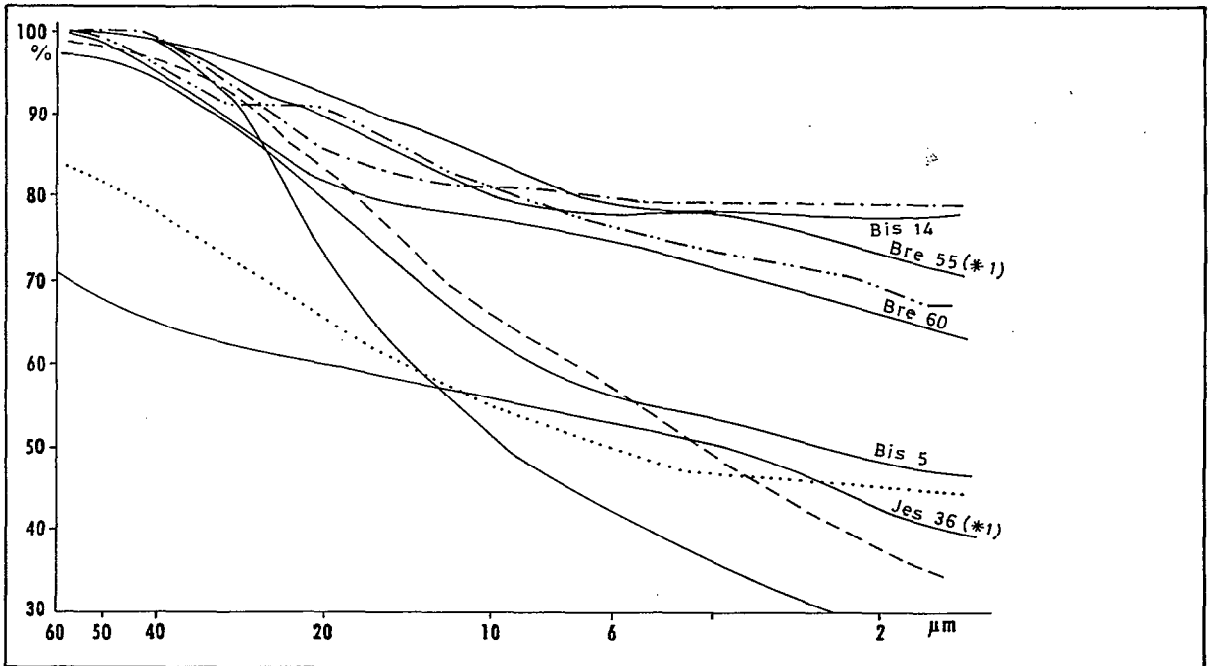
### *II.2.1.3. Etude minéralogique des argiles de vasières*

Toutes les analyses aux Rayons X de la fraction inférieure à 2  $\mu$  des échantillons des profils révèlent l'existence, dans des proportions variables, de différents types de minéraux argileux. Les coupes effectuées dans les vasières, du Saloum à la Guinée, montrent que la proportion de la Kaolinite est toujours largement dominante, aussi bien en surface qu'en profondeur. Dans les estuaires du Saloum, de la Gambie et de la Casamance, elle est toujours en association avec l'illite et les smectites ; le tableau 60 en fournit un exemple caractéristique, avec des échantillons du Saloum et de la Gambie. Vers le sud, en revanche, l'illite diminue et finit par disparaître pour laisser place à une faible proportion de smectites et à des interstratifiés -type [(10-14 sm) -



ECHANTILLONS	PROFONDEUR	LOCALITES	
Joa 32	- 200 cm	J. Landim	—
Cum 15	- 30 cm	Cuméré	.....
Cum 25	- 450 cm	Cuméré	-----
Bre 54	- 200 cm	Brefet	-----
Bar 5	en surface	Bara	-----
Bit 45	- 60 cm	Bitang	<u>Bit 45</u>
Sam 5	- 10 cm	Samatit	<u>Sam 5</u>

FIG.83- COURBES MICROGRANULOMETRIQUES  
DE SEDIMENTS DE VASIERES  
A MANGROVES



ECHANTILLONS	PROFONDEUR	LOCALITES	
Kob 12	en surface	Koba	-----
Kob 15	- 120 cm	Koba	-----
Cos 49	- 250 cm	Canchungo	.....
Cos 51	- 310 cm	Canchungo	.....
Cos 52	- 350 cm	Canchungo	-----
Bis 5	- 50 cm	Bissao	<u>Bis 5</u>
Bis 14	- 450 cm	Bissao	<u>Bis 14</u>
Bre 60	- 100 cm	Brefet	<u>Bre 60</u>

FIG. 84- COURBES MICROGRANULOMETRIQUES  
DE SEDIMENTS DE TANNES

(\*1) Les coordonnées et les caractéristiques de ces échantillons  
ont été reportées en annexes



**Tableau 59.- Paramètres granulométriques de sédiments de vasières et de tannes.**

*A - Sédiments de vasières*

Echantillons	SO	Sk	SiG	Sk <sub>g</sub>	K <sub>g</sub>	Sk <sub>1</sub>	FH	SiG <sup>m</sup>	T.M
Diog 3	0.86	0.95	-1.10	0.18	0.85	0.25	1.25	-0.52	2.69
Eli 8	0.83	0.90	-1.19	0.09	0.85	0.07	0.85	-0.55	2.28
DIM 17	0.84	0.86	-0.94	0.08	0.74	0.01	1.07	0.42	1.97
Cac 39	0.85	0.98	-1.48	0.03	1.10	0.04	1.54	-0.73	2.75
Cac 42	0.83	1.03	-2.44	0.28	1.49	0.36	2.04	-1.22	2.65
JES 39	0.89	0.97	-0.95	0.09	1.09	0.19	1.44	-0.51	2.97
BRE 49	0.91	1.04	-0.71	0.07	0.81	-0.19	1.11	-0.36	3.15
BIT 45	0.85	0.95	-1.15	0.25	1.12	0.20	1.51	-0.71	2.40

*B - Sédiments de tannes*

Eli 4	0.87	1	-0.68	0.09	1	0.17	1.34	-0.42	2.46
Cos 43	0.92	0.91	-0.84	0.36	1.21	0.28	1.46	-0.43	3.11
JES 36	0.89	1	-0.84	-0.19	1.10	-0.01	1.42	-0.47	2.87
KUN 6	0.86	1.13	-1.54	0.12	1.46	0.10	1.86	-0.81	2.47
KUN 9	0.94	0.92	-0.79	0.11	2.59	0.15	1.76	-0.52	2.73
BIT 43	0.79	0.83	-0.97	0.24	0.62	0.10	1.08	-0.45	2.08

Sm] $[(10C-14 Sm) - Sm]$  et  $[(10-14 m) IR-14 M]^{121}$ - qui augmentent notablement (tabl. 60/63 et fig. 87).

L'étude des poudres totales indique de son côté une grande monotonie des échantillons. Les mangroves du Saloum ont servi d'exemples. Le matériel analysé révèle l'abondance d'un seul minéral le quartz (tabl. 63) avec des traces d'aragonite (un seul échantillon P.DIO 69) et de pyrite qui accompagnent généralement la matière organique (bombement caractéristique des diagrammes). Aussi, l'apparition des interstratifiés avec la présence de la montmorillonite au sens large, traduit-elle une influence du milieu continental, alors que les termes marins ou estuariens typiques sont caractérisés par la prédominance de la smectite (voir diagrammes fig. 88).

## II.2.2. Etude du matériel des tannes

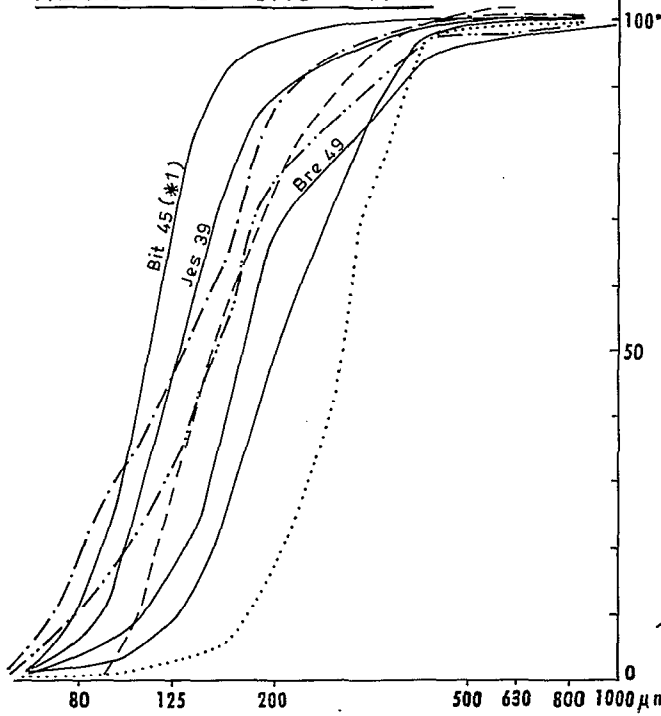
Même si le pourcentage des argiles augmente, dans l'ensemble, en fonction de la profondeur, une nette différence est apparue entre les sondages et profils effectués dans le nord et ceux effectués dans le sud (fig. 87 et 90). Le faciès sableux des tannes du Saloum et des domaines aval de la Casamance (Elinkine) contraste avec la texture nettement plus fine et plus argileuse des tannes de la Gambie moyenne (Kerewan) et des régions guinéennes (Koba et Canchungo).

### II.2.2.1. La granulométrie des argiles

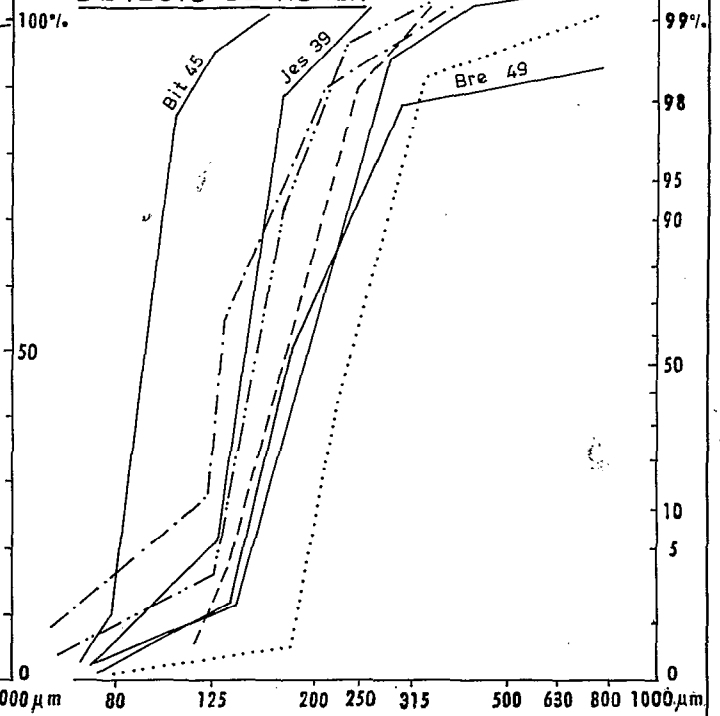
Les résultats d'analyses obtenus par le "Sédigraph" et la "pipette Andreasen" font ressortir plusieurs types de courbes (fig. 82-84 et 89). Sur la figure 82, la plupart des courbes portant sur des échantillons des régions guinéennes ont des formes, soit de type intermédiaire : hyperbolique-parabolique ; soit de type parabolique ou logarithmique, caractéristique sur le plan

<sup>121</sup> - C'est-à-dire : des illites-smectites et des chlorites-smectites, indiquant un apport probable des milieux continentaux.

A - COURBES CUMULATIVES



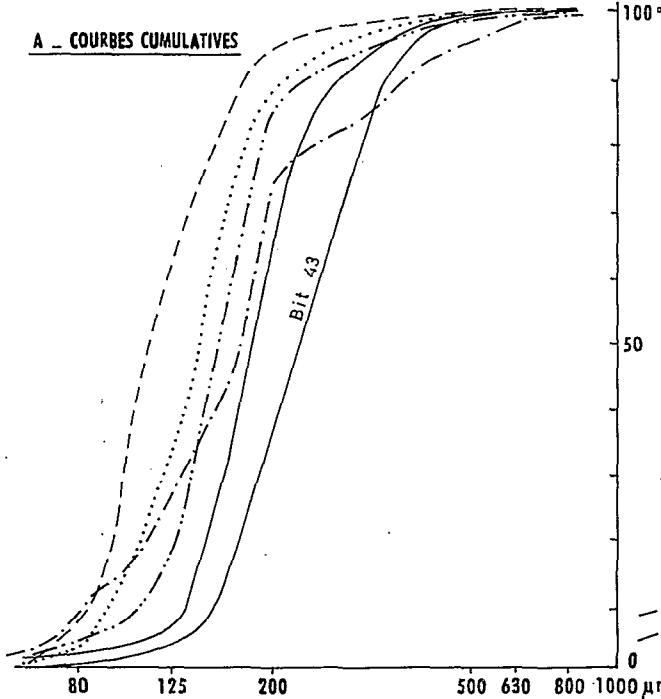
B - TESTS DE VISHER



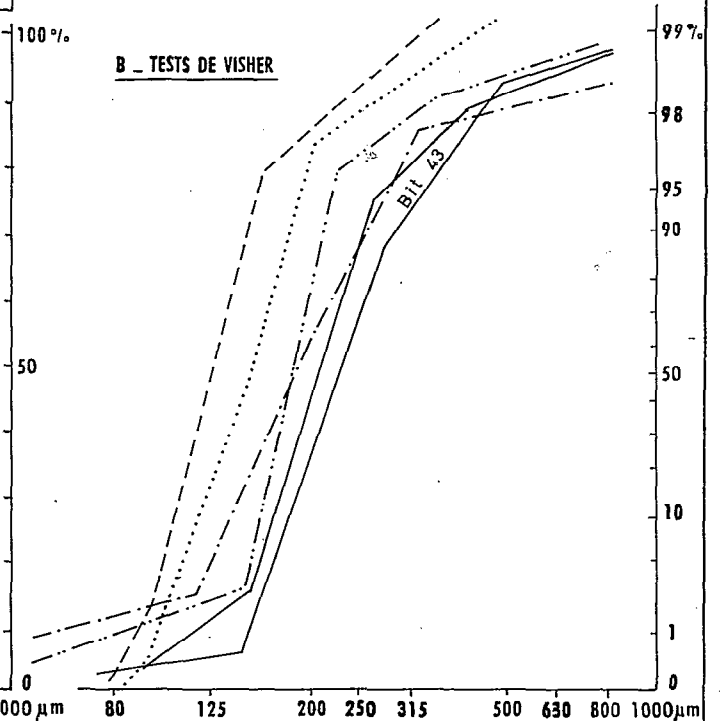
ECHANTILLONS	PROFONDEUR	LOCALITES
Eli 8	en surface	Elinkine
Diog 3	- 75 cm	Diogane
Dim 17	- 20 cm	Dimassane
Cac 39	-100 cm	Cacheu
Cac 42	-250 cm	Cacheu
Jes 39	-145 cm	Jeswang
Bre 49	en surface	Brefet

FIG.85-COURBES GRANULOMETRIQUES DE SEDIMENTS DE VASIERES A MANGROVES

A - COURBES CUMULATIVES



B - TESTS DE VISHER



ECHANTILLONS	PROFONDEUR	LOCALITES
Eli 4	- 45 cm	Elinkine
Cos 43	- 30 cm	Canchungo
Jes 36	-140 cm	Jeswang
Kun 6	- 20 cm	Kuntair
Kun 9	-140 cm	Kuntair
Bit 43	- 60 cm	Bitang

FIG.86-COURBES GRANULOMETRIQUES DE SEDIMENTS DE TANNES

(\* 1) Les coordonnées et les caractéristiques de cet échantillon 203 ont été reportées en annexes

Tableau 60.- Fiche de résultats d'interprétation de diffractogrammes.

Identification minéralogique (avec estimation semi-quantitative) - Fraction argileuse - régions du Saloum et de Gambie							
Références échantillons	Smectite	Illite	Kaolinite	Silice Amorphe	Quartz	Gypse	Observations
TGOUK 1	5	0.25	4.75	++	+		trop faibles quantités d'argiles pour pouvoir confectionner des lames
" 6	3.5	0.75	5.75	++	+		
" 11	5.25	0.5	4.25	++	+		
TSIL 88	4.75	1	4.25				
" 92	4.5	0.5	5				
TN.DJ 105	3.75	0.75	5.5				
" 108	3.75	1	5.25				
" 110	4.25	0.5	5.25				
POUD 126							
" 127							
" 130	5.5	0.5	4	++	+		
TD/DIO 64	4	0.5	5.5	++	+		
PDIO 61	3	0.5	6.5				
" 69	3.5	0.25	6.25	+++			
TBAO 136	4	0.75	5.25	+++			
BER 1	2	1.5	6.5	++	+	+	
" 2	4.5	0.5	5	++	++		
TSOU 81	+	+	+	+++			

Observations : Les valeurs indiquées correspondent à la mesure des surfaces des raies (001), proportionnalisées à 10. Pour la silice et le gypse les croix indiquent la présence et l'abondance

Tableau 61.- Fiche de résultats d'interprétation de diffractogrammes.

Identification de minéraux argileux, sur préparations orientées - Echantillons Gambie et Guinée Bissau.						
Références échantillons	Analyse minéralogique					Observations Compositions
	Kaolinite	Illites ouvertes	(10-14M) IR	Montmo. S.L.	Quartz	
Bar n° 4	4.5		5.5		+	fraction (Illite-Montmo?) non interprétable
Kun 9	2	0.5	7.5		+	K+lo+[(10-14M)IR-14M]
Ker 14	3	1	6		+	K+lo+[(10-14M)IR-14M]
Ker 15	3.5	0.5	6		+	K+lo+[(10-14M)IR-14M]
Ker 20	4.25	0.5	5.25		+	K+lo+[(10-14M)IR-14M]
Ker 21	3.5	0.5	6		+	K+lo+[(10-14M)IR-14M]
Ker 25	3	0.5	6.5		+	K+lo+[(10-14M)IR-14M]
JOA 29	4.5	tr.	5.5		+	K+lo+[(10-14M)IR-14M]

Observations : lo = Illite ouverte  
 . (10-14M)IR = Interstratifié (Illite - Montmorillonite à 14 Å) irrégulier.  
 . Montmo S.L. = Montmorillonite sens large.

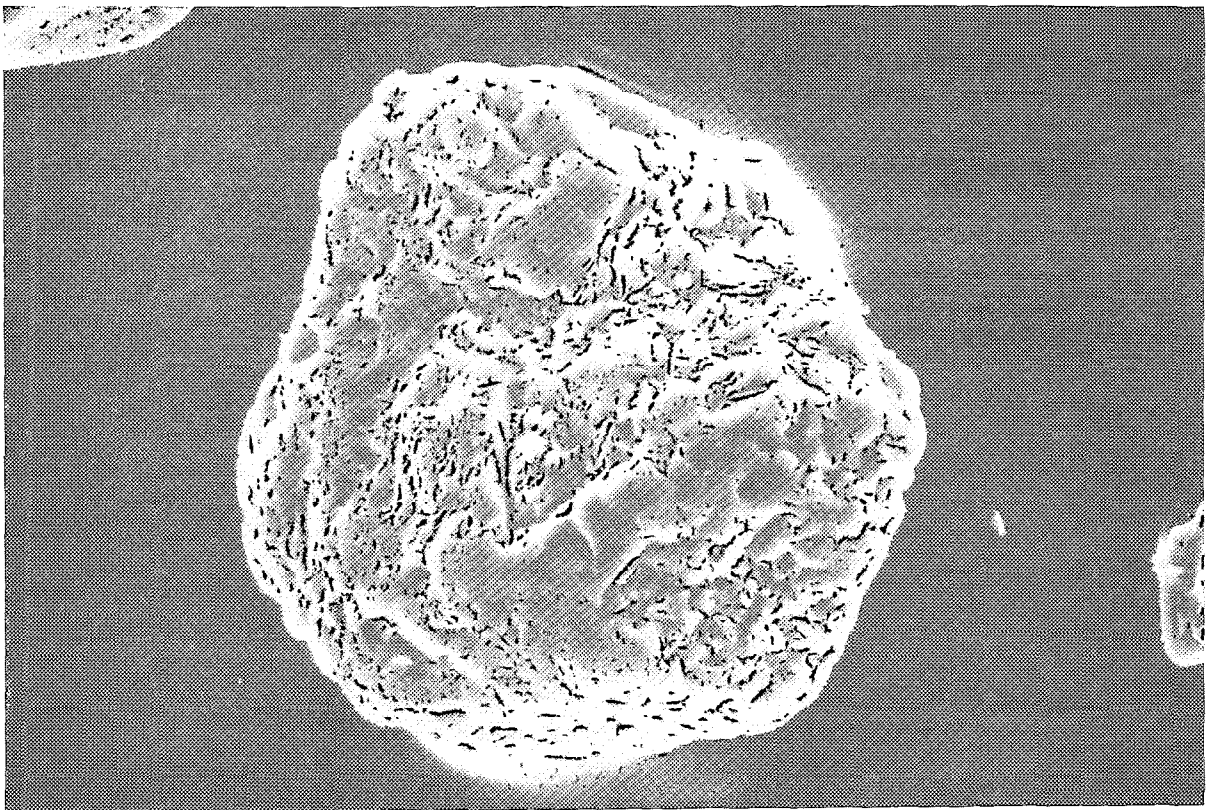


Photo n° 1 - BAR 2 (Vasière à mangrove) - Gambie (grossissement X 650)

Aspect d'un grain parsemé sur toute sa surface par des dépôts siliceux (globules et écailles). La néogénèse du quartz est indicatrice d'une immobilisation du grain et d'une forte évolution qui s'est produite en milieu fluviatile de basse énergie.

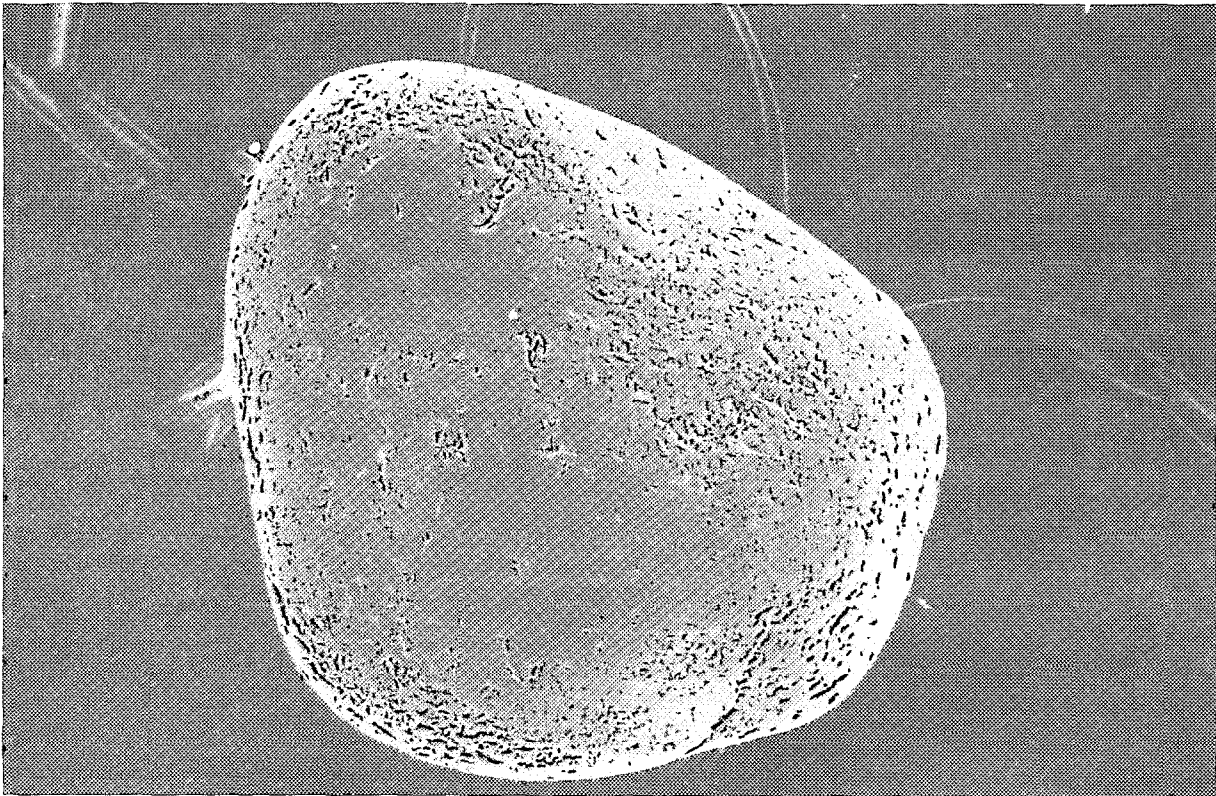
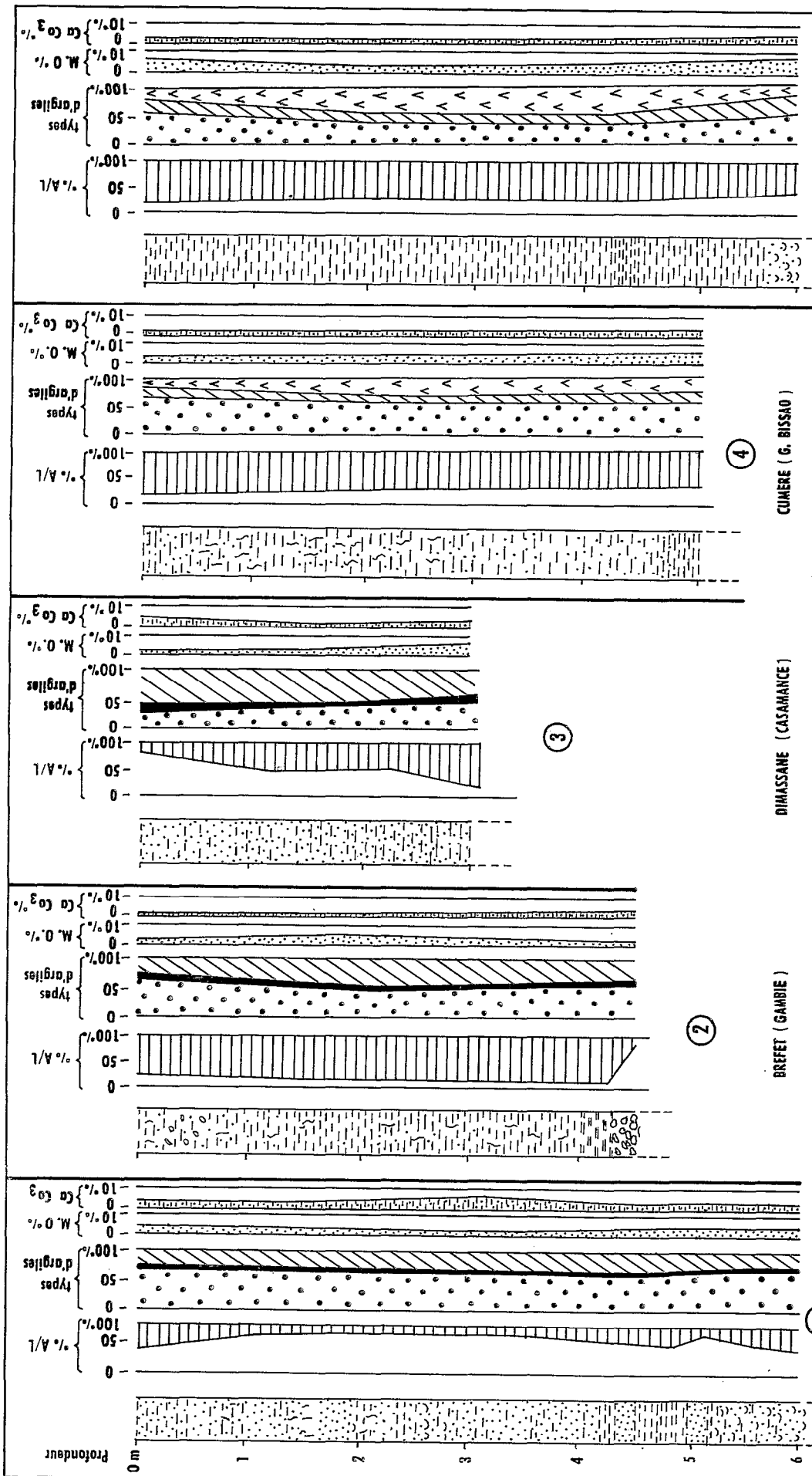


Photo n° 2 - DIM 17 (Vasière à mangroves) - Casamance (grossissement X 100).

Aspect d'un grain de quartz très arrondi avec des traces en "V" de chocs polies mais encore visibles. Les légères vermiculations et le polissage des marques éoliennes indiquent une reprise aquatique postérieure. Ce cliché constitue un bel exemple de grain arrondi luisant résultant d'une bonne usure par l'eau.



1

BAOUT (SALOUA)

LEGENDE

GRANULOMETRIE

TYPES DE SEDIMENTS:

A/L % :

ARGILES :

M. O. en % :

Sables -

Argiles -

Arénites / Lutites

Kaolinite -

Matières Organiques en % -

Débris coquilliers -

Fracton supérieure à 50 μ (Arénites) -

Illite -

Smectites -

Interstratifiés gonflants

Roche mère -

Fracton inférieure à 50 μ (Lutites)

2

BREFET (GAMBIE)

3

DIASSANE (CASAMANCE)

4

CUMERE (G. BISSAO)

5

DUBREKA (Rég. de GUINEE)

Argiles compactes avec des débris de racines

FIG. 67 - ANALYSES DE CAROTTES CARACTERISTIQUES DES VASIERES

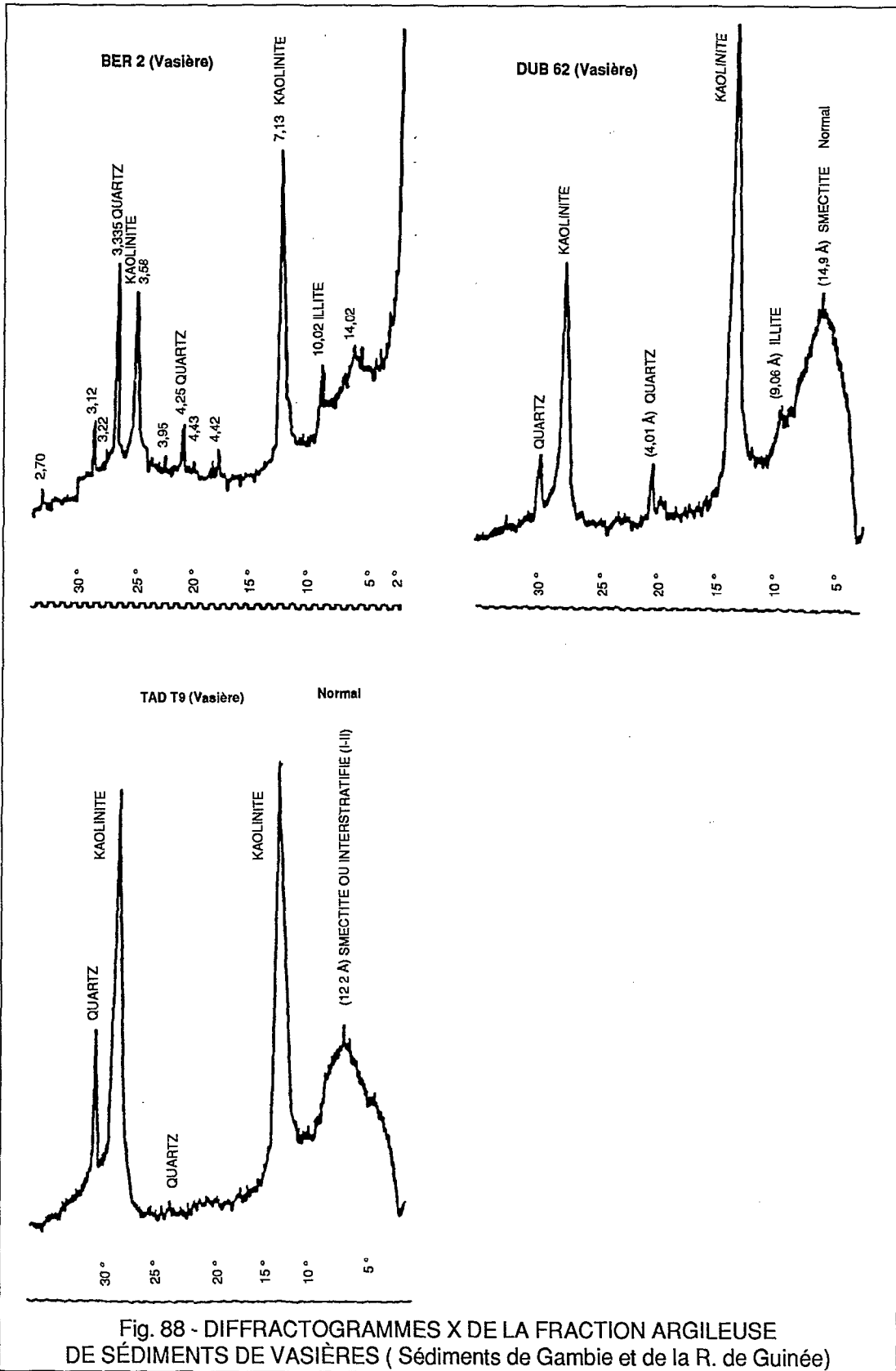


Fig. 88 - DIFFRACTOGRAMMES X DE LA FRACTION ARGILEUSE DE SÉDIMENTS DE VASIÈRES ( Sédiments de Gambie et de la R. de Guinée)

hydrodynamique, de dépôt de sédiments fins par excès de charge et d'une sédimentation en milieu calme. Les valeurs de ID demeurent positives (à l'exception de celle de JES 36) et peu élevées, suggérant une mise en place réalisée en milieu peu agité (tabl. 62). La même constatation ressort de l'analyse de la figure 82. Elle présente des courbes de type parabolique (CaC 14 et 37) ou sublogarithmique (CoB 34) avec des valeurs de ID positives, parfois fortement, à l'inverse de celles des échantillons de tannes analysés dans le nord (cas de F<sub>3-1</sub>, Dio 67...fig. 89). Dans ce dernier domaine, les courbes de type nettement parabolique ont des indices d'intensité dynamique positifs plus élevés qui traduisent une agitation plus forte du milieu de sédimentation. Dans tous les cas, les valeurs de la médiane, généralement supérieures à 20 µm dans le Saloum, contrastent avec celles des sédiments prélevés dans les régions guinéennes et gambiennes (cours moyen) : médiane inférieure à 6 µm et même à 4 µm pour la plupart. Le caractère grossier et hétérogène des sédiments prélevés dans le nord est encore une fois mis en évidence. On retrouve là une particularité déjà notée à propos des vasières.

**Tableau 62.- Paramètres granulométriques d'échantillons de tannes.**

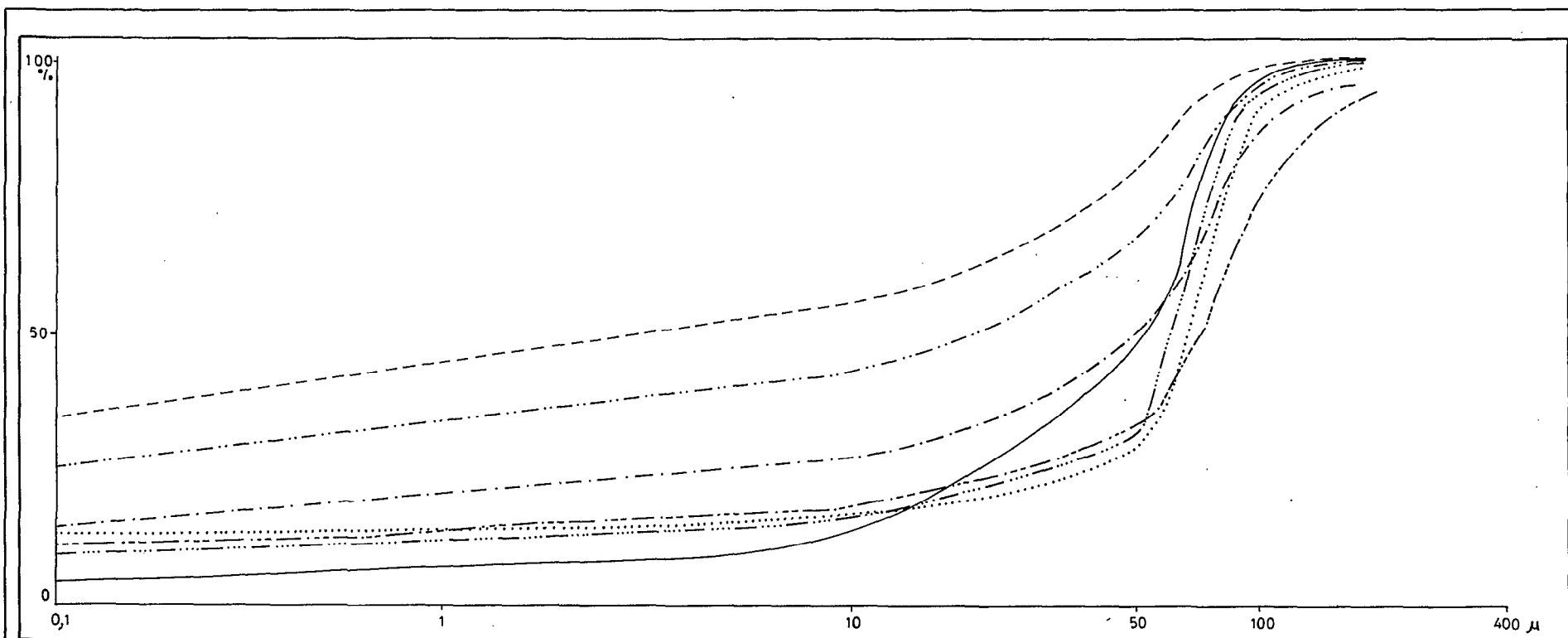
Echantillons	Localités	Paramètres granulométriques				
		f	L	H	ID	Md
Kob 12	Koba (R. Guinée)	5	108	74	7.3+	4 µ
Kob 15	" "	12	112	88	15.3+	9.5 µ
Cos 49	Canchungo (G. Bissau)	5	91	30	15.2+	< 2 µ
Cos 51	" "	10	129	43	30+	6 µ
Cos 52	" "	13	110	26	55+	< 2 µ
Bis 5	Bissau (G. Bissau)	5	108	74	22.9+	4 µ
Bis 14	" "	9	118	21	50.6+	< 2 µ
Bre 60	Brefet (Gambie)	8	85	28.5	23.8+	< 2 µ
Bre 55	" "	6	81	24	20.2+	< 2 µ
JES	Jeswang (Gambie)	4	99	26	15.2-	4 µ

N.B. : Les signes + ou - de ID indiquent soit des milieux d'agitation forte soit des milieux calmes.

### II.2.2.2. La granulométrie des sables

Le faciès sableux des sédiments des tannes révèle que, dans l'ensemble, M<sup>d</sup> se situe entre 215 et 125 µm (fig. 84). Les valeurs des quartiles (Q<sub>1</sub>, M<sup>d</sup> et Q<sub>3</sub>) montrent la prédominance des sédiments fins à moyens, excepté dans les échantillons de Canchungo où les très fins (< 125 µm) dominant dans l'ensemble.

En fait, les courbes cumulatives ne diffèrent pas de celles des sables des vasières (fig. 83 et 84). Elles sont toutes sigmoïdes, plus ou moins bien redressées avec des valeurs de So faibles (< 0,94), indicatrices d'un bon classement du matériel. Le coefficient d'asymétrie (SK) tend toujours vers +1 (asymétrie positive). Le maximum des grains se situe du côté des fins et très fins. Les valeurs du facteur d'hydrodynamisme sont toujours positives et légèrement plus élevées que dans les échantillons de vasières ; ce qui traduit un milieu d'assez forte énergie où le déplacement des sédiments s'est facilement opéré. Que ce soit les valeurs de "T.M., de SIG, de SIG" ... ces indices caractéristiques des tannes et des vasières se rapprochent pour la plupart, montrant qu'en réalité les processus de leur mise en place sont les mêmes. (tabl. 59).



Echantillons	Profondeur	Localités	Paramètres granulométriques					en %		
			f	L	H	Id	Md	H <sub>2</sub> O	Ca Co <sub>3</sub>	M.org.
F3-1**	0,20 m	Foundiougne	8,5	201	32	53,4 +	52 μm	28,7	0,9	0,6
F3-2**	0,60 m	Foundiougne	12	200	47	51,1 +	3 μm	52,1	1,4	—
Dio 62**	0,25 m	Dioudiouré	13	190	40	51,75+	48 μm	28,2	0,7	0,4
Dio 67**	0,50 m	Dioudiouré	12	194	41	56,8+	21 μm	42,5	0,8	1,2
Bao 132*	0,30 m	Baout (Saloum)	5	202	12	84,2+	80 μm	42,8	2,1	—
Bao 138*	2,00 m	Baout (Saloum)	5	201	5	201,0+	70 μm	66,4	3,2	—
ID3-1*	0,35 m	Djirnda(Saloum)	9,5	200	9	211,1+	72 μm	33,1	0,4	1,1

FIG. 89 - COURBES GRANULOMETRIQUES COMPLETES DE SEDIMENTS DE VASIERES\* ET DE TANNES\*\*



Par ailleurs, le test de Visher appliqué aux sédiments des tannes, indique effectivement que près de 90% du matériel est concerné par les phases de saltation pour un diamètre des grains situé autour de 125  $\mu\text{m}$  ; moins de 3% relève des phénomènes de suspension, alors que la part des populations de roulement s'accroît par rapport aux sédiments de vasières : plus de 5% (fig. 85). Les observations morphoscopiques font ressortir la part prépondérante du façonnement par l'eau (nette importance des grains arrondis luisants) avec, en plus, la superposition du façonnement par le vent (apparition des grains mats éoliens) absent de la plupart des échantillons de vasières (fig. 95). Les deux composantes -marine et continentale- des sédiments apparaissent beaucoup mieux sur les grains prélevés dans les tannes. L'observation du MEB de certains grains montre les trois stades d'évolution qu'ils ont subis (photos 3, 4 et annexes).

- . distinction (avec de forts grossissements) de traces typiques d'une évolution éolienne, avec l'existence d'une forte densité de croissants et de "V" de chocs.
- . évolution en milieu de moyenne et basse énergie (milieu fluvial ou lagunaire), avec une bonne usure par l'eau ; l'état de surface luisant des grains demeure.
- . immobilisation, néogénèse et dépôts de quartz, avec parfois des traces de dissolution géométriques affectant en particulier les cupules, les "V" de chocs et les petites dépressions des grains.

### II.2.2.3. Les observations minéralogiques

La comparaison des résultats d'analyses aux Rayons X de la fraction argileuse des sédiments de tannes (fig. 87 et 90) montre une grande similitude avec les vasières quant à la répartition et à l'abondance des minéraux argileux. L'on peut, certes, constater des différences de répartition au sein des profils des tannes (fig. 90), mais la kaolinite demeure toujours largement dominante dans tous les sondages. Dans les tannes du sud comme dans les vasières, les smectites diminuent progressivement tandis que l'illite finit par disparaître, remplacée par des interstratifiés (fig. 90). Il est intéressant de noter que le profil de variation des argiles de Kerewan (Gambie), dont la proportion en interstratifiés est très marquée, se rapproche de ceux de Canchungo et de Koba, localisés respectivement en Guinée Bissau et en République de Guinée. L'influence notable des apports continentaux par rapport au rôle du domaine marin est ici nettement soulignée (tabl. 61).

Au terme de cette étude consacrée à l'évolution de différents paramètres mesurés dans les séquences vasières/tannes (fig. 87 et 90), quelques traits saillants se dégagent :

- . d'une part, dans les estuaires qui ont été étudiés, la grande homogénéité des sédiments de vasières du point de vue de leur composition minéralogique avec, comme cela a été constaté dans le Saloum, une silice amorphe en quantité relativement abondante<sup>122</sup>.
- . d'autre part, la faible teneur en carbonates dans les séquences vasières/tannes observées ; cela s'explique en partie par le pH qui est bas dans le matériel de surface des tannes (tannes nus en particulier)<sup>123</sup>, un peu plus élevé dans les vasières, où la macrofaune est plus abondante.
- . et enfin, leurs teneurs en matières organiques, plus importantes dans les vasières que dans les tannes, qui augmentent en présence de débris ligneux (racines, radicelles...) et d'une sédimentation plus fine ; ce qui laisse supposer que cette matière organique est principalement autochtone et d'origine continentale - C. Marius (1984, op. cit.).

## II.3. LES FORMATIONS DES CORDONS SABLEUX

On les retrouve dans l'ensemble du domaine étudié, soit sous forme de cordons littoraux récents, soit le plus souvent sous forme de générations successives de cordons sableux anciens. Autant leur repérage est aisé dans les estuaires du nord (Saloum, Gambie, Casamance...), autant

---

<sup>122</sup> - Voir les résultats d'analyses dans le rapport EPEEC (décembre 1983).

<sup>123</sup> - Notamment dans leurs parties "vives", en raison de l'évolution microbienne, avec une production de jarosite et des phénomènes d'acidification (J.P. Barusseau, communication écrite).

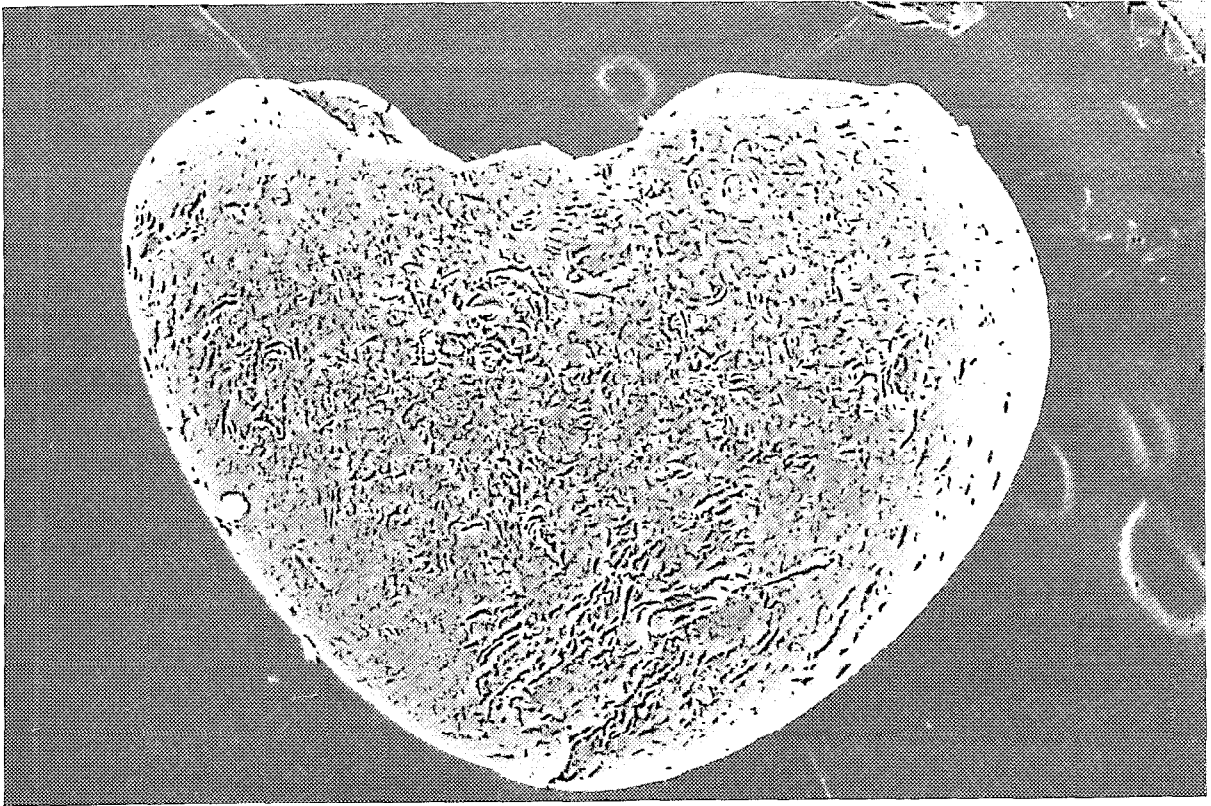


Photo n° 3 - KUM 15 (Tanne) - Gambie (grossissement : X 90).

Aspect d'un grain arrondi, cassé avec de nombreuses marques de choc visibles ainsi que quelques traces à gradient de polissage. Ce grain de quartz a manifestement subi une évolution en milieu de haute énergie (milieu marin) et les nombreuses vermiculations sont indicatrices des dépôts de silice qu'il a subi dans son dernier stade d'évolution (milieu de tanne).

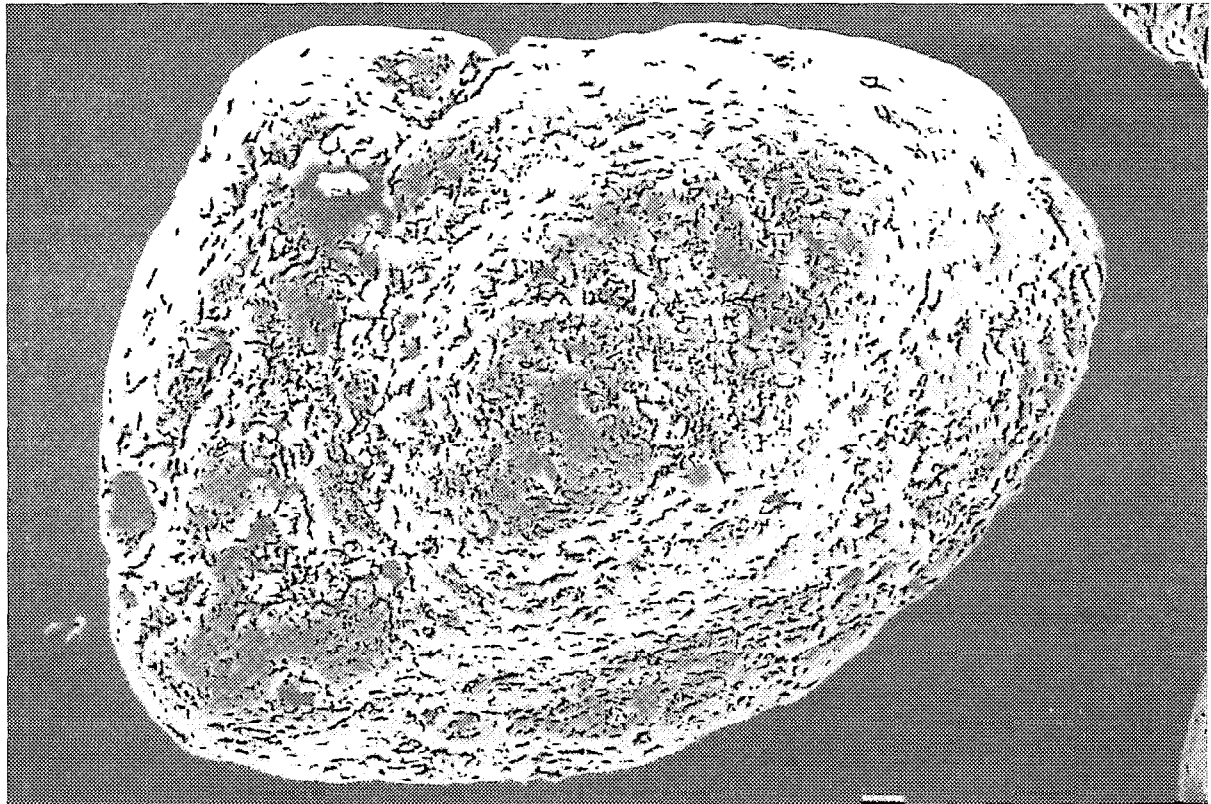
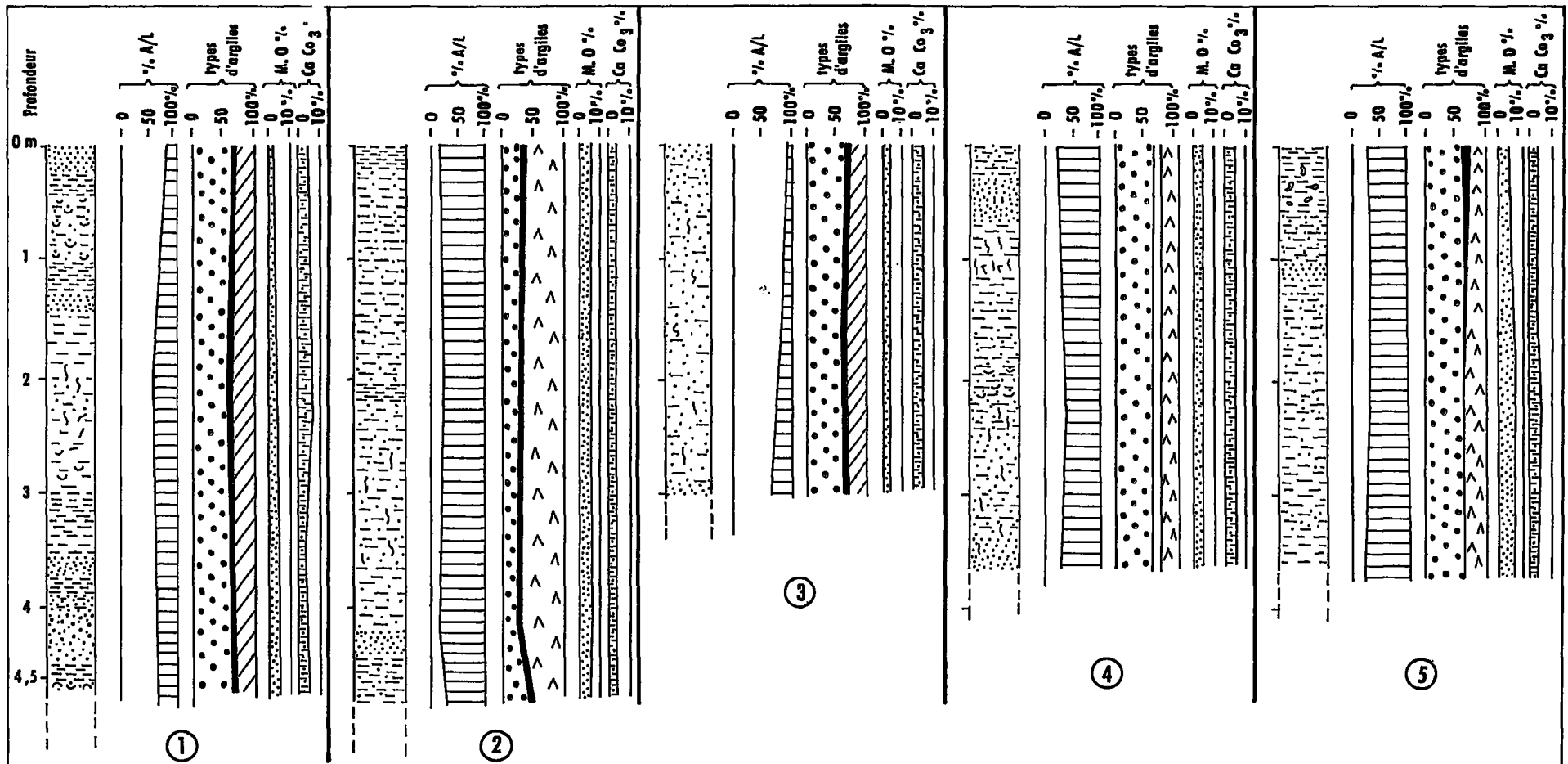


Photo n° 4 - KER 26 (Tanne) - Gambie (grossissement : X 430).

La surface de ce grain bien usé est entièrement recouverte par un dépôt de silice, signe d'un néogénèse du quartz qui laisse présumer d'une évolution en milieu de moyenne et basse énergie (milieu fluviatile). Le faible grossissement ne permet pas, cependant, de distinguer des traces éoliennes.



1 DJOUDIIOURE (SALOUM)

2 KEREWAN (GAMBIE)

3 ELINKINE (CASAMANCE)

4 CANCHUNGO (G. BISSAO)

5 KOBA (Rép. de GUINEE)

LEGENDE

GRANULOMETRIE

TYPES DE SEDIMENTS : Sables - Argiles - Débris coquilliers - Sables très fin avec des débris de racines

A/L % : Arénites / Lutites Fraction supérieure à 50 µm (Arénites) - Fraction inférieure à 50 µm (Lutites)

ARGILES : Kaolinite - Illite - Smectites - Interstratifiés gonflants

M. O. en % : Matière Organiques en % - Ca Co<sub>3</sub> % : Carbonate de Calcium en %

FIG. 90 - ANALYSES DE CAROTTES CARACTERISTIQUES DES TANNES

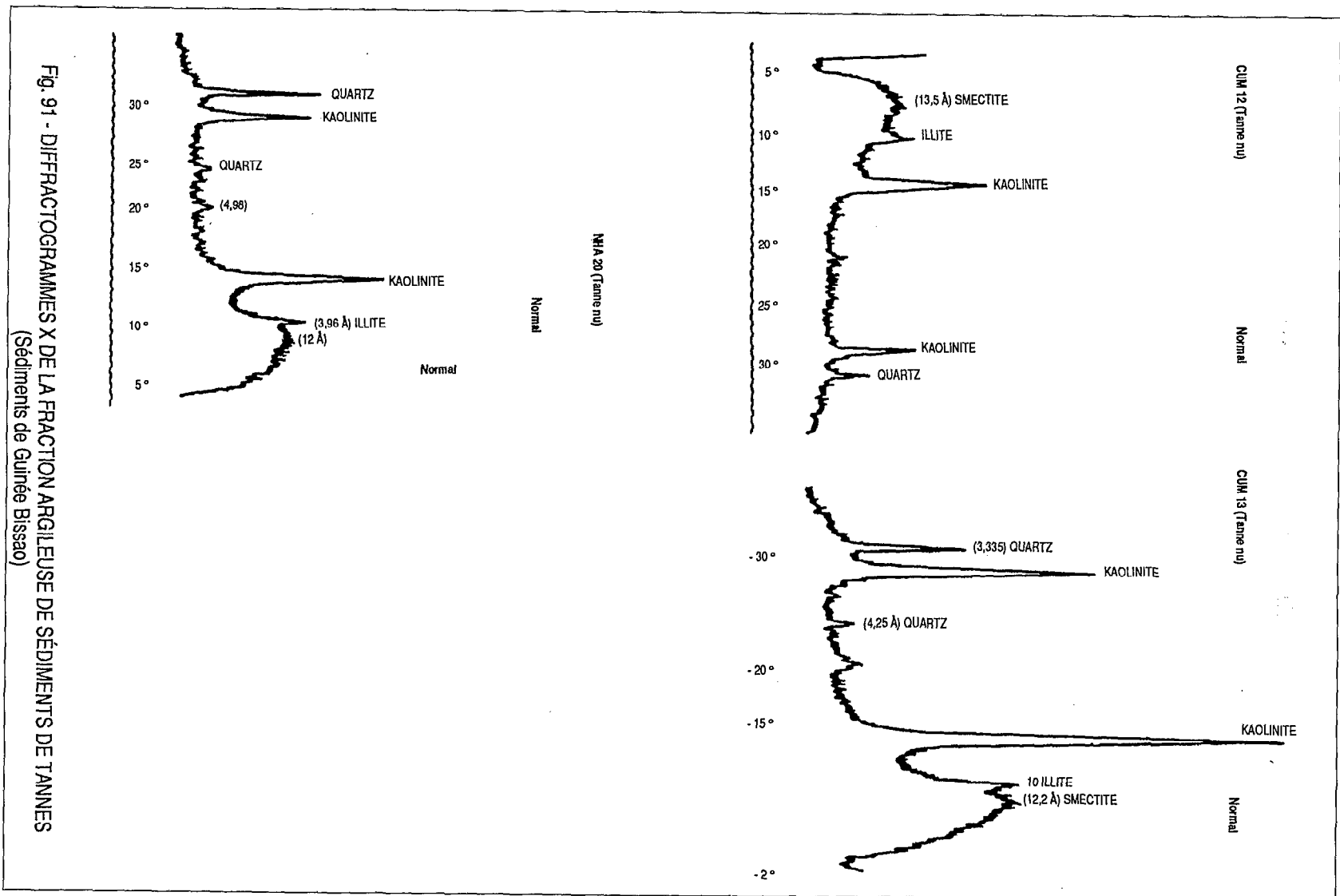


Fig. 91 - DIFFRACTOGRAMMES X DE LA FRACTION ARGILEUSE DE SÉDIMENTS DE TANNES (Sédiments de Guinée Bissao)

leur distinction est moins facile dans le sud, en particulier lorsqu'il s'agit de cordons sableux anciens. Dans ce dernier domaine, ils sont souvent tronçonnés par toute une série de bôlons et font l'objet d'aménagements par les populations locales (voir pl. h.t.).

### II.3.1. Aspects géomorphologiques

Dans ces milieux alluviaux tropicaux de topographie très basse, ils constituent les seules unités, avec les lunettes ou "pseudolunettes", certains tannes herbus et les "kjökkenmöddinger", à être émergés en permanence. La plupart des auteurs spécialisés dans l'étude des marais à mangroves les situent dans une tranche altitudinale comprise entre 1 et 8 m (E. S. Diop, M. Sall, F. Verger, 1978 - M. Sall, 1983, op. cit. - E. Anthony, 1985). Il s'agit, en définitive, des formations topographiquement les plus élevées<sup>124</sup>, sites privilégiés d'habitat dans ces régions d'estuaires, et domaines propices à l'exploitation des nappes d'eau douce (voir 3<sup>ème</sup> partie).

L'étude de l'évolution géomorphologique a bien mis en évidence la mise en place de ces séries de cordons littoraux qui ont jalonné les différentes étapes du retrait de la mer à partir du maximum nouakchottien. Ils sont souvent riches en minéraux lourds et les générations les plus anciennes se situent dans les zones internes des estuaires. A. Guilcher (1954, op. cit.) a identifié ces cordons sableux du Saloum à la Sierra Léone. Ils sont édifiés les uns en avant des autres et se présentent en général sous forme de dunes longitudinales<sup>125</sup> avec de très belles dispositions palmées à leur extrémité libre (E. Anthony, 1985, op. cit.). Leur matériel a été déposé par la dérive littorale. Du nord au sud, différentes directions d'alignement ont pu être reconnues :

- \* NNW-SSE (Saloum - Casamance) - NNE-SSW (Nikine, Kachiouane en Casamance) - NE-SW (Pointe St Georges en Casamance) - W-E (cordons sableux de Banjul en Gambie).
- \* NNW-SSE (à Varela - Guinée Bissau).
- \* WNW-ESE (Iles Tristao - Plaine de Koba - en République de Guinée)...

Ainsi décrits, les cordons sableux, les plus anciens en particulier, ne devraient pas être confondus avec les terrasses sableuses anciennes<sup>126</sup>, d'altitude supérieure à 6 m, localisées le plus souvent en bordure du plateau du "Continental terminal", comme c'est le cas en Casamance. Leur topographie, leur morphologie, la direction de l'alignement, ainsi que les caractères de leurs sédiments sont tout à fait différents. En fait, les unités géomorphologiques situées à des côtes d'altitude de +2 à +4 m<sup>127</sup> de l'estuaire de la Casamance font simplement partie des générations successives de cordons sableux mis en place durant le post-nouakchottien, tout comme l'ensemble des cordons de Niodior, Dionewar, Bétanti<sup>128</sup> localisés eux aussi à des altitudes d'environ +2 à +4 m I.G.N. (E.S. Diop, 1978, op. cit. - M. Sall, 1983, op. cit.).

### II.3.2. Etude de la fraction sableuse

Les séparations lutites/arénites, réalisées sur le matériel prélevé dans les cordons sableux, donnent toujours des pourcentages supérieurs à 80/90% d'arénites (exceptionnellement, entre 70 et 75% dans certaines zones de contact cordons/tannes plus ou moins argileuses de Casamance, de la Guinée Bissau et de la Guinée).

---

124 - Et à ce titre, elles constituent les voies de communication les plus favorables avec la terre ferme.

125 - Cette disposition, sous forme de dunes longitudinales, indique bien le sens de la dérive littorale qui a présidé à la mise en place des cordons sableux.

126 - Certains auteurs parlent de terrasses ouljiennes (ou inchiriennes) - M. F. Dia (1965), J. Vieillefon (1974). A notre avis, ce sont des terrasses de colluvionnement que l'on retrouve sur les bordures des estuaires, leur matériel granulométrique étant hétérogène (voir chapitre II.4).

127 - J. Vieillefon (1974, op. cit.) cité par Y. Kalck (1978, op. cit.) et A. Pimmel (1984, op. cit.).

128 - Situés dans les Iles du Saloum, d'alignements NNW-SSE, et dont la disposition est palmée (voir planches hors texte).

L'étude des différents paramètres granulométriques indique que les sédiments de ces formations sont essentiellement constitués de sables fins et moyens. Les valeurs de leurs quartiles ( $Q_1$ ,  $M^d$  et  $Q_3$ ) ne dépassent pas 2,82 en moyenne (correspondant à une dimension entre 125 et 160  $\mu\text{m}$ ). Comme nous le montront par ailleurs les courbes cumulatives (fig. 92 et 93), les sables sont bien triés. Leurs courbes sigmoïdes bien redressées en général, présentent des pentes fortes ( $S.O < 0,97$ ) et confirment le bon classement du matériel (fig. 92 et 93 - tabl. 64). Les valeurs de SK (coefficient d'asymétrie) sont toujours positives. A quelques exceptions près (Ben 39, ND<sub>2</sub>, ND<sub>10</sub> ...), elles tendent vers +1, mettant ainsi en évidence des sédiments homogènes pour la plupart, avec des courbes symétriques et unimodales. Les valeurs du facteur d'hydrodynamisme sont positives et plus élevées que celles des vasières et des tannes : le milieu de mise en place de ces sédiments est un milieu à haute énergie. Les valeurs du grain moyen montrent parfois une évolution au sein des sédiments d'une même formation ; c'est le cas de la flèche de Niodior (fig. 97) où les valeurs de T. M. (grain moyen) de ND<sub>1</sub>, ND<sub>12</sub>, ND<sub>10</sub> diminuent de la racine à l'extrémité du cordon littoral, suggérant une sélection par affinement du matériel (tabl. 64). Mais dans l'ensemble, les valeurs obtenues restent comparables et moyennement élevées. Des études de corrélations entre les différents paramètres de Folk and Ward ont été réalisées. Elles n'indiquent que très peu de différences granulométriques entre ces milieux de cordons, en dehors des sédiments où l'indice de tri semble plus élevé<sup>129</sup> (fig. 94). La distribution des paramètres texturaux ne permet pas, en définitive, de différencier significativement les populations de grains des cordons sableux étudiés<sup>130</sup>.

**Tableau 63.- Paramètres granulométriques de sédiments de cordons sableux.**

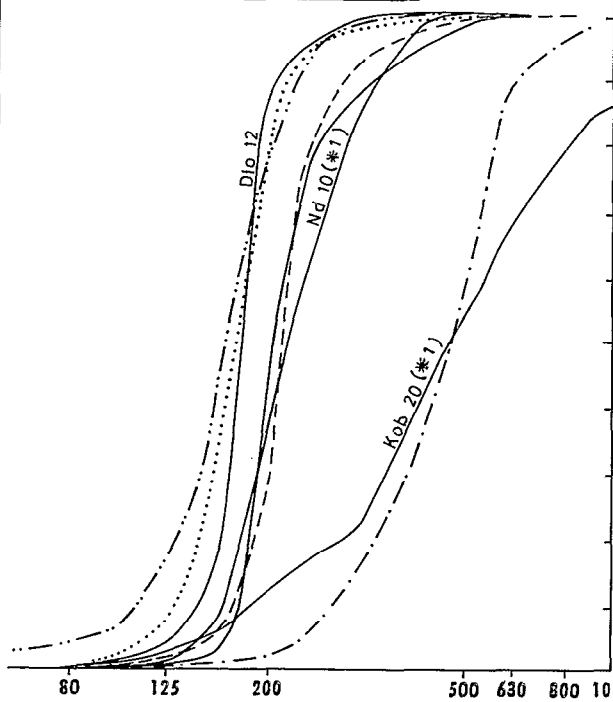
Echantillons	So	Sk	SIG	Skg	Kg	SK1	FH	SIG'	T.M.	
SAL	9	0.94	1.07	-0.48	-0.125	1.79	-0.11	1.93	-0.29	2.23
DIO	13	0.93	0.98	-0.90	-0.04	1.39	-0.04	1.58	-0.42	2.65
BAN	30	0.92	1.07	-0.64	0	1.59	0.11	1.78	-0.38	2.21
BEN	34	0.88	1.01	-0.56	-0.43	0.70	-0.41	1.01	-0.30	2.56
Kar	27	0.74	0.92	-0.79	-0.29	0.97	-0.18	1.30	-0.43	1.24
Dio	12	0.97	0.91	-0.36	-0.39	3.37	-0.11	3.46	-0.31	2.91
ND	10	0.90	1.06	-0.81	0.21	0.98	0.19	1.22	-0.38	2.10
Kob	20	0.57	0.73	-1.95	-0.14	1.08	-0.19	1.58	-0.89	1.09
ELI	2	0.91	0.95	-0.66	0.03	1.22	-0.01	1.43	-0.36	2.49
Dio	15	0.93	0.98	-0.79	0.09	1.27	-0.02	1.47	-0.38	2.62
Ban	33	0.88	0.93	-1.32	0.47	1.07	0.43	1.37	-0.57	2.32
BEN	39	0.93	1.16	-0.84	-0.36	1.61	-0.47	1.80	-0.44	2.53
KAR	26	0.78	0.85	-1	0.02	0.75	0.05	1.17	-0.48	1.82
ND	12	0.92	1.06	-0.11	0.10	1.43	0.09	1.62	-0.38	2.19
EFR	11	0.72	0.83	-1.39	-0.18	0.57	-0.25	1.17	-0.60	2.08
ELI	1	0.90	0.93	-0.72	0.05	1.27	0.07	1.51	-0.40	2.47
Sal	7	0.84	0.86	-0.99	0.03	0.89	0.14	1.22	-0.46	1.99
ND	1	0.94	1.05	-0.53	-0.21	1.17	-0.18	1.36	-0.29	3.25

Le test de Visher a été appliqué aux sédiments : 95 à 97% ont subi une phase de saltation avec une très faible population de suspension (moins de 2%) et de roulement (moins de 3%). Les figures 92 et 93 permettent, par ailleurs, de constater que, plus on évolue vers les petites dimensions, plus les courbes log. normales sont redressées. L'amélioration du tri en direction des sédiments les plus fins est nette, alors que la pente du matériel sableux plus grossier est faible (fig. 92).

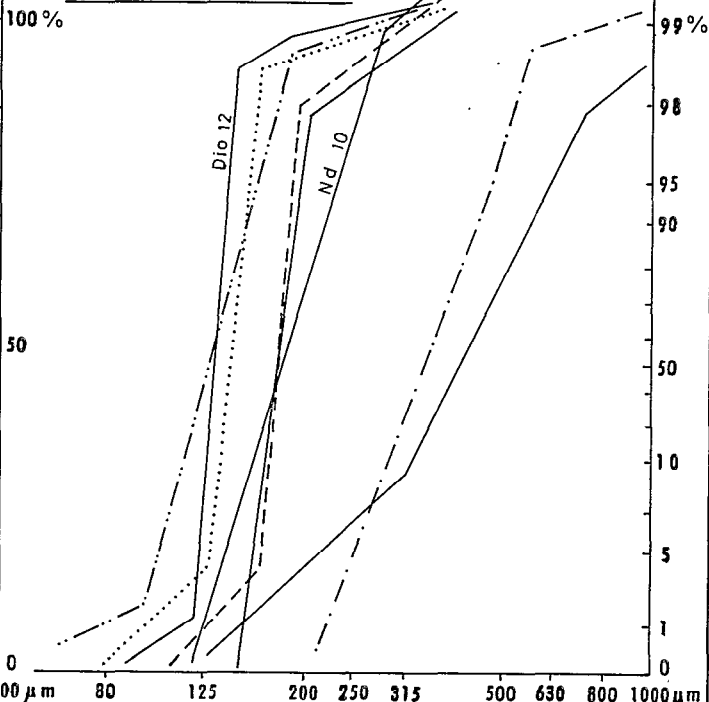
<sup>129</sup> - Valeurs négatives de SK<sub>1</sub> - plus élevées pour T.M. en particulier pour les cordons sableux des régions guinéennes.

<sup>130</sup> - Cet argument plaide en faveur de l'homogénéité des sédiments étudiés.

**A - COURBES CUMULATIVES**



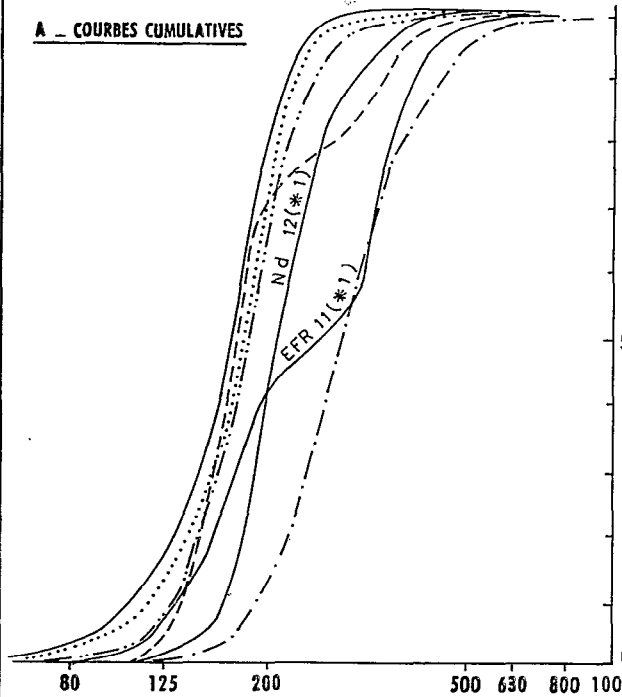
**B - TESTS DE VISHER**



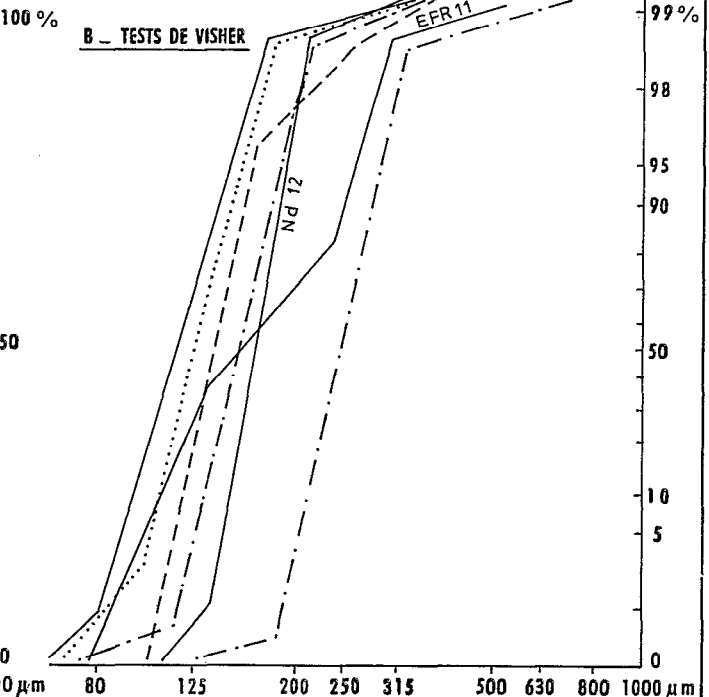
ECHANTILLONS - PROFONDEUR - LOCALITES		
Sal 9	- 110 cm	Saloulou (Casamance) - - - -
Dio 13	- 120 cm	Diogué (Casamance) - . . . .
Ban 30	en surface	Banjul (Gambie) - - - -
Ben 34	- 110 cm	Benty (Guinée) - . . . .
Kar 27	- 120 cm	Karabane (Casamance) - - - -
Dio 12	en surface	Diogué (Casamance) <u>Dio 12</u>
Nd 10	en surface	Niodior (Saloum) <u>Nd 10</u>

**FIG.92-COURBES GRANULOMETRIQUES DE SEDIMENTS DE CORDONS SABLEUX**

**A - COURBES CUMULATIVES**



**B - TESTS DE VISHER**

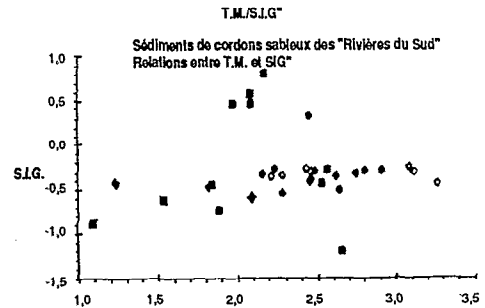
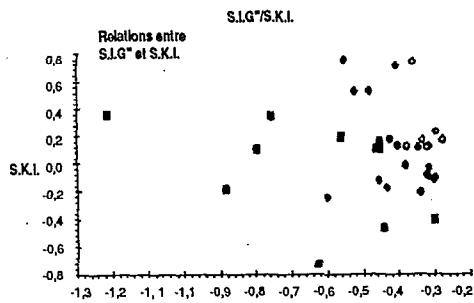


ECHANTILLONS - PROFONDEUR - LOCALITES		
Eli 2	- 220 cm	Elinkine (Casamance) - - - -
Dio 15	en surface	Diogué (Casamance) - - - -
Ban 33	- 90 cm	Banjul (Gambie) - - - -
Ben 39	- 75 cm	Benty (Guinée) - . . . .
Kar 25	en surface	Karabane (Casamance) - - - -

**FIG.93-COURBES GRANULOMETRIQUES DE SEDIMENTS DE CORDONS SABLEUX**

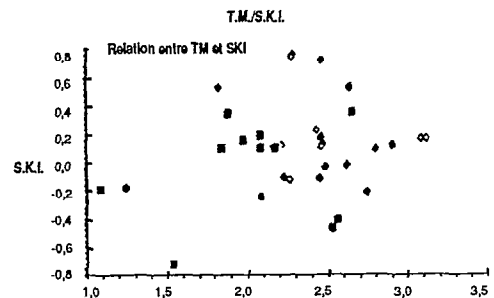
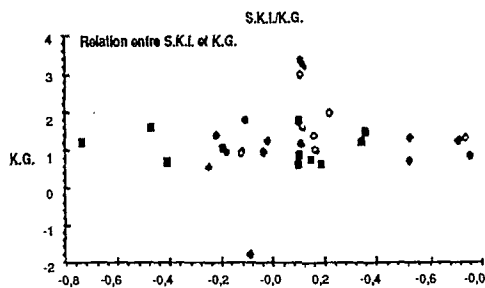
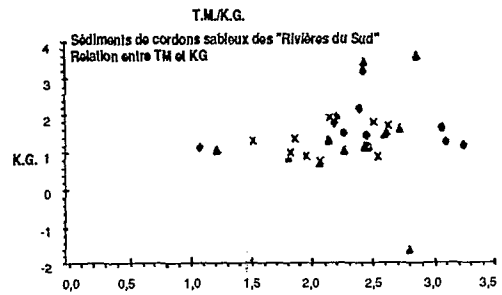
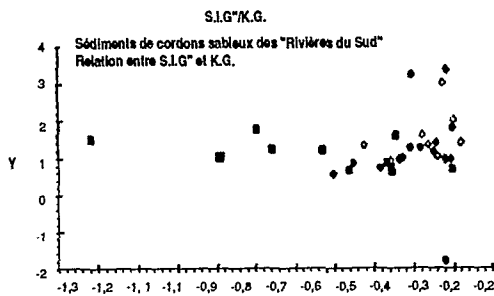
(\* 1) Les coordonnées et les caractéristiques de ces échantillons ont été reportées en annexes

Fig. 94 RÉSULTATS DES CORRÉLATIONS ENTRE DIFFÉRENTS PARAMÈTRES TEXTURAUX DE FOLK ET WARD  
(Sédiments de cordons sableux)



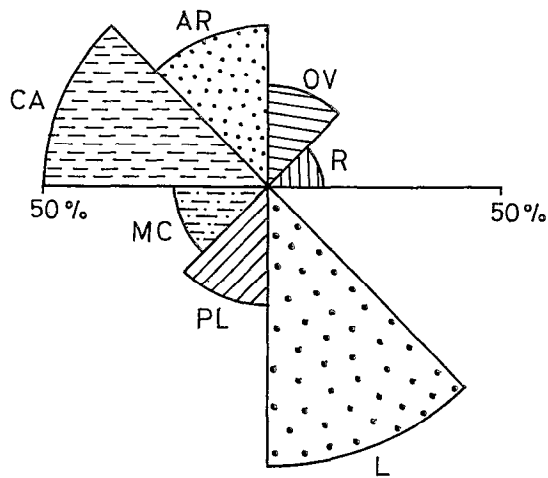
LEGENDE

- Sédiments des régions sud (sud Guinée Bissao - R. de Guinée)
- ◆ Sédiments des régions nord (Saloum - Gambie)
- ◇ Sédiments des régions du centre (Casamance - Nord Guinée - Bissao)
- KG Indice d'angulosité
- SIG Indice de dispersion
- TM Grain moyen
- SKI Indice d'asymétrie





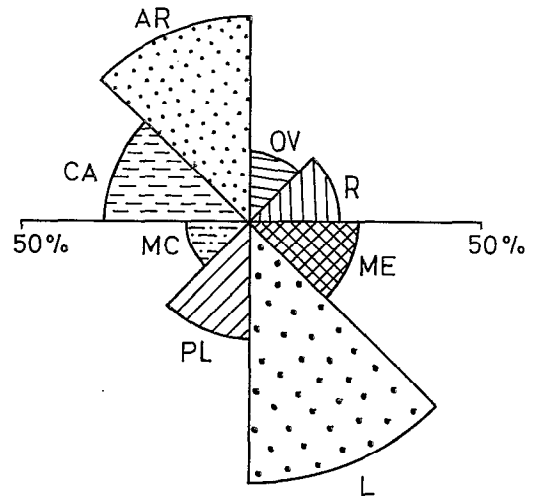
Types de forme \*\*



BIT 45

Etats de surface \*\*

Types de forme \*

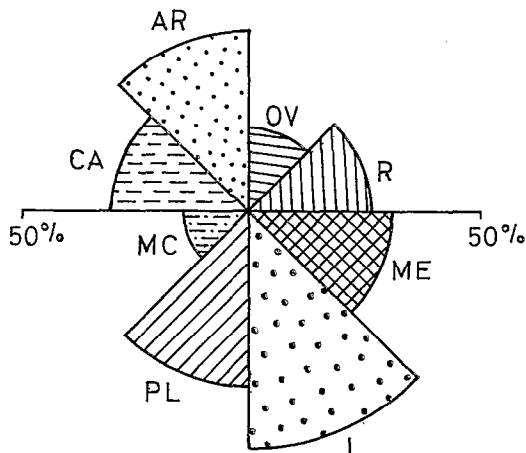


CAC 18

Etats de surface \*

FIG. 95 OBSERVATIONS MORPHOSCOPIQUES DE LA FRACTION SABLEUSE DE SEDIMENTS DE VASIERES\*\* ET DE TANNES\*

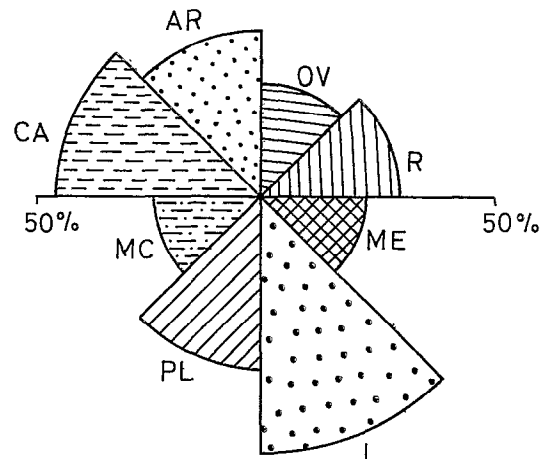
Types de forme



DIO 12

Etats de surface

Types de forme



BEN 36

Etats de surface

FIG. 96 - OBSERVATIONS MORPHOSCOPIQUES DE LA FRACTION SABLEUSE DE SEDIMENTS DE CORDONS

En outre, l'observation morphoscopique de quelques sédiments (Dio 16 et Ben 36 entre autres) révèle la prédominance des coins arrondis, arrondis et des luisants et picotés luisants. L'origine marine de ces sables est incontestable. Ce matériel a été mis en place par les houles, dérives littorales et autres agents hydrodynamiques. La part relativement élevée des mats éoliens (20 à 30% - fig. 96) montre que les sédiments des cordons sont sujets à des remaniements éoliens, *notamment* lorsque le couvert végétal est déficient. Cela se traduit, dans le détail, par la superposition d'un façonnement éolien du matériel sableux sur un façonnement marin non encore oblitéré (E.S. Diop, 1978, op. cit.). L'étude exoscopique de grains de quartz de différents cordons sableux a été réalisée (photos 5 et 6 + annexes). Leurs aspects de surface luisants, leur forme arrondie à subanguleuse parfois, de même que la présence de nombreuses traces d'actions mécaniques indiquent bien leur évolution en milieu de haute énergie (milieu marin en l'occurrence). Sur certains grains (Tad-74 et annexes) apparaissent de manière très nette de nombreux "V" et croissants de chocs à gradient de polissage faisant ressortir leur origine en partie éolienne avec une reprise aquatique. S'y ajoute, notamment pour les grains prélevés en profondeur (Ben 35, Ben 39), une circulation de solutions dissolvantes témoignant d'une évolution pédogénétique par altération des grains de quartz (voir photo 6).

### II.3.3. Analyses et observations sur les minéraux lourds

Nous avons déjà vu, dans la troisième partie, que des indices de minéralisation plus ou moins importants étaient présents dans la plupart des cordons sableux anciens ou récents. Cependant, c'est surtout au niveau des plages actuelles et des flèches sableuses récentes<sup>131</sup> que les indices les plus sérieux d'ilménite, de zircon, de rutile... ont été décelés. Deux exemples typiques peuvent être cités :

- . les concentrations substantielles en ilménite, zircon et autres minéraux ferro-titanés de la Pointe de Sangomar exploités jusqu'en 1967 (P. Michel, 1973, op. cit.).
- . les importants indices d'ilménite, de zircon, rutile, de tourmaline... révélés par les campagnes de prospection effectuées sur la flèche littorale de Varéla (Guinée Bissau) - H. Halle Beck (1981).

L'analyse des échantillons provenant du littoral (tabl. 65 et 66) montre la différence de concentration des minéraux entre les cordons sableux anciens, les flèches sableuses récentes, les sédiments prélevés dans les zones de contact cordons/vasières et dans les fonds de chenaux des fleuves principaux. Des séparations de minéraux lourds à partir de sédiments de vasières et de tannes ont également été réalisées pour mesurer l'extension des concentrations. Les résultats de cette dernière opération se sont toutefois révélés insignifiants<sup>132</sup>. C'est dans les cordons sableux localisés au niveau des régions internes des estuaires mais surtout dans le matériel des plages qu'ont été extraits les cortèges les plus importants de minéraux noirs, type ilménite, magnétite, zircon, tourmaline...

Pour déterminer les assemblages minéralogiques les plus caractéristiques, les comptages de minéraux lourds ont été réalisés sur certains échantillons représentatifs de cordons sableux anciens et de flèches sableuses récentes en y incluant les apports récents de certains fleuves. Ont été ainsi évalués pour chaque échantillon :

- la proportion de minéraux opaques, qui est toujours très élevée par rapport au poids total (tabl. 65).
- les minéraux transparents, au pourcentage relativement faible par rapport aux opaques et qui se répartissent en trois classes :
  - \* les "ubiquistes", minéraux très résistants tels que le zircon, la rutile, la tourmaline et accessoirement la monazite et l'anatase.
  - \* les "minéraux de métamorphisme" : andalousite, staurodite, disthène, sillimanite.

<sup>131</sup> - Du Saloum à la Sierra Léone et même au delà.

<sup>132</sup> - Cas des échantillons T.Mis 102 - TSIP 92 - TGOU 12 - TSOU 74 - T SIP 88 - PKOU 30... où ont surtout été mis en évidence, en dehors de quelques rares minéraux noirs, des débris coquilliers, des "pellets" (ou pelotes fécales, sécrétées par les invertébrés marins), des quartz subanguleux à inclusions et des débris ligneux sous forme de pyrite... (tabl. 66).

Tableau 64.- Détermination de minéraux lourds de quelques échantillons.

		BAK 40(1)	" 41	" 42	BAN 33	BAN 31	BEN 32	" 34(2)	" 37(2)	" 39	BOUK 69	DPR 7(2)	GEB 26	" 27	KAF 3(3)	KOU 17(3)	SAL 9	TAD 74	VAR 67(3)	" 69(3)	" 77(3), (4)	
Minéraux	Zircon	51	24	20		66		29	21	14	36	4		x	46	17	36		10	65	7	
	Rutile	7	3	8		16	x	3	11	4	5	8		x	7	5	3		5	9	1	
	Tourmaline	21	14	48	x	19	x	8	3	5	35	64	x	x	27	50	39		41	6	24	
	Monazite	7	37			3		x									2				3	
transparents	Andalousite	14	11	12		5	x	10	5		5	7		x	4	26	11		17	16	13	
	Staurotide		8	8			x	2		1	18	3			1		1		16	1	48	
	Disthène			4		x		1	3	x					1	2	1		2	2	1	
	Sillimanite							35	46	53					7	x	7		4		1	
	Grenat		3			x		2	x	3					1				1		1	
	Hornblende							4	6	8					6	x			2			
	Hypersthène							1	x	3			10		x							
	Sphène							5	5	9						x	x		2	1	1	
	Topaze			x		2					1										x	1
	Σ TRANSPARENTS	6	30	9	0	27	0	24	15	39	10	19	0	0	31	24	13	0	24	16	22	
Opaques et AL.	Opaques	20	45	37	11	73	35	75	85	61		39	34	28	69	76	46		76		76	
	Opaques arrondis	30	16	19	27		26				90	16	24	45				100				
	Pellets	22	6	18	44		32					26	42	27								
	Aragonite	21	3	16	18		7						x									
	Calcite	1		1															40			
Σ OPAQUES ET AL	94	70	91	100	73	100	76	85	61	90	81	100	100	69	76	87	100	76	84	78		
Quartz	trop		oui		oui	trop	trop	trop		trop	oui	oui	oui	trop	oui	oui	oui	trop	oui	trop		

(1) : 14 grains transparents dans la lame; (2) : faciès extrêmement frais de la hornblende; (3) : certaines andalousites très grosses et très colorées;  
(4) : faciès de très grosses et très fraîches staurotides; x : minéral présent, en faible quantité.

Analyses de minéraux lourds faites au L.R.S.M. de Perpignan.

Tableau 65.- Détermination des minéraux lourds de quelques sédiments.

	> 500 µm	250 -500	160 -250	< 160	160 -250	Type et pourcentage de minéraux déterminés	Pyroxène mx. incolores ?	Staurotide	Tourmaline	Disthène	Zircon	Augite	
TMS 102	0.02	0.35	5.65	22.40	0.0128	> 60 % d'opacques, ovoïdes ou subarrondis en grains rouilles (pellets, moules internes) débris ligneux transformés en monosulfates ou pyrite, minéraux noirs : absents		R	R	R	P		Sénégal vasière
TSIP 92	0.15	0.38	0.64	26.40	0.0045	> 60 % de débris coquilliers (blanc), débris ligneux (monosulfures ou pyrite, assez nombreux, traces de minéraux verts, (tel que glauconie ou autre), minéraux noirs très rares pas ou peu de minéraux, traces de débris ligneux sous forme de pyrite		R	R	R		H	Sénégal vasière
TGOU 12	0.35	1.18	4	28.05	0.0023				TR				Sénégal, vasières
BEN 34	0.03	1.22	15.01	6.22	0.7768	> 60 % de minéraux noirs (ilménite, magnétite)	TTR	TTR	P	TTR	R	trace de grenat	Guinée, cordons sableux anciens
BEN 39	0.01	1.75	7.22	3.82	0.0192	- minéraux noirs mais plus petits et moins nombreux (20%) - quartz à inclusions, grains verts						trace de grenat	Guinée, cordons sableux anciens
TSOU 74	0.06	0.06	0.20	22	0.0013	très peu de grains, dont grains blanchâtres ou rouilles (pellets, moules internes), minéraux noirs (très rares), scories ?	TR	TTR					Sénégal vasière
ELI 4	0.46	4.48	15.28	17.69	0.0202	- quartz à inclusions TTA, quartz recouverts d'une pellicule rouille TTA - minér. noirs (présents, type ilménite ou magnétite)	TTR	A	P	TTR	R	tourmaline, subarrondis en prismatiques	Sénégal, cordons sableux anciens
KAR 27	0.17	9.88	41	3.52	0.0001	pas ou peu de minéraux, quartz à inclusions R à P	TTR		R			dont 1 verte	Sénégal, cordons sableux anciens
BEN 36	0.50	5.15	23.24	20.34	0.4685	30 % de minéraux noirs ou bruns, quartz à inclusions, grains verts 50% de quartz à inclusions, 50% d'opacques dont débris ligneux sous forme de pyrite	TTR		P à R		P à R		Sénégal, cordons sableux anciens
TSIP 88	0.59	0.30	1.54	21.47	0.0022					TTR	TTR	1 amphibole	Sénégal, vasière
PXDU 30	0.34	2.44	10.45	15	0.0334	80 % de quartz à inclusions, minéraux noirs (P à R)	TTR	R	P			dont tourmaline gris-vert : forme subamoussée	Sénégal vasière
POUD 124	0.37	0.30	3.68	28.20	0.0180	toujours débris coquilliers, grains subanguleux à pellicule rouille, pas ou peu de minéraux							Sénégal tanne nu
DIO 12	0.14	3.50	25.79	38.84	0.0065	: 50% de minéraux subanguleux rouilles, petits minéraux noirs (ilménite, magnétite), minéraux abondants	R		P à A			tourmalines subarrondies dans leur grande majorité	Sénégal cordons sableux
EFR 10	0.03	3	24.66	12	0.0552	> 90 % de quartz à inclusion		TTR	R			staurotide, cannelée ?	Sénégal, cordons sableux anciens
IDR 5	3.34	24.10	10	0.61	0.0766	- minéraux blanchâtres (feldspathe ?), grains rouilles subanguleux - scories ?? (résidus actuels ?)							Guinée, cordons sableux récents
PBAK 32	0.53	4.37	11.74	15.07	0.0047	- débris coquilliers, quartz subanguleux à inclusions - minéraux noirs et bruns	TTR	R	R		TTR	andalousite	Sénégal Tanne nu
TAD 72	0.85	11.82	18.33	5.66	0.9629	minéraux subamoussés à subarrondis recouverts d'une pellicule rouille			R		TR		Guinée, cordons sableux anciens
DPR 6	19.27	14	1.22	0.38	0.0050	débris coquilliers, pellets : grains recouverts à pellicule rouille							Guinée, cordons sableux anciens
KOB 20	14.21	9	2.37	1.25	0.0228	60 % de grains noirs (type ilménite, magnétite)		R			P		Guinée, cordons sableux anciens
IDR 3	12.76	18	5.37	0.83	0.8022	minéraux blanchâtres, quartz à inclusions et grains recouverts d'une pellicule rouille + types scories : pas de minéraux lourds que des quartz à inclusions							Guinée, basse plage ancienne
EFR 11	0.22	5.05	15	5.62	0.0017								Sénégal, cordons sableux anciens
IDR 5	19.11	12.92	4.26	1.65	0.0766	- grains rouilles subovoïdes (type pellets) = 60 % - grains noirs		R	P	TTR	TTR	tourmaline en plaquettes ou en prisme	Guinée Bissau plage sableuse
TAD 71	1	9.43	12	3.85	0.5073	quartz à inclusions et grains à pellicules rouilles		TTR					Guinée, cordons sableux anciens
BEN 25	0.09	0.79	21.22	16.66	9.0774	quartz, grains noirs et grains bruns	TTR		P	TTR	R	trace de grenat	Guinée, cordons sableux anciens

Légende : P : présent - R : rare - TR : très rare - A : absent -  
Les chiffres représentent les poids par rapport à la quantité totale de sédiment analysée.

Analyses faites à IGBA (Université de Bordeaux I)

\* les minéraux en général très "altérables" tel que le hornblende et l'hypersthène, auxquels s'ajoutent trois autres minéraux lourds d'origine non moins variée (grenat, sphène, topaze). Dans les déterminations qui ont été effectuées, ils sont remarquablement frais, donc sans doute près des sources.

Si l'analyse des échantillons provenant des apports récents des fleuves -GEB 26, GEB 27- n'a révélé que des opaques et des pellets (tabl. 65 et 66), le matériel sableux prélevé sur les plages et les estrans présente, par contre, les plus fortes concentrations en minéraux transparents (tabl. 65). Les séquences minéralogiques sont donc fort complexes avec un étalement et un appauvrissement des cortèges vers les cordons internes ; elles montrent, par ailleurs, que leur mise en place procède en grande partie de la dérive littorale : nord/sud (du Saloum à la Guinée Bissau) - sud/nord (de la Guinée Bissau au-delà de la Sierra Léone - voir 2<sup>ème</sup> partie).

La comparaison des principaux groupements -minéraux lourds résistants, minéraux de métamorphisme et minéraux altérables- semble indiquer que les formations rocheuses anciennes du sud de la Guinée Bissau, de la Guinée, de la Sierra Léone... peuvent, en partie, se trouver à l'origine de ces différentes concentrations. L'une des hypothèses les plus convaincantes pour expliquer la provenance de ces minéraux consiste à présumer un relais par l'intermédiaire des formations cuirassées des bassins-versants qui contiennent une bonne partie des minéraux ci-dessus identifiés (rutile, zircon, ilménite... P. Michel, 1973, op. cit. ; J. C. Dumon, 1977 ; R. Pomel, 1979...). Ces minéraux résiduels auraient été remaniés lors de phases d'érosion successives, charriés et transportés par les fleuves, puis repris et incorporés dans les sédiments sableux mis en place par les dérives littorales. La source locale, constituée par le démantèlement des cuirasses latéritiques qui recouvrent les formations gréseuses prédominantes dans les hauts bassins-versants, doit être prise en compte comme en témoignent les grains recouverts en pellicules rouille ainsi que les petites concrétions ferrugineuses ou ferro-magnésiennes (tabl. 66).

Par ailleurs, la présence de minéraux altérables, type hornblende et hypersthène, ne devrait pas surprendre à cause de la proximité des "sources" de roches volcaniques : Cap Verga, presque du Kaloum, côtes libérienne et sierra léonaise... En définitive, l'étude des minéraux lourds, bons traceurs de la dynamique des estuaires, en particulier pour les formations sableuses, se révèle comme un excellent indicateur des apports sédimentaires<sup>133</sup>.

#### II.4. AUTRES UNITÉS GÉOMORPHOLOGIQUES CARACTÉRISTIQUES DES MILIEUX ESTUARIENS ÉTUDIÉS

Il s'agit :

- des *flèches et bancs sableux*, dont l'évolution est principalement liée au matériel transporté par la dérive littorale mais aussi à la formation des cordons.
- des "*pseudolunettes*", étudiées en particulier dans le nord.
- des *séries de terrasses de bordures*, parfois colluvio-alluviales situées à des altitudes élevées.
- et des "*kjökkenmöddinger*" ou accumulations artificielles de coquilles, formations anthropiques par excellence.

---

<sup>133</sup> - L'étude des minéraux lourds des formations sableuses a montré, du point de vue régional, qu'il n'y avait pas de différence fondamentale entre ces unités. Ces résultats confirment, en partie, que leurs processus de mise en place sont les mêmes.

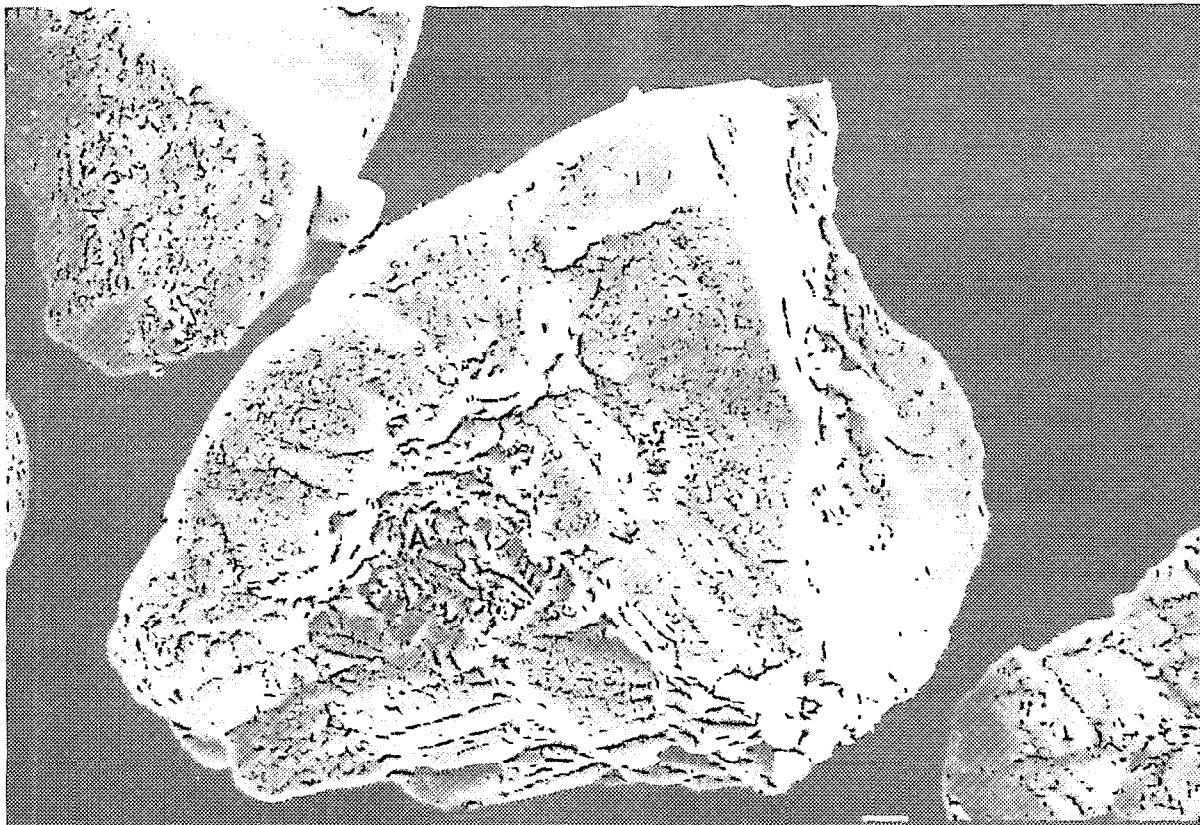


Photo n° 5 - BEN 39 (Cordon sableux ) - République de Guinée (grossissement : X 480).

Aspect subanguleux luisant du grain de quartz qui met en évidence des traces d'actions mécaniques (évolution en milieu marin). L'existence de dépôts dissous au fond de la dépression (A) montre que le grain a vraisemblablement séjourné dans la zone infratidale avant de se retrouver dans le cordon sableux.

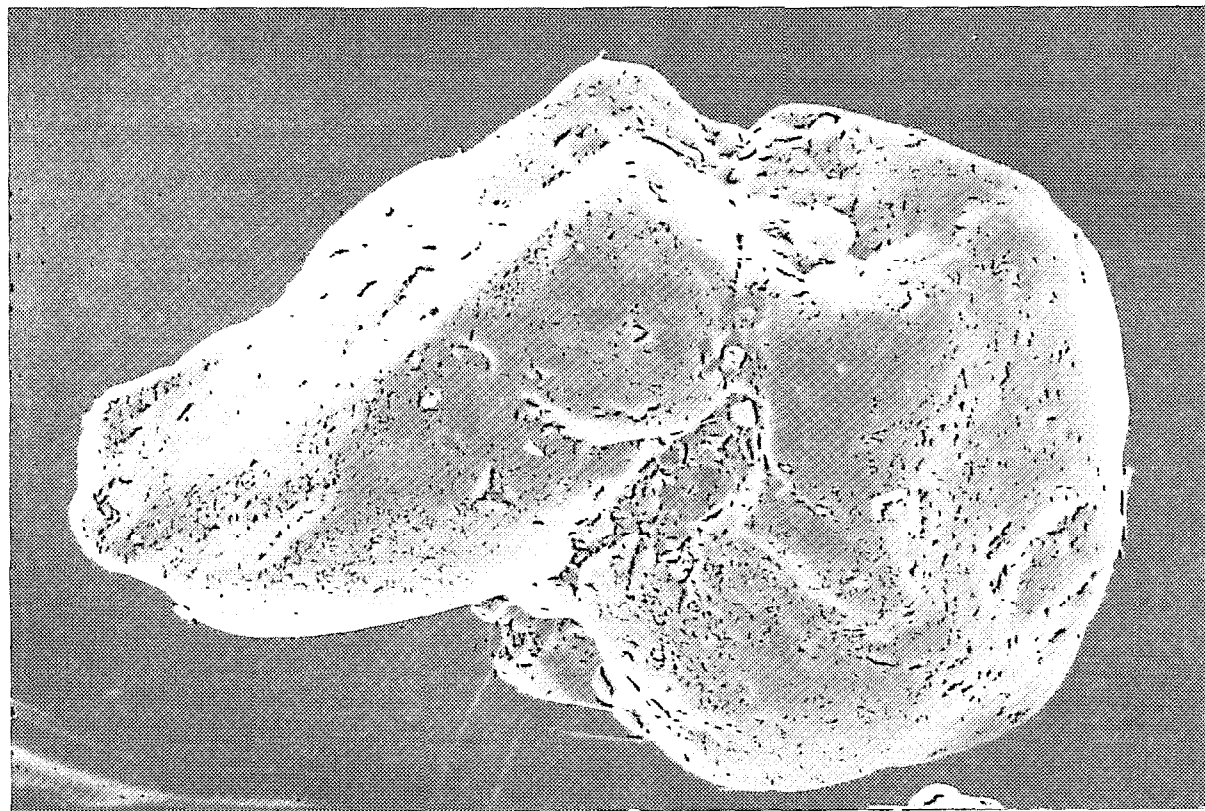


Photo n° 6 - BEN 35 (Cordon sableux ) - République de Guinée (grossissement : X 430).

Grain de quartz subanguleux luisant d'origine marine. Ce cliché montre par ailleurs une circulation des solutions dissolvantes qui s'est produite dans la dépression centrale (A), cette dernière faisant l'objet d'une attaque. L'évolution pédogénétique est à l'origine de ce type de quartz d'altérite avec, cependant des points de contacts qui ne mettent en évidence, ni des traces de chocs éoliens, ni des figures de dissolution.

Pour les deux premières unités, les observations effectuées par photographies aériennes et imagerie-satellites ont permis de cartographier à différentes échelles les formations des bancs sableux et les principales flèches littorales. Les premières, très mobiles, sont localisées dans les marges maritimes des estuaires ainsi que dans leurs parties internes, les secondes présentent, jusqu'au sud du Rio Cacheu, des formes très caractéristiques : Pointe de Sangomar, Presqu'île-aux-oiseaux, flèche de Varéla.. (Planches H.T.). Toutes les études de géomorphologie littorale entreprises dans ce domaine<sup>134</sup> mettent l'accent sur l'orientation nord-sud de ces flèches littorales récentes, conformément à la dérive dominante. Cependant, dès que l'on traverse la frontière entre la Sierra Léone et la Guinée, on les retrouve suivant une direction opposée, sud-nord. C'est le cas aux débouchés sur l'Atlantique du Rockel River et des fleuves Ribí et Kukuli. Parfois on observe ces flèches orientées sud-nord ou même ouest-est, comme c'est le cas sur le littoral Gambien<sup>135</sup>.

L'analyse des sédiments prélevés dans les bancs subtidiaux et au niveau des flèches sableuses récentes montre bien que leur origine est la même. Nous avons étudié, à titre d'exemple, le matériel des flèches du Saloum, de la Casamance, de la Guinée Bissau (secteur de Varéla) ainsi que les bancs sableux du Rio Geba, du Mansoa, de la Mellacorée et de certains chenaux du Saloum (rapport E.P.E.E.C., 1982, op. cit.).

#### II.4.1. Les résultats de l'analyse granulométrique des flèches et bancs sableux et leur interprétation

Quelques modèles de courbes sont présentés à la figure 98 ; elles indiquent que les médianes sont situées entre 100 et 200  $\mu\text{m}$ , les sédiments les plus fins étant localisés dans les parties distales des flèches. Cependant, les courbes cumulatives elles-mêmes ne font pas état de grandes différences ; elles sont sigmoïdes, bien redressées avec des valeurs de  $S_o < 0,95$ , indiquant que le matériel sableux est bien trié. Les valeurs de l'asymétrie (SK) sont toutes positives (parfois supérieures à 1) ; les sables fins et moyens constituent l'essentiel du matériel en place. Les valeurs de FH (facteur d'hydrodynamisme) sont toutes positives, très comparables à celles obtenues pour les cordons sableux (tabl. 64) ; elles traduisent un milieu de mise en place des sédiments à haute énergie. Les indices du grain moyen (T.M.) présentent, dans certains cas un gradient de tri très net.

L'exemple le plus frappant est celui des deux flèches de Niodior (dans le Saloum) situées dans la zone d'abri des houles dominantes et orientées sud-nord. Elles subissent en effet une triple influence :

- . celle de la houle du sud-ouest et de la dérive littorale induite sud-nord.
- . celle des houles diffractées provenant du nord-ouest.
- . et celle du courant de flot prédominant dans le régime fluvial du Saloum.

L'affinement du matériel sableux de la flèche externe, depuis le secteur proximal (racine de la flèche) jusqu'à la partie distale (extrémité de la flèche) a été bien mis en évidence par les résultats de l'analyse granulométrique (fig. 98).

Les courbes log-normales issues des tests de Visher appliqués aux sédiments des bancs et flèches sableux montrent des formes bien redressées où 90 à 95% des matériaux ont subi une phase de saltation, notamment dans les diamètres des grains compris entre 100 et 200  $\mu\text{m}$ . La population de suspension étant très faiblement représentée (moins de 2%) de même que les grains ayant subi un roulement (moins de 5%) (fig. 98).

---

<sup>134</sup> - E.S. Diop (1975, 1978, op. cit.) - A. Sy (1982) - M. Sall (1983, op. cit.).

<sup>135</sup> - Exemple de flèche littorale orientée sud-nord : celle au débouché de la rivière Allahern "ex-San Pedro River" à la frontière sud entre la Gambie et le Sénégal - exemple de flèche orientée ouest-est : celle du Cap St Mary ou de Banjul.

N° Echantillons	Ø5	16	25	50	75	84	95
ND 1 (Saloum)	3,0	2,82	2,64	2,32	2,16	1,83	1,49
D10 16 (Casamance)	3,32	3,16	3,0	2,82	2,48	2,40	2,10
ELI 1 (Casamance)	3,16	2,82	2,64	2,48	2,16	2,10	1,67
Pn Ois. (Casamance)	3,32	2,82	2,64	2,48	2,16	2,10	1,83

PARAMETRES TEXTURAUX DE QUELQUES ECHANTILLONS DE FLECHES SABLEUSES

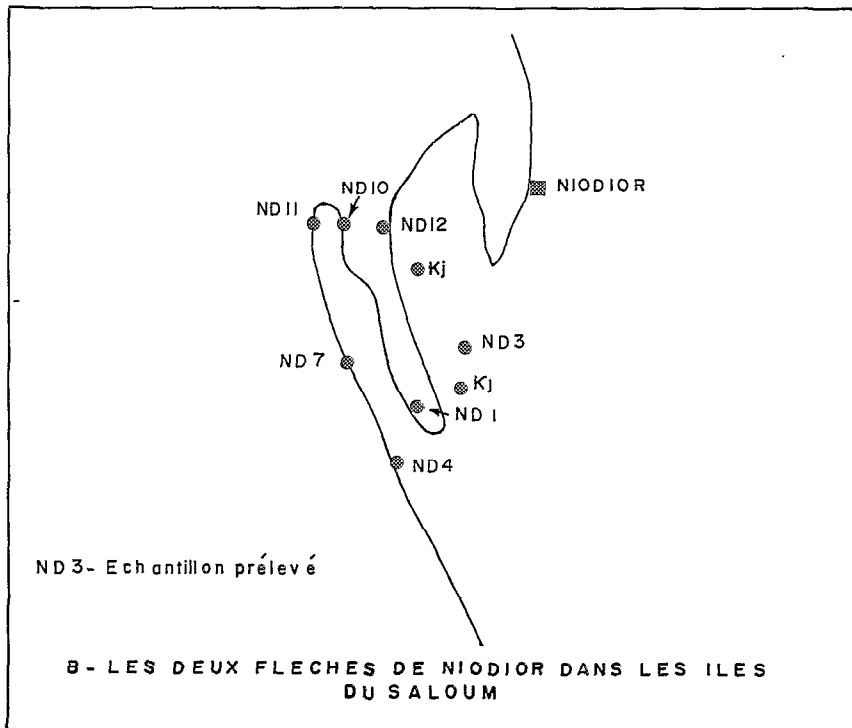
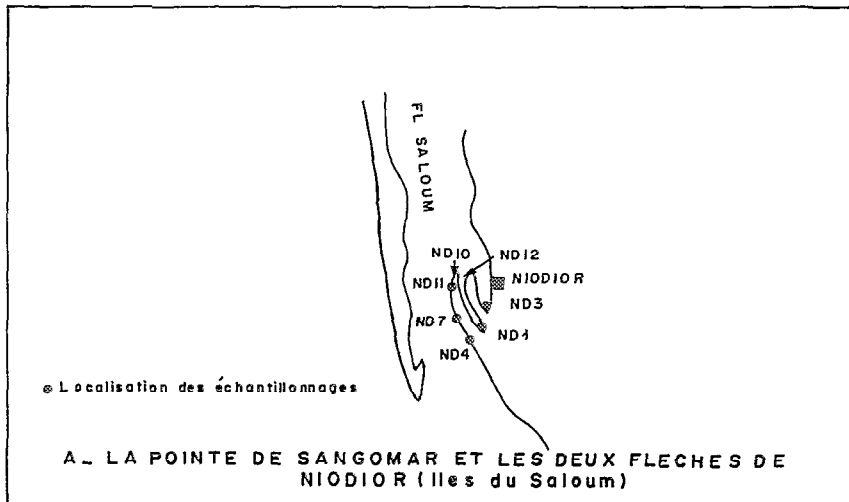
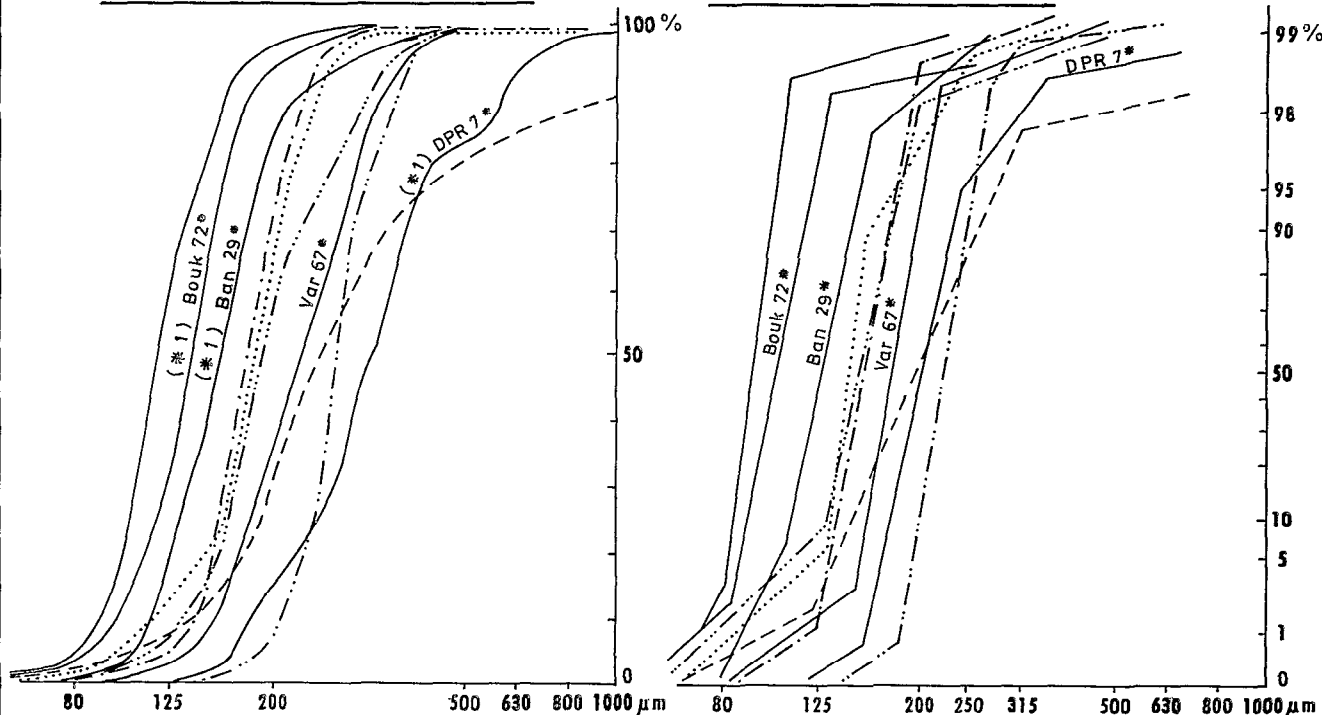


FIG.97-ETUDE DES FLECHES SABLEUSES DU LITTORAL DU SALOUM ET DE LA CASAMANCE



A - COURBES CUMULATIVES

B - TESTS DE VISHER

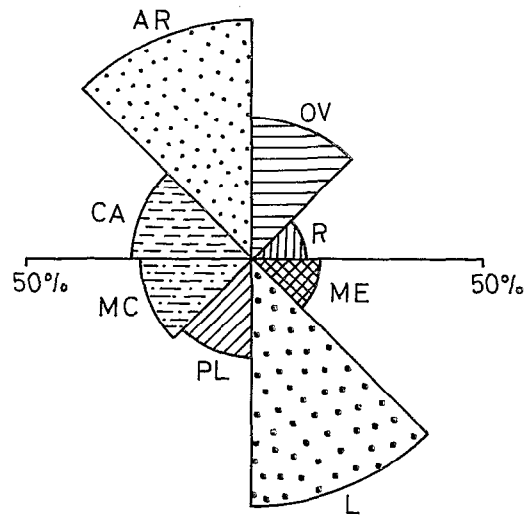


ECHANTILLONS	PROFONDEUR	LOCALITES
Pré.bis. 26 *	- 120 cm	Casamance. ....
Can 23 **	- 40 cm	Bolon Canchungo - - - -
Sao 33 *	- 100 cm	Sao Joao - - - - -
Cap 61 *	en surface	Cap Skiring - - - - -
Bak 40/*	- 80 cm	Bakau - - - - -
Geb 26 **	en surface	Rio Geba - - - - -
Var 67 *	en surface	Varéla Var 67

FIG.98- COURBES GRANULOMETRIQUES DE SEDIMENTS DE FLECHES\* ET DE BANCS SABLEUX\*\*

(\* 1) Les coordonnées et les caractéristiques de ces échantillons ont été reportées en annexes

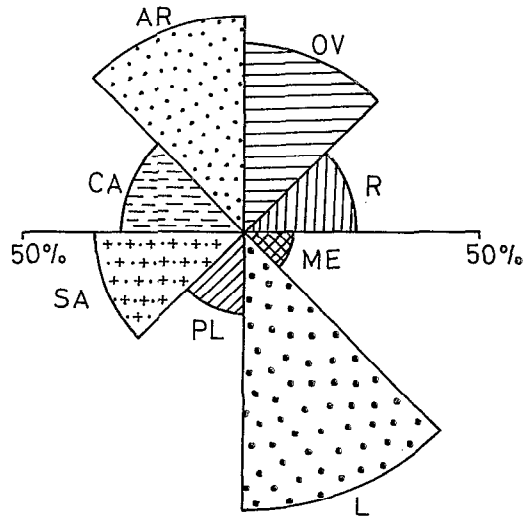
Types de forme \*



SAO 33

Etats de surface \*

Types de forme \*\*



GEB 26

Etats de surface \*\*

FIG.99 - OBSERVATIONS MORPHOSCOPIQUES DE LA FRACTION SABLEUSE DE FLECHES\* ET DE BANCS SABLEUX\*\*

**Tableau 66.- Paramètres granulométriques de sédiments de "pseudolunettes"  
et de terrasses de bordures\*\***

Echantillons	So	SK	SIG	SKg	Kg	SK1	FH	SIG*	T.M.
Kou 14**	0.78	0.90	-1.53	-0.11	0.94	-0.09	1.41	-0.71	2.06
Band 21*	0.90	0.92	-0.94	0.06	0.93	0.07	1.25	-1.46	3.30
Diog 8*	0.95	1.03	-0.53	-0.21	1.05	-0.21	1.21	-0.26	3.35
Band 22*	0.93	0.98	-0.65	0.08	0.89	-0.02	1.11	-0.30	3.21
Hil 19**	0.93	0.96	-0.66	0.12	1.54	-0.01	1.71	-0.35	2.50
Hil 13**	0.85	0.93	-1.04	0.29	1.16	0.10	1.48	-0.54	2.06

**Tableau 67.- Paramètres granulométriques de sédiments de flèches\*  
et de bancs sableux\*\*.**

Echantillons	So	SK	SIG	SKg	Kg	SK1	FH	SIG*	T.M.
Pre.ois. 26*	0.91	0.99	-0.66	-0.18	1.25	-0.26	1.47	-0.36	2.47
CAN 23**	0.66	0.83	-2.05	0.21	0.87	0.20	1.53	-0.94	1.53
Sao 38*	0.89	0.99	-0.67	0.19	0.93	0.16	1.15	-0.32	1.84
CAP 61*	0.95	0.99	-0.58	-0.21	1.82	-0.09	1.95	-0.32	2.80
Bak 40**	0.93	0.96	-0.67	0.19	1.03	0.16	1.25	-0.33	3.12
GEB 26**	0.87	0.98	-1.20	0.27	1.07	0.23	1.39	-0.55	2.21
VAR 67*	0.79	0.83	-0.97	0.24	0.62	0.10	1.08	-0.45	2.08
Dpr 7*	0.81	1.19	-1.32	-0.09	1.19	-0.07	1.53	-0.63	1.53
Bouk 72*	0.93	1.03	-0.59	-0.32	1.11	-0.18	1.34	-0.34	2.88
BAN 29*	0.95	1.07	-0.50	-0.16	1.96	-0.05	2.10	-0.33	2.56

Les observations effectuées à la loupe binoculaire sur ce même matériel montrent la part dominante des grains arrondis-luisants, avec parfois des ovoïdes et des grains à coins arrondis, ainsi qu'une proportion non négligeable de subarrondis dans les bancs sableux. Le façonnement marin est donc nettement mis en exergue, même si le matériel sableux montre parfois la superposition d'un faciès éolien (sédiments repris à partir des cordons sableux) sur un faciès marin typique. Les études plus détaillées au MEB de quelques échantillons ont confirmé les observations morphoscopiques (photos n° 7 et 8).

L'aspect des grains de quartz, coins arrondis et subarrondis luisants typiques, évoque la fréquence de ces formes polies par une évolution en milieu aquatique de haute et moyenne énergie (milieu marin en l'occurrence).

Les conditions d'évolution des flèches littorales par les houles et dérives induites sont telles qu'elle participent à la dynamique des bancs sableux subtidiaux mis en place dans les zones d'embouchure des estuaires des "Rivières du Sud". M. Sall (1983, op. cit.) a bien montré comment, dans le domaine nord, la charge solide de la dérive dans son cheminement vers le sud, intervient de manière très nette dans l'édification de bancs sableux, très mobiles, véritables bouchons des zones estuariennes. Il en est de même dans toute la région sud, où l'ampleur des formes développées, notamment à l'embouchure du Rio Geba, explique la mise en place des "deltas sous-marins" très étendus en saillie, beaucoup plus actifs que les nombreux bancs infratidaux des estuaires du Saloum et de la Casamance. Le rôle des conditions hydrodynamiques est ici primordial, particulièrement pour le Rio Geba et les fleuves guinéens qui disposent d'apports constants et substantiels en éléments fins ; les courants de jusant, très puissants, jouent dans ce dernier domaine le rôle de véritables "chasses d'eau" en marée descendante.



Photo n° 7 - Pre-ois 23 (Flèche sableuse récente) - Casamance (grossissement : X 120).

Aspect d'un grain de quartz subarrondi à arrondi luisant avec des arêtes bien polies et propres avec quelques traces en "V", formes fréquentes dans les milieux aquatiques de haute et moyenne énergie. De nombreuses traces de vermiculations apparaissent sur la face supérieure gauche où les traces en "V", visibles semblent être polies (1 et 2). Ce grain semble avoir évolué dans un milieu où les mises en mouvement de silice sont intenses.

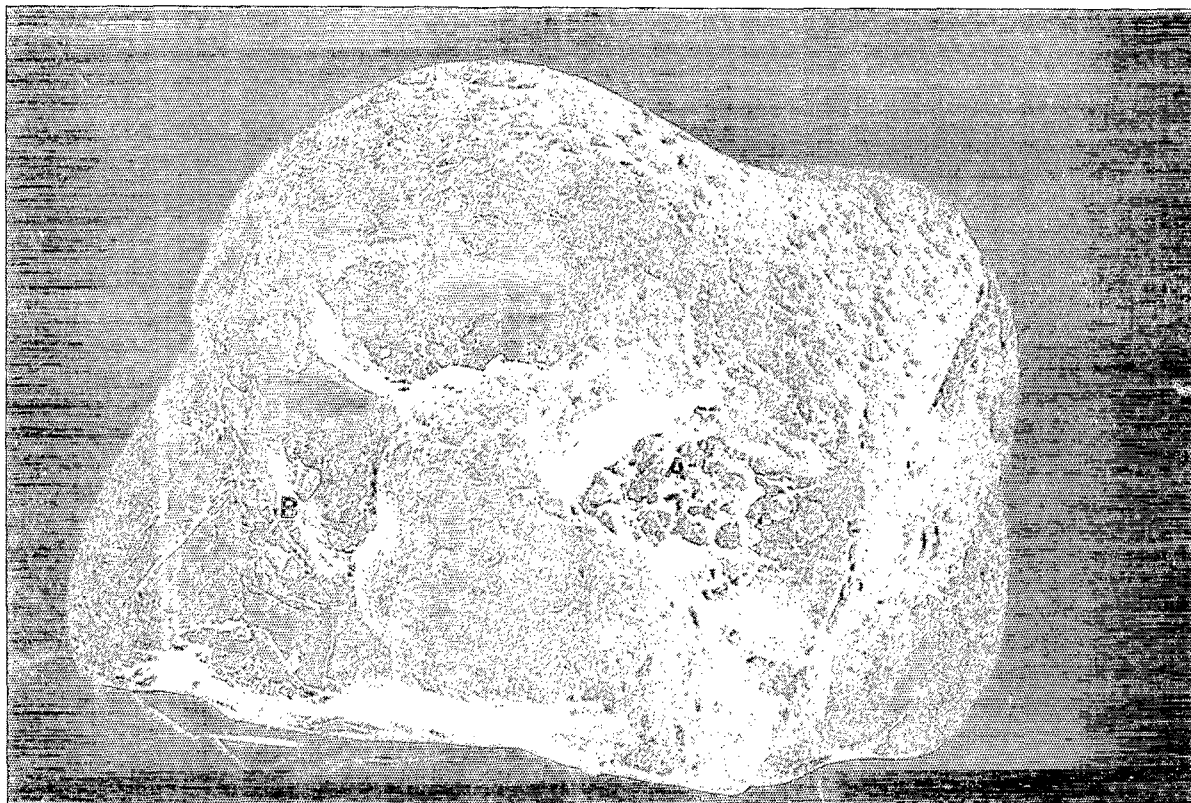


Photo n° 8 - KAL 10 (Banc sableux) - Casamance (grossissement : X 110).

Ce grain de quartz typique à coins arrondis présente plusieurs phases d'évolution :

- + un polissage en milieu aquatique qui a entraîné des traces de dissolution à la surface supérieure du grain.
- + une altération avec des dépôts dissous au fond des dépressions (A et B) et une épaisse pellicule qui enrobe le grain.
- + une reprise aquatique avec la disparition des écailles de la pellicule et un poliçage des arêtes.

Nous pouvons ainsi, en procédant par comparaison, nous rendre compte :

- . d'une part, de l'importance des bancs subtidiaux et des deltas de marée le long des "Rivières du Sud", et de la nécessité d'entretenir en permanence les zones d'embouchures et les chenaux de marée au prix d'incessants dragages pour les besoins de la navigation.
- . d'autre part, de leur inégal développement :
  - + au nord, dans le Saloum et en Casamance, le développement des séries de hauts fonds et des bancs infratidaux<sup>136</sup> très instables est dû en grande partie au transit sédimentaire issu de la dérive littorale nord-sud. S'y ajoutent des apports provenant des courants de jusant, constitués par les sédiments des cordons, tannes et vasières, perpétuellement remaniés.
  - + en Guinée Bissau, on assiste à la formation de "véritables deltas" sous-marins<sup>137</sup> consécutive, non seulement au stock sableux mobilisé par les dérives littorales nord-sud et sud-nord qui se rejoignent dans cette zone, mais surtout aux apports considérables provenant des bassins-versants des différents fleuves côtiers, comme le Rio Geba.
  - + sur le littoral de la république de Guinée, prédominent de véritables zones d'accumulation constituées d'éléments fins (argiles, silt...) apportés par les principaux fleuves côtiers : à marée basse, ces zones prennent l'aspect de surfaces découvrantes très étendues, localisées en avant des vasières à mangrove.

#### II.4.2. Les formations de "pseudolunettes"

Leur étude sera beaucoup plus localisée ; ces formations n'ayant été repérées que dans les zones estuariennes situées au nord de la Guinée Bissau. Elles ont été bien identifiées et caractérisées dans le Saloum (E.S. Diop, 1978, op. cit.) et en Casamance (J. Vieillefon, 1967, 1974, op. cit. ; M. Sall, 1983, op. cit.). Dans ces deux derniers milieux, et très localement en Gambie et dans la partie nord de la Guinée Bissau, les "pseudolunettes"<sup>138</sup> prennent l'aspect de micro-reliefs dont le matériel constitutif est issu de la surface des tannes nus à efflorescences salines. Ainsi, sur le littoral sénégal-mauritanien, ces accumulations éoliennes, sous forme de bourrelets au matériel très fin, connaissent un gradient de croissance du sud au nord. Il s'agit, dans les régions estuariennes du Saloum et de la Casamance de micro-formes qui dépassent rarement 60 cm de hauteur, et qui ne contrastent aucunement avec la topographie de ce paysage caractérisé par sa grande platitude. Plus au nord, en revanche (Delta du Sénégal, bordures des sebkhas du littoral mauritanien), ces bourrelets éoliens de granulométrie très fine connaissent leur plus grande extension (plus de 2 m de hauteur).

La présence de ces formes s'explique donc par l'accentuation de phénomènes éoliens liés aux climats semi-arides. Dans le Saloum et en Casamance, ces accumulations de sables très fins et de limons se constituent sur le rebord externe de certaines séquences de vasières-tannes en bordure du tanne vif, au contact avec le tanne herbu. Parfois, et notamment dans les Îles du Saloum, apparaît un autre faciès de "pseudolunette" dont C. Marius (1977) a signalé l'existence ; il s'agit des tannes dégradés, localisés au milieu des tannes vifs et dont le matériel superficiel très fin est d'origine éolienne. Quelques échantillons du Saloum ont été analysés à titre d'exemple.

---

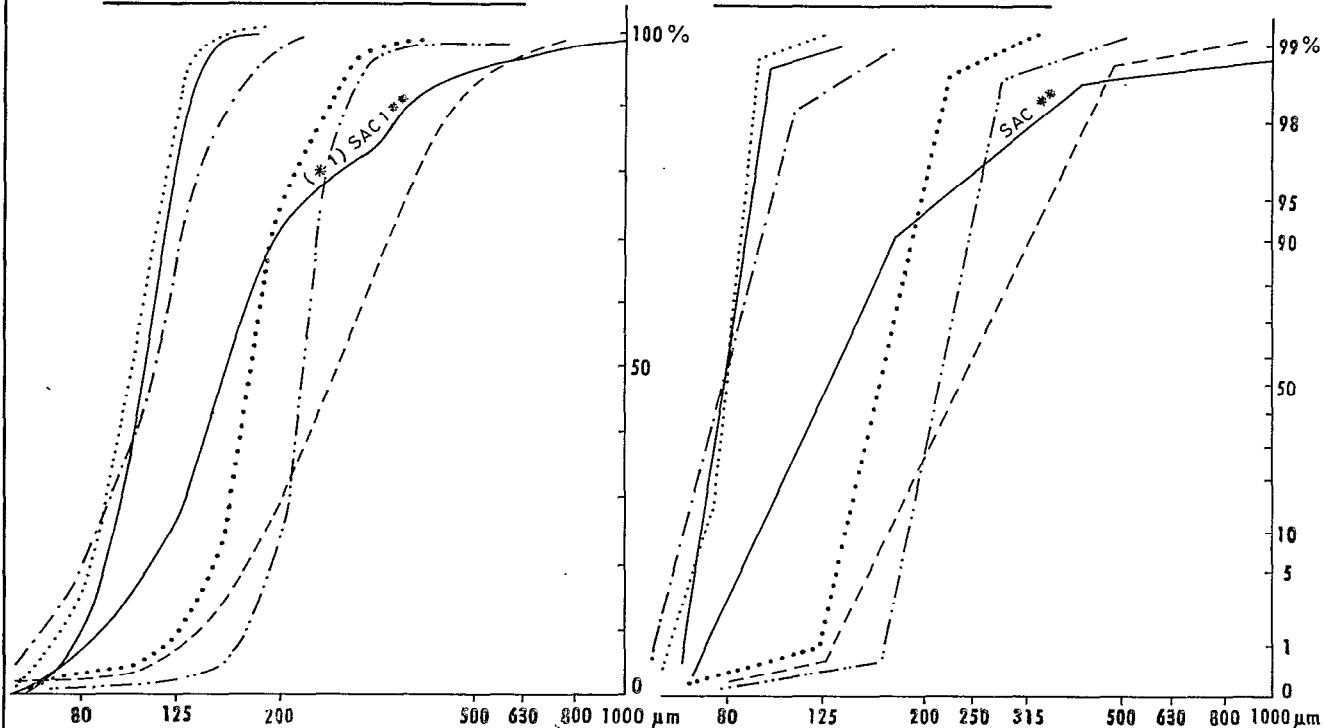
<sup>136</sup> - Il n'y a pas de différence entre les deltas sous-marins et les deltas subtidiaux. Comme leurs noms l'indiquent, ce sont de véritables deltas immergés même à marée basse, sous l'influence des courants de jusant et des apports substantiels en éléments fins de l'amont. L'exemple le plus typique est constitué à l'embouchure du Rio Geba.

<sup>137</sup> - En revanche, les bancs infratidaux ne présentent aucune forme géométrique particulière. Ce sont des hauts fonds très instables qui évoluent suivant le sens de la dérive littorale et des courants de flot et de jusant. Le cas du fleuve Saloum est particulièrement évocateur.

<sup>138</sup> - L'analogie des formes des "pseudolunettes" ainsi que leur genèse justifient leur appellation si on les compare aux lunettes, véritables bourrelets éoliens formés en région désertique à la périphérie des sebkhas.

**A - COURBES CUMULATIVES**

**B - TESTS DE VISHER**



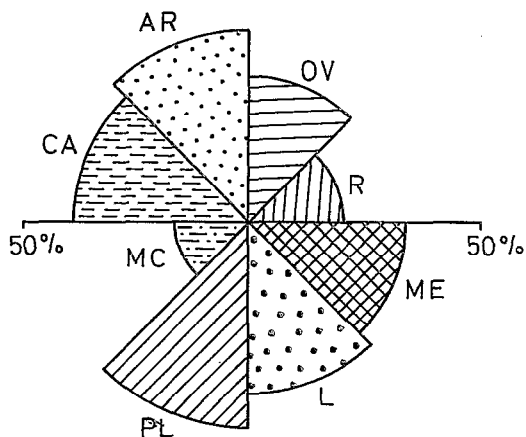
ECHANTILLONS	PROFONDEUR	LOCALITES
Kou 14 **	- 20 cm	Kouba (Casamance) -----
Band 21 *	en surface	Bandiacouta (Saloum) ———
Diog 8 *	en surface	Diogane (Saloum) ..... (*) SAC **
Band 22 *	- 40 cm	Bandiacouta (Saloum) - - - - -
Kal 10 (B.Sableux)	en surface	Kalissèye -----
Hil 19 **	- 60 cm	Hilol ..... (*) SAC **

**FIG.100-COURBES GRANULOMETRIQUES DE SEDIMENTS DE PSEUDOLUNETTES \* ET DES ZONES DE BORDURES \*\***

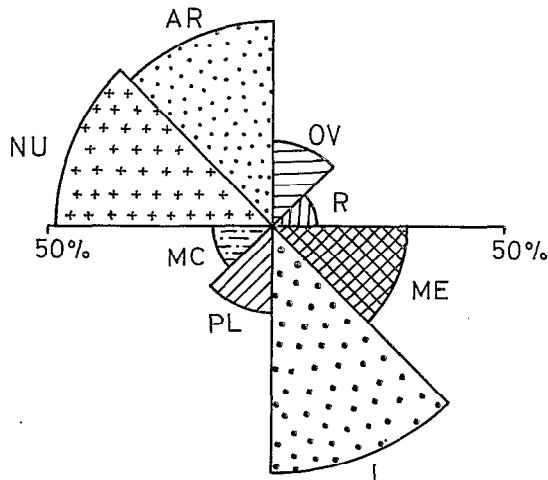
(\*) Les coordonnées et les caractéristiques de cet échantillon ont été reportées en annexes

Types de forme \*\*

Types de forme \*



BAND 21 \*\*



HIL 19 \*

Etats de surface \*\*

Etats de surface \*

**FIG.101- OBSERVATIONS MORPHOSCOPIQUES DE LA FRACTION SABLEUSE DE PSEUDOLUNETTES \*\* ET DE TERRASSES DES BORDURES \***

## *La granulométrie du matériel*

Les résultats obtenus indiquent un fort pourcentage des grains supérieurs à 50  $\mu$  (plus de 40%) avec des valeurs de la médiane inférieures à 90  $\mu$  ( $Q_1$  étant inférieur à 125  $\mu$  - fig. 100). Ce sont des sables bien triés avec un S.O < 0,95 et un écart-type faible (tabl. 67). Les pentes des courbes cumulatives sigmoïdes sont fortes avec un coefficient d'asymétrie (SK) inférieur à 1,03 traduisant dans certains cas une hétérogénéité du matériel (E.S. Diop, 1978, op. cit.).

L'examen à la loupe binoculaire de certains grains de quartz confirme l'importance des non-usés et des arrondis-luisants dans les tamis inférieurs (125  $\mu$  au moins). Quelques grains mats éoliens apparaissent dans les tamis supérieurs à 160  $\mu$ . Ces sédiments, même s'ils sont aisément mobilisables par le vent, ont conservé leurs caractères initiaux de sables marins. Leur origine est purement locale, à partir des sédiments de tannes nus.

Au total, nous pouvons constater que l'importance des accumulations de poussières éoliennes sous forme de "pseudolunettes" témoignent du dessèchement progressif du climat vers le nord et d'une déflation éolienne qui s'est accentuée ces dernières années. De pareilles formations n'ont pas été observées dans les estuaires guinéens, au sud du Rio Mansoa.

Localement, la présence du faciès de dessalement de ces "pseudolunettes", consécutif au lessivage périodique qu'elles subissent en saison des pluies, tend à s'accroître vers le sud, du Saloum vers la Casamance notamment (M. Sall, 1983, op. cit.). Le sel est entraîné en profondeur, le matériel du bourrelet se tasse, aboutissant à un aplatissement de ces micro-reliefs. L'installation d'une végétation non strictement halophile va donc être favorisée, comme cela a été observé dans les Iles du Saloum (C. Marius, 1984; op. cit. ; E. S. Diop, 1978, op. cit.).

### **II.4.3. Les formations des terrasses de bordure**

En dehors des cordons sableux<sup>139</sup>, bien caractérisés par leur morphologie et la sédimentologie de leur matériel, plusieurs échantillonnages, à titre de comparaison, ont été réalisés dans les formations de terrasses. Il s'agit le plus souvent de sédiments hétérogènes où en plus des sables et des argiles, on retrouve des débris de cuirasse, des microconglomérats gravillonnaires et parfois des dépôts éoliens. L'analyse de la fraction sableuse a été faite et confirme, par l'étalement des courbes de fréquence granulométrique, le caractère hétérogène de ces sédiments (valeurs des quartiles comprises entre 125 et 315  $\mu$  - fig. 100).

### **Observations granulométriques et interprétations**

Les courbes présentées sur la figure 100 sont sigmoïdes avec des pentes plus faibles que celles précédemment étudiées et leur matériel est moins bien trié. La part relativement importante des éléments grossiers, de même que la nature bimodale de l'histogramme de fréquence, montrent, par ailleurs, que ce sédiment est moins homogène que celui du cordon sableux.

Du reste dans certains cas, les courbes granulométriques apparaissent sous forme logarithmique, caractéristiques des dépôts mal triés - E. S. Diop (1978, op. cit.) ; D. Dinla (1984).

Ces observations sont confirmées par l'examen morphoscopique qui met en évidence une part non négligeable d'arrondis-luisants dans les tamis supérieurs (200  $\mu$  ou plus - fig. 101) ; tandis que les non-usés et grains cassés prédominent dans les tamis inférieurs. Quelques mats éoliens ressortent également, traduisant la présence d'un matériel remanié par le vent dans les dépôts de surface. Les tests de Visher, appliqués aux sédiments, mettent l'accent sur les deux

<sup>139</sup> - Leur étude dans le 4<sup>ème</sup> partie a montré qu'il ne fallait pas les confondre avec des terrasses marines ou des terrasses colluvio-alluviales de bordures.

phases essentielles que subissent les populations des grains : saltation et roulement ; tandis que 1% du matériel semble concerné par les phénomènes de suspension (fig. 100).

La plupart de ces terrasses, dont l'altitude est relativement élevée, ourlent les régions de bordure (Plateau du "Continental terminal" au nord ; plateaux gréseux guinéens au sud). L'origine de leurs matériaux, hétérogène, semble ainsi plus affiliée à des formations continentales (formations colluvio-alluviales)<sup>140</sup> qu'à des sédiments marins. En revanche dans les zones internes des estuaires, les cordons sableux caractéristiques par leurs alignements typiques (nord-sud ou nord-ouest/sud-est), leur morphologie, leur topographie (côte d'altitude I.G.N. : +2 à +4 m) et leurs sédiments toujours homogènes, relèvent d'une mise en place propre à la dérive littorale prédominante de l'époque et au transit sur la côte.

#### II.4.4. Les "kjökkenmöddinger" ou amas artificiels de coquilles

L'origine de ces dépôts que l'on retrouve un peu partout dans ces régions estuariennes s'explique par une consommation et une exploitation à grande échelle, du Néolithique à nos jours, de la chair de plusieurs coquillages dont les principales espèces sont *Anadara senilis* (arches) et *Crassostrea gasar* (huîtres de palétuviers). Le caractère anthropique, d'abord mis en doute, est désormais admis par tous, attesté par les tessons de poterie, les os de poissons et de mammifères, les niveaux cendres, les ossements... que renferment ces dépôts (G. Thilmans, 1985).

Les amas les plus importants de la côte sénégalaise, d'après les travaux de nombreux préhistoriens<sup>141</sup>, sont ceux de la côte au sud du Cap Vert, et plus particulièrement ceux de l'estuaire du Saloum (ces derniers étant les mieux connus et les plus spectaculaires). Nos recherches sur le terrain ne nous ont pas permis de déceler ces types d'amas coquilliers en république de Guinée. Mais, en revanche, à Bolama (dans l'Archipel des Bissagos) et à Canchungo, des "monticules" de coquilles, de très faible ampleur, surmontées par *Adansonia digitata* ont été localisées. D'autres accumulations artificielles ont été repérées le long du fleuve Gambie (sur la route de Bakau et à Brefet) ainsi que dans sa partie aval. On les retrouve par ailleurs en Casamance : à Niomoune, dans la région de Samatit-Kagnout, à Diembéring... cependant, les plus remarquables, tant par leur nombre que par leurs dimensions parfois considérables, demeurent celles des Iles du Saloum qui serviront d'exemples pour cette étude.

Les "kjökkenmöddinger" de l'estuaire du Saloum, au nombre de 234 dont 29 de grandes dimensions (selon le dernier recensement du laboratoire de préhistoire de l'I.F.A.N.<sup>142</sup>) sont facilement repérables par leurs formes : ce sont des buttes isolées peuplées d'*Adansonia digitata*. D'après nos observations sur le terrain et à partir des survols aériens de la zone, nous les retrouvons sur différentes unités géomorphologiques :

- . soit sur des terrasses légèrement surélevées, comme c'est le cas à Djirnda, à Oudoulo, à Bandiala, dans l'île de Gouk...
- . soit, le plus souvent sur des cordons sableux, par exemple à Dionewar, à Niodor, à Bétanti, à Falia...
- . soit plus rarement, sur d'anciens bancs sableux émergés, comme c'est le cas à Diorom Boumak.

140 - Leurs profils pédologiques montrent plusieurs horizons : un niveau supérieur de sable gris, un niveau sous-jacent plus épais de sable beige plus compact, limoneux avec parfois des gravillons, un niveau inférieur plus argileux constitué de sable rouge, jaune, tacheté par les oxydes de fer. Le profil du cordon sableux proprement dit est nettement plus homogène, même évolué ; il est constitué de sable beige épais.

141 - R. Mauny (1953, 1961), C. Descamps, G. Thilmans (1977, 1979), V. Martin & Ch. Becker (1984)...

142 - G. Thilmans (1985, op. cit.)

Toute une chronologie a été établie par la tradition orale concernant ces amas coquilliers. C'est probablement depuis le Néolithique<sup>143</sup> que des populations anciennes ont consommé en grande abondance ces huîtres et arches qui vivaient dans les lagunes environnantes. Certains amas sont aujourd'hui éloignés des rives actuelles des bôlons ou sont complètement enclavés dans la mangrove ; ce qui pose, d'après G. Thilmans (1985, op. cit.), le problème d'éventuelles modifications du tracé du réseau estuarien survenues au Subactuel, par colmatage ou comblement...

#### *Les données de radiochronologie de l'amas coquillier de Diorom Boumak*

Diorom Boumak, situé sur la rive ouest du Bandiala, dans les Iles du Saloum, se trouve parmi les amas coquilliers les plus importants actuellement mis à jour. D'une longueur de 400 m, large d'une centaine de mètres, il culmine environ à +12 m (côte I.G.N.).

Nos observations faites sur l'abrupt bordant le Bandiala (rebord oriental de l'île) indiquent par endroits des stratifications très nettes : par exemple, des niveaux d'arches qui alternent avec des niveaux d'huîtres mêlés à des passages cendreuse et à des débris de poterie. L'espèce dominante demeure cependant *Anadara senilis* à laquelle se joignent *Crassostrea gasar* (qui dépasse parfois 15 cm de long) et, sous forme de lentilles très localisées, *Tagelus angulatus*, *Conus papilionaceus*... (C. Descamps et al., 1974, 1979).

Par ailleurs, les fouilles effectuées depuis 1951 par R. Mauny, H. Bessac... et surtout celles de G. Thilmans et C. Descamps (1974, 1977, 1979...), ont bien mis en évidence à Diorom Boumak, un nombre important de tumulus comportant énormément d'inhumations<sup>144</sup>. Des datations au radiocarbone ont été réalisées sur des échantillons d'*Anadara senilis* prélevés sur l'abrupt de Diorom Boumak à raison d'un par mètre (G. Thilmans, 1985, op. cit.). Les résultats (MC-581 à MC-590) varient de  $1580 \pm 80$  B.P. à  $1140 \pm 80$  B.P. soit entre 370 et 810 après J. C. (du IV<sup>e</sup> au IX<sup>e</sup> siècle de notre ère). La vitesse d'accumulation, 9 m de dépôt en quatre siècles et demi, est du même ordre de grandeur que celle observée à Faboura, gigantesque amas situé à 8 km au NW de Ndangane, complètement disparu actuellement<sup>145</sup>. Dans cet amas situé à 30 km au NW de Diorom Boumak, la vitesse d'accumulation d'après quinze datations au <sup>14</sup>C a été de 7 m de dépôt en 6 siècles (G. Thilmans ; op. cit.). De même, les datations effectuées sur des échantillons de charbon de bois, d'ossements humains et de coquilles prélevés dans les tumulus varient du VIII<sup>e</sup> au XIV<sup>e</sup> siècle.

Au total, ces séries d'âges obtenus grâce au <sup>14</sup>C, portant sur des dépôts artificiels et éléments enfouis, semblent rythmer la phase ultime de l'alluvionnement. Elles sont donc intéressantes à considérer dans la datation des différentes phases de comblement ou de colmatage des anciens "golfs estuariens". Leurs analyses fines<sup>146</sup> peuvent permettre de se rendre compte des modifications écologiques survenues dans les milieux environnants.

L'importance paléogéographique de l'étude des "kjökkenmöddinger" dans les zones estuariennes n'est plus à démontrer. Ainsi, la datation de la base des amas coquilliers des Iles du Saloum peut nous renseigner sur le début de l'alluvionnement récent. Nous avons observé, par ailleurs, pour le cas de Diorom Boumak, que son niveau inférieur semble envahi par la mer depuis plusieurs dizaines d'années et que la base de ce "kjökkenmöddinger" qui se trouve dans la zone de balancement des marées est sapée sur plus de 60 cm<sup>147</sup>. Ces faits viennent précisément corroborer deux observations :

143 - G. Thilmans (1985, op. cit.) pense à l'âge des métaux pour les "kjökkenmöddinger" des Iles du Saloum.

144 - De nombreux objets de parure, des armes, ainsi que des poteries funéraires... ont été mis à jour à partir de ces inhumations.

145 - Du fait de son exploitation intensive lors des travaux de bitumage et de remblai de la route de Ndangane et de la piste de Djifère.

146 - Puisque portant sur des espèces faunistiques caractéristiques de l'époque à laquelle elles ont été ramassées.

147 - In E.S. Diop, 1978, op. cit.).



- d'une part, celle de M. Plaud (1967) qui avait signalé que le niveau d'*Anadara* se situait à une côte négative et que les Iles du Saloum semblaient s'être enfoncées à une période récente ou actuelle.
- d'autre part, celle de P. Elouard et J. C. Rosso (1977) qui déduisent de leurs analyses que cette région se trouve dans une zone de subsidence<sup>148</sup> où le niveau marin varie de façon positive.

Ces deux conclusions confirment, sur un plan plus général, les observations de G. Einsele *et al.* (1975) qui considèrent que certains indices très nets d'érosion le long de ce littoral, sont le témoignage d'une légère remontée récente du niveau marin<sup>10</sup>.

## CONCLUSION À L'ÉTUDE DES GRANDES UNITÉS GÉOMORPHOLOGIQUES

Au terme de cette analyse, consacrée à l'étude comparée des unités géomorphologiques, plusieurs formes et formations combinant des caractéristiques communes de sédimentation de milieux estuariens ont pu être mises en évidence. Leur cartographie sur l'ensemble de la zone étudiée, soit sur plus de 700 km de long (pl. H.T.) a permis de montrer leur remarquable constance. A la suite de M. Sall (1983, op. cit.), un certain nombre de grandes formations ont pu être classées et cartographiées en fonction de la dimension du taxon considéré :

- . des formes majeures, regroupant les vasières à mangroves associées aux tannes, les cordons sableux et les chenaux de marées dont le rôle, au point de vue évolution des milieux estuariens, est essentiel.
- . des formes moyennes avec les flèches sableuses, les "kjökkenmöddinger", les bancs sableux et les terrasses de bordure.
- . des formes mineures telles que les lunettes ou "pseudolunettes" circonscrites au domaine nord, mais aussi les berges érodées des chenaux de marées, les secteurs d'envasement...

Il importe, cependant, dans cette classification de préciser que certaines unités géomorphologiques demeurent spécifiques aux régions septentrionales (tannes nus à efflorescences salines très étendus) tandis que d'autres formations (flèches et cordons sableux) conservent les mêmes caractères sur l'ensemble de la zone, même si elles sont plus souvent tronçonnées et aménagées au sud.

L'étude sédimentologique détaillée de toutes ces unités a nécessité aux fins de comparaison plusieurs méthodes d'analyses. Les indices aréniques ou pélitiques obtenus pour les sédiments des vasières et des tannes montrent un affinement de ces formations qui est très net du nord au sud. Ces résultats ont été confirmés à la suite des analyses granulométriques plus précises. De même, les données relatives aux sédiments des chenaux de marée, dans les régions aval, ont révélé un type de sédimentation à caractère sableux dans le nord, contrairement au sud où la sédimentation devient plus fine avec un taux de pélites et de matières organiques plus élevé.

L'importance de la fraction argileuse dans les formations géomorphologiques prédominantes (cas des séquences vasières/tannes) a été établie. Les résultats d'analyses aux R.X. ont montré la présence du même cortège minéralogique avec une kaolinite largement dominante. Une évolution se manifeste cependant vers le sud avec l'illite qui disparaît progressivement, laissant la place à une apparition fréquente d'interstratifiés. La pauvreté en carbonate de calcium est un phénomène constant sur tous les profils mais les pourcentages en matières organiques tendent à augmenter vers le sud.

---

<sup>148</sup> - Si dans le sud, les phénomènes de subsidence ont été relativement bien mis en évidence, on ne dispose, par contre, que d'hypothèses non encore vérifiées de la récente remontée du niveau marin.

En définitive, ces milieux de sédimentation sont à mettre en rapport avec les conditions climatiques, hydrologiques et hydrodynamiques propres à chaque estuaire avec, dans leur ensemble, des sédiments de type terrigène détritique où prédomine le quartz<sup>149</sup>. Au nord, le type de sédimentation à caractère grossier s'explique par l'agressivité du climat sahélien. Dans les régions guinéennes du sud, nous assistons à une sédimentation plus fine avec d'importants apports en petites particules, favorisée notamment par la tendance plus humide du climat.

Le rôle du climat sur le type de sédimentation actuelle est donc une réalité dont il importe de tenir compte dans ces milieux estuariens. Il permet de comprendre l'extension considérable des tannes nus au nord par rapport au sud, où ce sont plutôt les tannes herbus qui se trouvent associés aux vasières à mangroves.

Ces facteurs d'évolution morphogénétique des estuaires ont des répercussions plus ou moins directes sur les rapports sols-végétation. Cet aspect sera abordé dans la 5<sup>ème</sup> partie.

---

<sup>149</sup> - Ce qui indique, sur ce plan, une grande monotonie des échantillons.

## COMMENTAIRES DES DIAPOSITIVES

**Photo 1** : Image en composition colorée de la Basse-Casamance : les grandes unités physiographiques ressortent bien, de même les eaux de turbidité et/ou de profondeur différentes - image fév. 79 - Landsat.

**Photo 2** : Mangroves à *Rhizophora racemosa* de Guinée Bissao - prise de vue E.S. DIOP - Marée descendante.

**Photo 3** : Mangroves du nord du Saloum Sénégal affectées par les effets de l'hyper-salinisation. L'extension des tannes se fait ici au détriment de la mangrove - photo de E.S. DIOP.

**Photo 4** : Autre prise de vue de la mangrove désaffectée du nord du Saloum avec une extension progressive des tannes - photo E.S. DIOP.

**Photo 5** : Prise de vue en infrarouge couleur de la "Pointe aux Mangroves" des Iles du Saloum (juste au nord du bolon de Falia). Les turbidités différentes des eaux ressortent bien, de même que la gradation des couleurs qui montre une belle mangrove chlorophyllienne (en rouge) qui se dégrade progressivement pour passer dans le cas extrême aux tannes nus - photo IGN/France (simulation SPOT).



Photo 1



Photo 3



Photo 4



Photo 2



Photo 5

**CINQUIÈME PARTIE**

**MILIEU NATUREL, AMÉNAGEMENT ET  
CARTOGRAPHIE**

## CHAPITRE I

# LES FACIÈS VÉGÉTAUX ET LEURS RAPPORTS AVEC LES UNITÉS MORPHOLOGIQUES ET PÉDOLOGIQUES CARTOGRAPHIE INTÉGRÉE ET PROBLÈME D'AMÉNAGEMENT

### INTRODUCTION

Dans les régions estuariennes étudiées, le problème majeur qui se pose aux divers groupements végétaux est celui de leur adaptation aux conditions écologiques particulièrement contraignantes qui y règnent : régime de submersion et de salinité, phénomènes d'acidification des sols, dynamique actuelle du milieu... Nulle part ailleurs en Afrique de l'Ouest, l'existence de groupements phytosociologiques ne peuvent être mieux délimités<sup>150</sup> que dans ces domaines estuariens, où la répartition de la végétation relève de critères édaphiques, hydriques et topographiques déterminants qui conditionnent à la fois son aspect d'ensemble et son évolution.

Les recoupements étroits entre les cartes de grandes unités morphologiques et végétales (planches H.T.) et les cartes pédologiques<sup>151</sup> illustrent bien cette interdépendance<sup>152</sup>. La répartition du couvert végétal des marais à mangrove est, de fait, liée à une zonation qui est commandée par la topographie et par la nature du substratum.

### 1. LES PRINCIPAUX GROUPEMENTS VÉGÉTAUX : SOLS CARACTÉRISTIQUES ET ASPECTS PHYSIONOMIQUES

#### 1.1. Formations pédologiques et groupements végétaux des vasières

Toutes les études pédologiques, géomorphologiques, biogéographiques,... réalisées dans les vasières à mangroves des "Rivières du Sud"<sup>153</sup> montrent que la pédogenèse est essentiellement orientée par la durée de la submersion<sup>154</sup> et la nature du substrat<sup>155</sup>. Si l'on compare, du Saloum à la Mellacorée, les types de sols qui prédominent en tant que domaines d'élection des peuplements de mangrove, on retrouve :

- d'une part, ceux qui sont développés dans le sud, sur des vases fines épaisses et profondes le long des grands fleuves guinéens, exception faite des zones littorales où le sol est peu épais ou même constitué par une cuirasse latéritique ou un substrat sableux : c'est le cas autour de Conakry, sur le littoral de Douprou, de Bissau, à l'Iheo-do-Rei...
- d'autre part, ceux qui sont constitués par des argiles homogènes, en particulier dans les parties amont des fleuves Gambie, Casamance, alors que plus en aval et dans le domaine estuarien du

---

150 - Notion de groupements phytosociologiques au sens de R. Schnell (1971), t. 2, p. 835.

151 - Les cartes pédologiques les plus significatives sont celles du Saloum, de la Casamance, de la Guinée Bissau et de la République de Guinée, réalisées respectivement par C. Marius (1977), J. Vieillefon (1975), Scet International (1978), A. Kawalec (1977) et le Senasol (1980).

152 - Certains auteurs (A. Kawalec, 1977 ; S. Lisowski, 1979 ; Scet International, 1978...) ont même préconisé, du fait de cette interdépendance, une étude systématique de la végétation (en particulier dans des conditions naturelles non dégradées) pour faciliter la reconnaissance et la délimitation des principaux types de sols.

153 - R. Schnell (1971) ; A. Kawalec (1977) ; C. Marius (1977, 1984) ; E.S. Diop (1978) ; Senasol (1978, 1979) ; F. Blasco (1983)...

154 - . par les marées dans le domaine nord.

. par les marées et les apports d'eau de l'amont dans les régions guinéennes.

155 - Ce substrat est généralement constitué par des alluvions de types vaseux très fin, mais aussi par un matériel sableux et même cuirassé sur les littoraux guinéens.

Saloum, la texture est plus hétérogène à dominance sableuse (EPEEC, 1982 ; C. Marius, 1984).

Les formations vaseuses, largement représentées, correspondent à des "sols minéraux bruts" sur vases marines ou à des "sols peu évolués organiques" et "potentiellement acides" selon C. Marius (1977, 1984). Sur la carte pédologique au 1/500 000<sup>e</sup> du littoral guinéen, ces sols sont intitulés "sols peu évolués fluvio-marins organiques et très profonds" avec comme contraintes majeures, la présence permanente de la nappe, la salinité et l'acidité potentielle (A. Kawalec, 1977). Leur définition est plus sommaire sur les cartes des potentialités agricoles de la Guinée Bissau (1978) où ils sont désignés comme des "sols salés ou acidifiés sous mangroves". Il est vrai, par ailleurs, que sur les côtes guinéennes (Guinée Bissau et république de Guinée), les substrats cuirassés et sableux représentent un autre support pour la végétation de mangrove ; mais elle est, dans ce cas, très éparse et rabougrie. En tout état de cause, ces sols ne constituent nullement les formations pédologiques typiques de la mangrove, loin de là. En fait, les profils les plus caractéristiques mettent en évidence une vase épaisse possédant une certaine plasticité qui se manifeste par sa thixotropie (R. Schnell, 1971). Ces vases sont très meubles, riches en racines et radicelles de *Rhizophora* notamment (fig. 102). Leur teneur en eau est très élevée ; elle dépasse généralement la saturation, d'après nos mesures. De même, leur teneur en matières organiques peut atteindre 8 à 13%, avec un enrichissement vers le sud puisque R. Schnell (1971) a obtenu sur les vases de la Guinée, des taux de matières organiques situés entre 10 et 20%. Par ailleurs, la présence quasi-constante au sud de sédiments argilo-sableux à argileux bariolés, riches en matières organiques et à l'aspect gris bleuté<sup>156</sup>, peut expliquer les accumulations de sesquioxides de fer dans ce milieu anaérobie. Cet aspect gris-foncé à noirâtre du matériel serait dû aux sulfures de fer colloïdaux (parmi lesquels la pyrite) qui proviennent, d'après F. Ottman (1965), de la réduction des sulfates de l'eau de mer en sulfures, sous l'action des sulfo-bactéries. Les différents auteurs, notamment les pédologues spécialisés dans les études de mangroves tropicales, aboutissent aux mêmes conclusions : J. Vieillefon (1974) ; C. Marius (1976, 1977, 1984...).

Ce milieu vaseux très fluide, où l'on s'enfonce très facilement dès que l'on y pénètre, pose un certain nombre de problèmes pour la fixation de la végétation. Cependant, malgré ces conditions écologiques très difficiles (régime de forte salinité, hydromorphie permanente, extrême fluidité du matériel vaseux, parfois acidité potentielle...), certaines espèces végétales ont réussi à s'adapter à ce support. Ce sont des formations de palétuviers appelées de manière plus générale "la mangrove". Nos observations nous ont permis de noter que cette végétation, dans l'ensemble de la zone étudiée, se présentait sous trois grandes formes :

- + une mangrove primaire avec peu de déboisements, rarement perçue dans notre domaine d'étude.
- + une mangrove secondaire, en revanche très fréquente résultant de l'exploitation de la mangrove primaire. Elle peut être bien développée d'aval en amont dans les régions sud-guinéennes, en fonction du gradient de décroissance de la salinité. Mais elle peut montrer, au contraire, comme sur la bordure nord du Saloum, des signes de dégradation avec un accroissement des individus morts au fur et à mesure que l'on monte vers l'amont et que la salinité s'accroît<sup>157</sup>.
- + une mangrove aménagée en rizières, fréquente elle aussi.

Dans l'ensemble des "Rivières du Sud", la zonation demeure néanmoins la même. Mais, du point de vue taille, hauteur, circonférence moyenne, état phénologique, état sanitaire et régénération... les espèces développées dans les régions guinéennes sont nettement plus importantes que celles du nord qui subissent les effets beaucoup plus contraignants d'une

---

156 - R. Schnell (1971) fait état, dans ces profils, de l'existence de teinte bleuâtre correspondant à du fer réduit qui apparaît en profondeur.

157 - Voir 2<sup>ème</sup> partie.

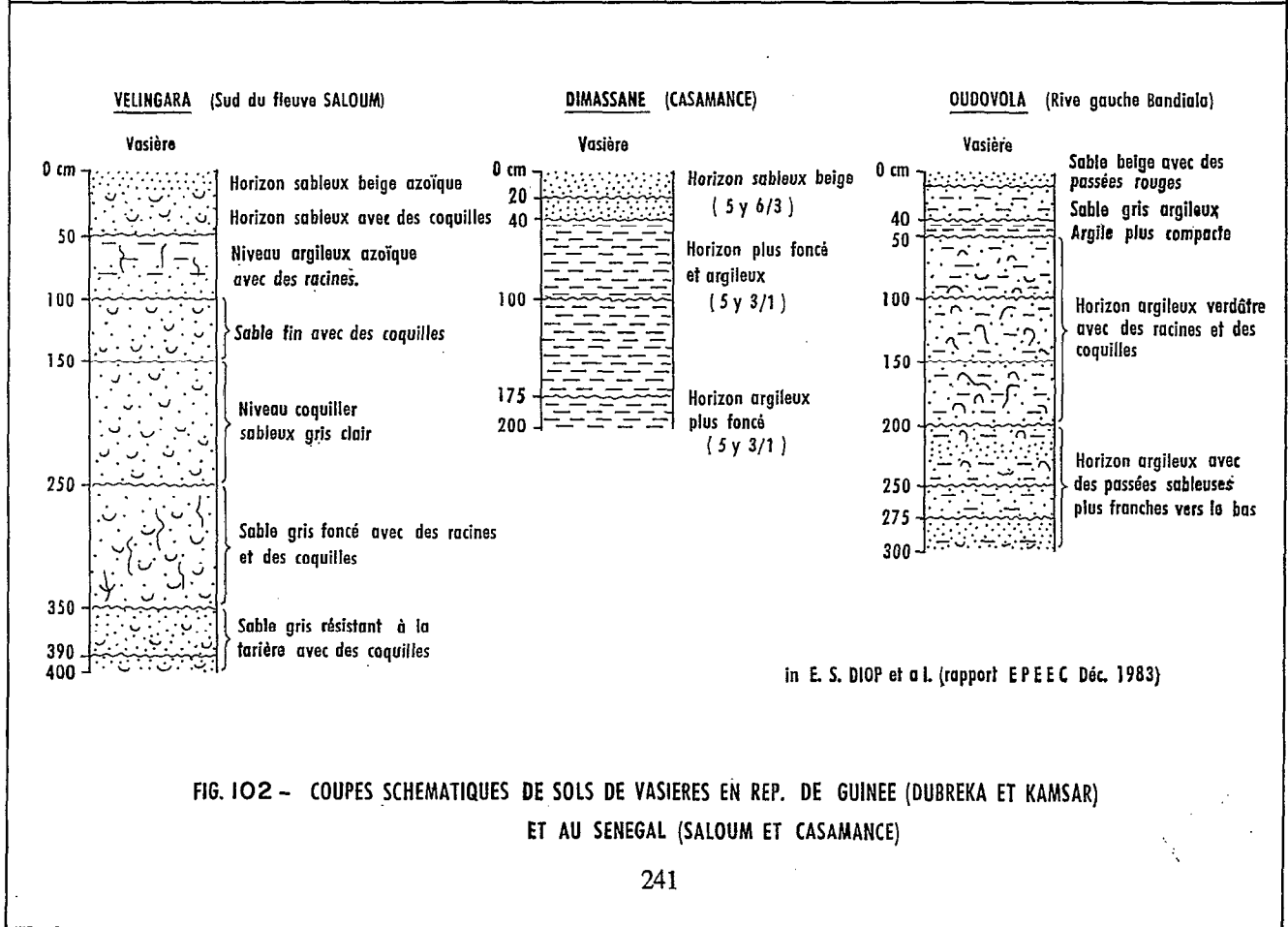
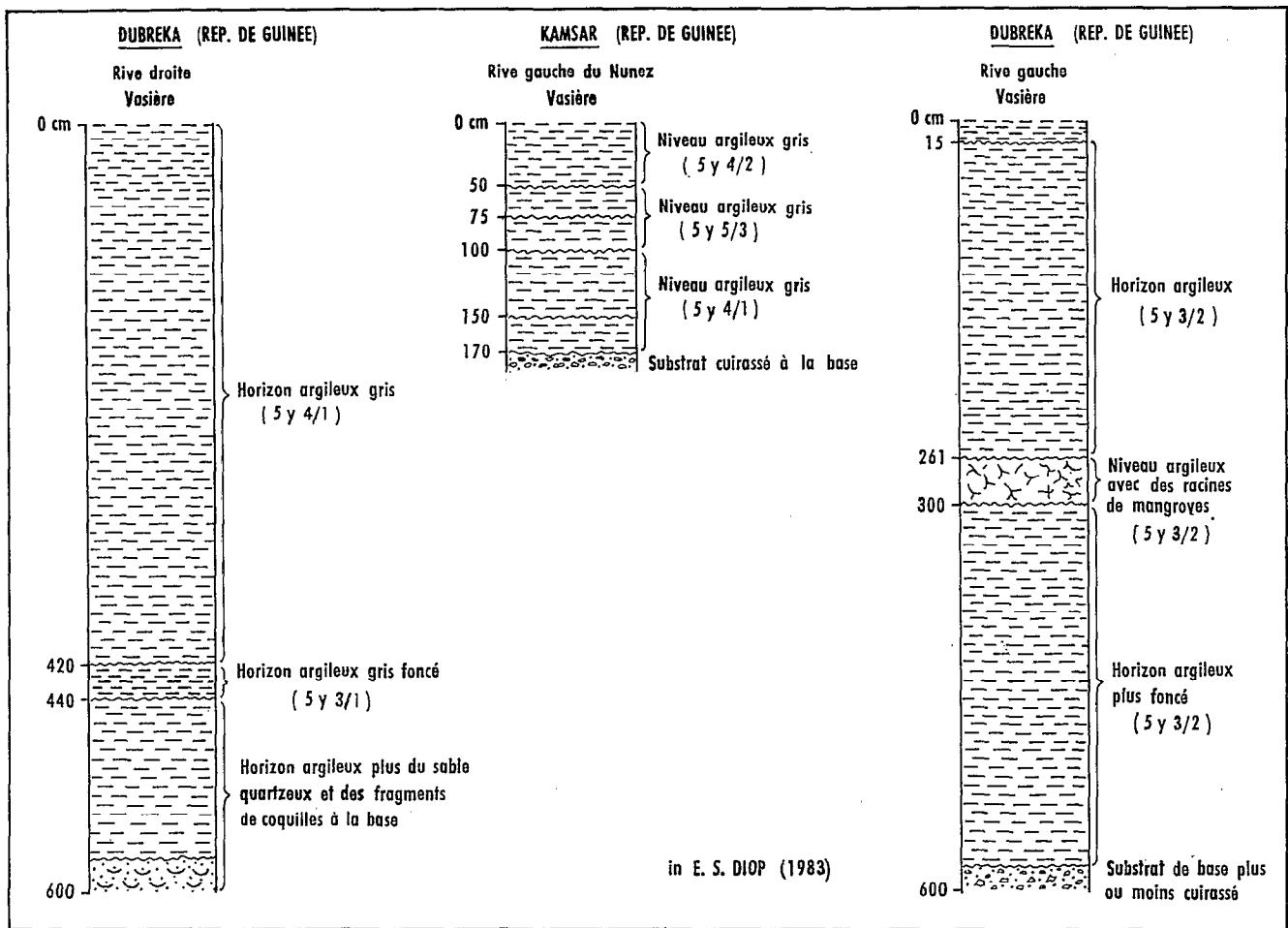


FIG. 102 - COUPES SCHEMATIQUES DE SOLS DE VASIERES EN REP. DE GUINEE (DUBREKA ET KAMSAR) ET AU SENEGAL (SALOUM ET CASAMANCE)



salinité plus élevée et les phénomènes récents de la sécheresse. La zonation classique, le long d'un transect est donc la suivante (fig. 103 et 104C) :

- une zone externe constituée par les parties vaseuses de la côte, le long des estuaires sur le front des chenaux largement ouverts à la marée. Elle est dominée sur les sols profonds, vaseux et épais par *Rhizophora racemosa* (Rhizophoraceae) de grande taille qui peut atteindre jusqu'à 30 m ou plus en république de Guinée. Ses racines-échasses, en arceaux, lui permettent de résister aux vagues et aux conditions asphyxiantes d'un matériel généralement très argileux en même temps qu'elles constituent des pièges à sédiments très efficaces. Ces grands *Rhizophora racemosa* se retrouvent dans le Saloum et en Casamance sous forme de peuplements plus réduits que dans la moyenne Gambie et en Guinée ; ce qui est dû selon M. Sall (1983, op. cit.) à l'accroissement de la salinité des eaux. F. Blasco (1983) fait la même remarque à propos du Saloum et de la Casamance où les grands *Rhizophora racemosa* sont remplacés, à leurs arrières, par des peuplements de *Rhizophora harisonnii* et de *Rhizophora mangle* qui constituent des mangroves basses et étendues, facilement reconnaissables.

A l'inverse, sur les sols vaseux guinéens, vivent en parfaite harmonie sous forme de mangroves hautes *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora mangle* et *Rhizophora harisonnii*. Les mangroves basses constituées par *Avicennia africana* (Verbenaceae) se trouvent en revanche sur les sols vaseux peu profonds. Elles sont accompagnées d'autres espèces ligneuses, telles que *Laguncularia racemosa* et *Conocarpus erectus* (Combretaceae) ainsi que *Dalbergia ecastophyllum* et *Drepanocarpus lunatus* (Papilionaceae). Il importe, en outre, de remarquer, aussi bien dans le Saloum qu'en Casamance, que le domaine d'élection d'*Avicennia africana* (Verbenaceae) se situe à la limite supérieure des vasières, irrégulièrement submergée par les marées où la tranche d'eau est moins profonde et la salure plus forte. C'est là que la sécheresse climatique a introduit des transformations pédologiques importantes (M. Sall, 1983, op. cit.). Quant aux Combrétacées (*Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* entre autres), elles sont beaucoup moins représentées dans ce dernier domaine et ne sont soumises qu'aux marées de vives eaux.

Par leur étendue et la spécificité de leur peuplement végétal, les vasières à mangroves constituent l'une des formations les plus caractéristiques des zones estuariennes des "Rivières du Sud". Cependant, en raison des conditions écologiques de plus en plus sévères (sécheresse climatique, salinisation et acidification des eaux et des sols...), les peuplements végétaux mixtes ont tendance à proliférer aux dépens des peuplements purs de mangroves, selon un gradient croissant sud/nord. Mieux, les groupements végétaux, sous la pression humaine accrue, sont parfois réduits à leur plus simple expression.

## 1.2. Formations pédologiques et groupements végétaux des tannes

Les deux types de tannes qui ont été distingués d'après l'examen détaillé des cartes géomorphologiques<sup>158</sup> correspondent sur le plan pédologique à deux entités bien distinctes. La différence fondamentale avec les profils des vasières est la très nette diminution des teneurs en eau et en matières organiques. Le profil sous tanne nu révèle, au-dessous de la croûte blanche superficielle, différents niveaux bariolés avec toute une série de tâches de "rouille", de ferruginisation et de restes d'anciennes racines de palétuviers. Le niveau de la nappe subit de grandes fluctuations et semble être moins profond dans les profils casamançais. De même, la texture des sols, plus au nord, devient plus argileuse en Casamance<sup>159</sup>. Le tanne nu qui, topographiquement, constitue l'une des formations géo-pédologiques les plus basses, est dépourvu de toute végétation. Il contraste avec le domaine d'élection des halophytes ou subhalophytes, localisées dans les tannes herbus. Les sols de ces dernières unités, qui ont dépassé le stade sulfaté acide des tannes nus, sont dessalés en surface et occupent parfois

158 - Tanne nu à efflorescences salines, surtout localisé dans le domaine au nord de la Guinée Bissau, et tanne herbu (fig. 105).

159 - Cf. l'étude sédimentologique dans la 4<sup>ème</sup> partie.

certaines dépressions comme c'est le cas en Guinée. Leur texture est plus sableuse en surface qu'en profondeur, du moins dans le nord. L'ensemble de ces formations pédologiques subissent les phénomènes de salinisation et d'acidification et correspondent :

- . pour les *tannes nus*, à des associations de sols salins et de sols sulfatés plus ou moins acidifiés.
- . pour les *tannes herbus*, à des associations de sols halomorphes dessalés en surface (sols hydromorphes minéraux salés, selon C. Marius, 1977) et de sols hydromorphes.

C'est sur ces secondes formations que se sont constitués les tapis d'herbacées, maigres steppes à halophytes dans le Saloum et localement en Casamance, prairie basse formant un véritable "gazon" dans les régions guinéennes. Il est courant, dans ce dernier domaine, de retrouver une végétation de graminées ou de plantes herbacées crassulescentes sur des substrats rocheux essentiellement formés de cuirasses ferrugineuses. La pratique de la riziculture, en saison des pluies, est une activité commune sur les sols à substrat argileux à argilo-sableux, en particulier dans le sud, mais aussi dans le nord lorsque la pluviométrie est suffisante.

Les coupes schématiques de la végétation (fig. 104) associées à des relevés de fréquences floristiques<sup>160</sup> sur tanne herbu révèlent une strate herbacée dominée par des Poacées, *Sporobolus robustus* au nord, *Sporobolus virginicus* au sud, mais surtout par deux espèces halophiles fortement succulentes, *Philoxerus vermicularis* et *Sesuvium portulacastrum*, et par des graminées comme *Paspalum vaginatum*.

**Tableau 68.- Relevés de fréquence floristique en Basse Guinée -  
Tanne herbu au NW de Kamsar - substrat vaseux mince sur cuirasse  
ferrugineuse sous-jacente -**

Noms scientifiques	Familles	Total	%	Abondance- dominance	Sociabilité
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Ficoideae	44	30.8	4	4
<i>Philoxerus vermicularis</i>	Amaranthaceae	39	27.3	4	4
<i>Paspalum vaginatum</i>	Graminae	18	12.6	3	3
<i>Fimbristylis ferruginea</i>	Cyperaceae	15	10.5	2	2
<i>Cyperus articulatus</i>	Cyperaceae	8	5.6	1	2
<i>Brachyoterys ovata</i>	Orchidaceae	6	4.2	1	1
<i>Sporobolus virginicus</i>	Graminae	5	3.5	1	2
<i>Chaetomorpha (algue verte)</i>	Algue cryptogramme	4	2.8	+	1
<i>Avicennia africana</i>	Verbenaceae	3	2	1	1
<i>Conocarpus erectus</i>	Combretaceae	1	0.7	+	1
Total		143	100%		

<sup>160</sup> - Les relevés de fréquence ont été effectués par comptage exhaustif sur une superficie de 12 m<sup>2</sup>, en fonction de la représentativité du lieu d'observation (méthode C. Toupet - E.S. Diop, 1978).

- Pour une meilleure analyse quantitative des différentes espèces, nous avons choisi :

. le coefficient d'abondance, dont l'échelle d'appréciation est la suivante :

+ : individus rares ou très rares et degré de recouvrement très faible.

1. individus assez abondants mais de recouvrement faible 5%.

2. individus très abondants ou recouvrant entre 5 et 25% de surface.

3. nombre d'individus quelconques recouvrant de 25 à 50% de la surface.

4. " " " " de 50 à 70% de la surface

5. " " " " de 75 à 100% " " "

. la sociabilité des espèces, qui concerne la manière dont les plantes sont disposées les unes par rapport aux autres à l'intérieur d'un groupe donné. L'échelle choisie est la suivante :

1. espèces croissant isolément se trouvant de façon éparse sur la surface.

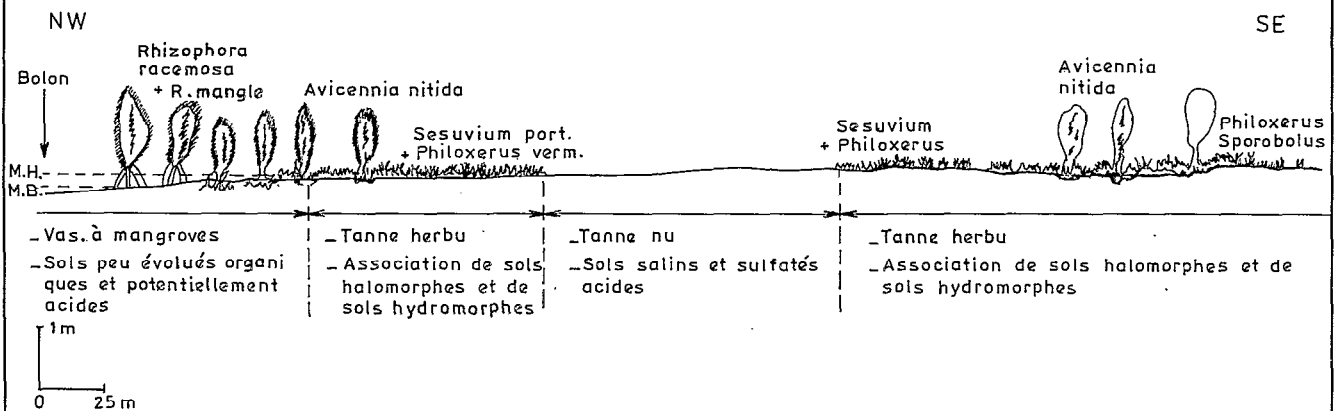
2. espèces croissant en petites touffes, éparse sur la totalité de la surface.

3. espèces réunies en taches.

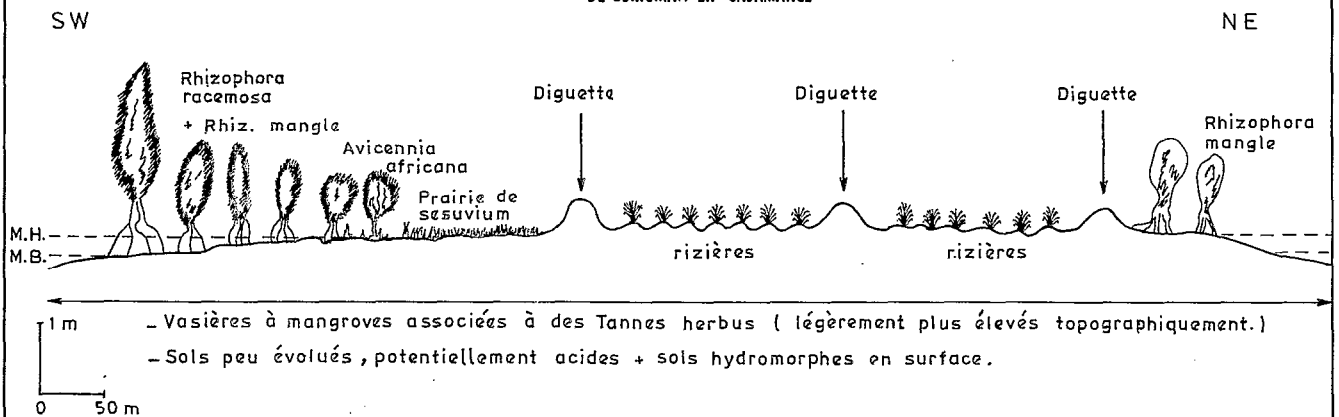
4. petites colonnes avec élimination des autres espèces.

5. peuplements presque purs.

A - COUPE SCHEMATIQUE DE LA VEGETATION AU S. DE KEREWAN (GAMBIE)



B - COUPE SCHEMATIQUE DE LA VEGETATION AU S. DE DJIROMAIT EN CASAMANCE



C - COUPE SCHEMATIQUE DE LA VEGETATION AU N. E. DE CACHEU (GUINEE BISSAO)

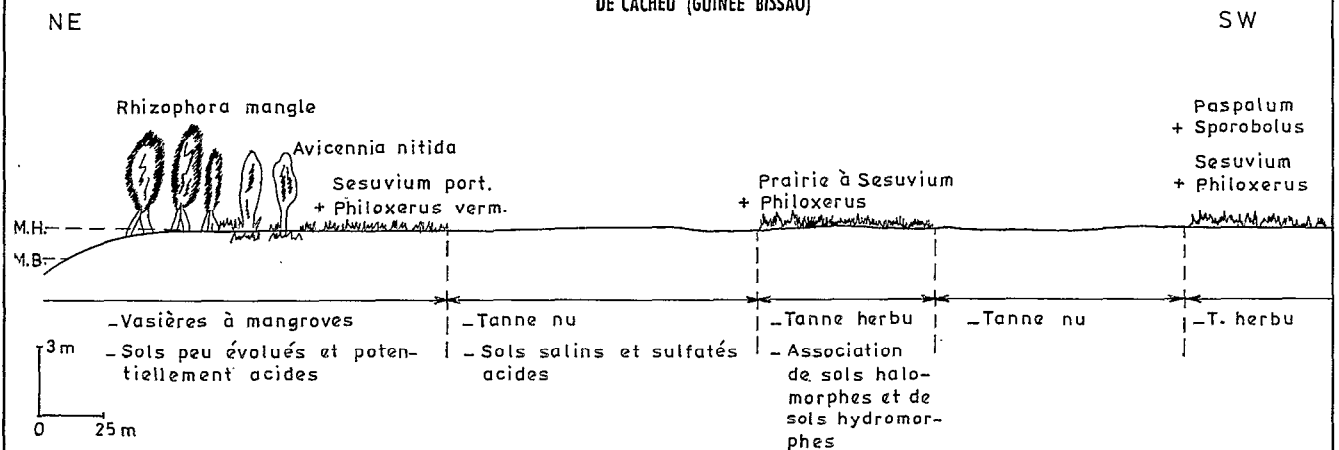


FIG. 103 - TRANSECTS SCHEMATIQUES DE LA VEGETATION DANS LES ESTUAIRES DE LA GAMBIE, DE LA CASAMANCE ET DE LA GUINEE BISSAO

En Guinée, ces espèces sont parfois associées à des plantules d'*Avicennia* ou de *Rhizophora* (tabl. 69). Dans le nord (Saloum, Casamance en particulier), elles peuvent occuper, à elles seules, des superficies importantes accompagnées :

- dans la strate herbacée par *Heleocaris mutata*, *Hyptis spicigera*, *Eragrostris tremula*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Blumea aurita*, *Borreria verticillata*...
- et dans la strate arbustive par *Tamarix senegalensis*, espèces indicatrices de sols salés, mais aussi parfois par *Phoenix reclinata*.

A noter qu'à la limite entre la terre ferme et les zones de steppe ou prairies basses peuvent subsister d'autres espèces nettement liées aux apports d'eau douces provenant du continent. C'est le cas, en république de Guinée, où apparaissent des *Raphia*, *Oryza barthii*, *Heleocharis dulcis*, *Ipomea aquatica* ... Cette flore messicole est très riche et pose des problèmes aux riziculteurs car elle réduit les rendements. Sa présence est signalée par M. Sall dans les rizières de Basse Casamance..

### 1.3. Formations pédologiques et groupements végétaux des cordons sableux

Du fait de leur texture sableuse et de leur évolution pédologique peu prononcée<sup>161</sup>, les formations des cordons, dont le couvert végétal varie du nord au sud en fonction des conditions climatiques, sont surtout constituées :

- au nord (Saloum, Casamance, Gambie), par des sols peu évolués d'origine non climatique constitués d'apport marin,
- au sud (régions guinéennes) par des sols plus profonds, beiges et lessivés où la teneur en matières organiques est légèrement plus élevée.

Plusieurs profils ont été examinés (fig. 106). Ils mettent tous en évidence des horizons sableux plus ou moins humifères en surface avec une teneur en argile faible (entre 5 et 10%), une texture plus grossière et nettement plus poreuse que dans les profils des sols déjà étudiés. Dans les régions guinéennes, la différence est plus marquée entre les couches limono-sableuses sommitales (de 60 à 80 cm) et la couche argilo-limoneuse sous-jacente (= 100 cm). Malgré leur faible teneur en matières organiques et en argiles, leur pH légèrement acide, ces sols comportent un peuplement végétal qui s'organise suivant trois strates<sup>162</sup> adaptées à ce milieu topographiquement plus élevé que les autres unités environnantes.

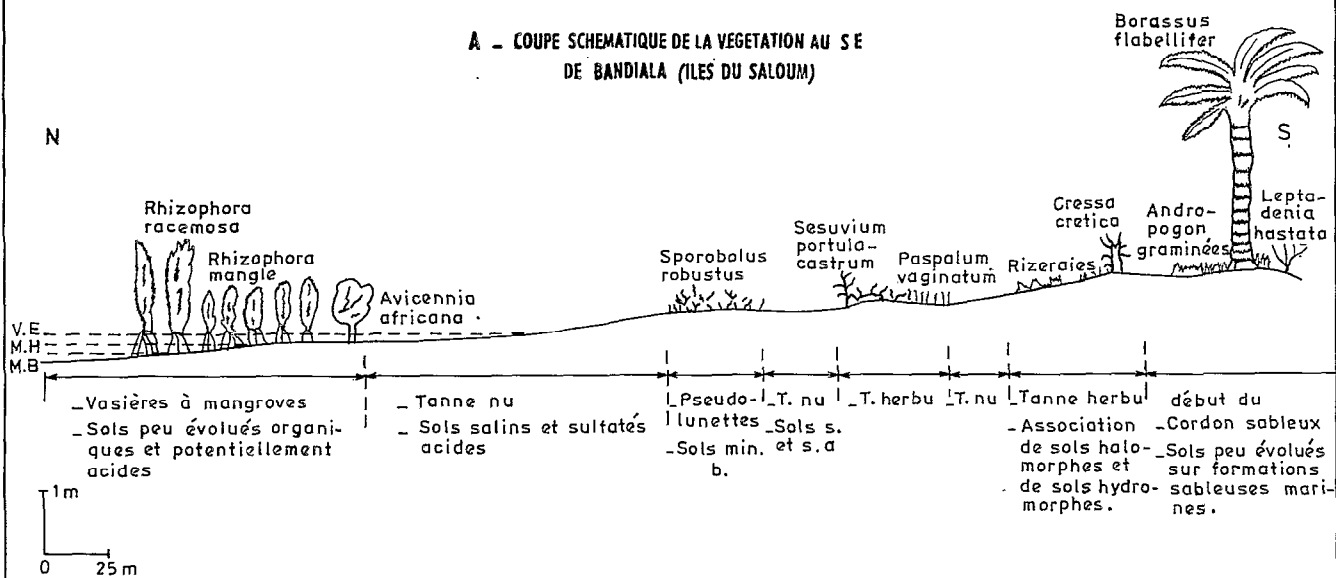
*Dans les régions septentrionales* (Saloum et Casamance notamment), le couvert végétal, du point de vue physiognomique et répartition spatiale, présente une certaine uniformité (fig. 107A) avec :

- . une strate herbacée, bien mise en évidence par les relevés de fréquence floristique, qui se compose en majorité de graminées dont les espèces les plus fréquentes, sont *Cenchrus biflorus*, *Andropogon gayanus*, *Sporobolus spicatus*, *Pennisetum pedicellatum*, *Ctenium elegans*, *Eragrostris tremula*... auxquelles s'ajoutent *Leptadenia hastata*, *Ipomea asarifolia*, *Cassia tora*, *Cressa cretica*...
- . une strate buissonnante et arbustive dont le degré de recouvrement est plus faible, essentiellement formée d'*Acacia seyal*, de *Phoenix reclinata* de *Ziziphus mauritiana* et *mucronata*, de *Calotropis procera*, *Diopiros mespiliformis*, *Ficus vogelii*...
- . une strate arborée qui peut former des "forêts", comme on les appelle aussi bien dans le Saloum qu'en Casamance, avec une espèce plantée très caractéristique des cordons sableux : *Cocos nucifera*. Cependant, les peuplements monophytiques dominent dans l'ensemble avec *Parinari macrophylla*, *Borassus flabellifer*, *Dialium guineensis*, *Detarium*

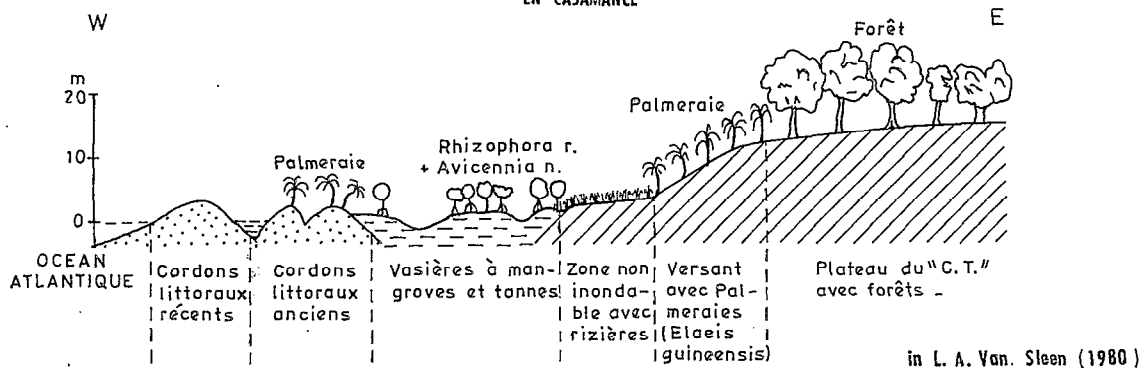
161 - Dans les régions guinéennes, ces sols connaissent cependant une évolution pédologique nettement plus marquée, à cause des conditions pluviométriques très favorables et de la présence de nappes phréatiques plus abondantes. Dans ce domaine, les sols supportent une végétation plus dense et font même l'objet d'aménagement pour la riziculture.

162 - Les plus diversifiées du domaine étudié.

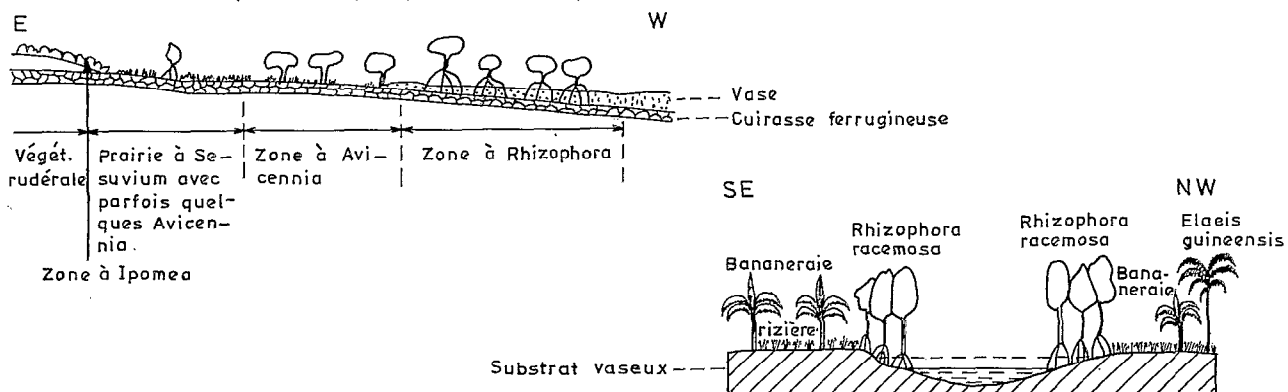
**A - COUPE SCHEMATIQUE DE LA VEGETATION AU SE DE BANDIALA (ILES DU SALOUM)**



**B - COUPE SCHEMATIQUE DE LA VEGETATION DE L'ESTUAIRE ET DU PLATEAU EN CASAMANCE**



**C - COUPE SCHEMATIQUE D'UNE MANGROVE SUR CUIRASSE LATERITIQUE PRES DE CONAKRY (REP. DE GUINEE) - d'après R. Schnell (1950)**



**D - SCHEMA DE LA MANGROVE EN BASSE GUINEE**

**FIG. 104 - REPARTITION DE LA VEGETATION DANS LES ESTUAIRES DU SALOUM, DE LA CASAMANCE ET EN BASSE GUINEE**

*senegalensis*, mais aussi *Elaeis guineensis*... autant d'espèces utiles qui font l'objet d'une exploitation par les populations locales.

**Dans les régions méridionales**, guinéennes essentiellement, les transects réalisés (fig. 107B et C) font ressortir :

- . une strate herbacée, à l'aspect bien fermé. Elle est dominée par des graminées auxquelles s'ajoutent d'autres espèces qui peuvent atteindre plus d'un mètre de hauteur, parmi lesquelles : *Imperata cylindrica*, *Andropogon gayanus*, *Pennisetum polystachyon*, *Hyptis spicigera*...
- . une strate buissonnante ou arbustive, qui se présente sous l'aspect de véritables fourrés, souvent dégradés avec *Dodonea viscosa*, *Dichrostachys glomerata*, *Combretum micranthum*, *Ficus polita* ou *asperifolia*...
- . une strate arborée composée d'*Elaeis guineensis*, de *Bauhinia thonningii*, de *Daniella oliveri*, de *Dialium guineense*, *Parinari excelsa*, *Terminalia scutifera*, *Parkia biglobosa*, *Borassus aethiopium*...

Ces différentes espèces recensées indiquent bien la richesse en groupements floristiques des régions méridionales par rapport au nord (tabl. 69).

**Tableau 69.- Relevés de fréquence floristique en Basse Guinée.**  
- Cordon sableux - au S. de Benty.

Noms scientifiques	Familles	Total	%	Abondance-dominance	Sociabilité
<i>Sporobolus spicatus</i>	Graminae	84	28.6	3	4
<i>Pennisetum polystachyon</i>	"	64	21.7	3	3
<i>Dichrostachys glomerata</i>	Mimosaceae	34	11.6	2	2
<i>Dodonea viscosa</i>	Sapindaceae	28	9.6	1	2
<i>Ficus polita</i>	Moraceae	26	8.8	1	2
<i>Oryza barthii</i>	Graminae	22	7.6	1	2
<i>Elaeis guineensis</i>	Palmeae	14	4.7	1	3
<i>Borassus aethiopium</i>	Palmeae	8	2.7	1	1
<i>Heleocharis dulcis</i>	Cyperaceae	8	2.7	2	1
<i>Phoenix reclinata</i>	Palmeae	6	2	1	3
Total		294	100%		

Les formations des cordons sableux sont en définitive les seules, dans ce domaine amphibie des "Rivières du Sud", à comporter des "reliques" d'une végétation forestière, jadis plus étendue, qui se prolongait de la zone guinéenne jusqu'au sud de la Casamance. Cependant, en raison des conditions de sécheresse qui ont prévalu dans le nord ces dernières années et de l'action anthropique très marquée dans le sud (défrichage, exploitation du bois...), les groupements végétaux actuels se sont contractés et "secondarisés" sur ces terres en permanence émergées. Parallèlement, l'extension des activités traditionnelles des populations s'est accrue.

#### 1.4. Facteurs pédogénétiques et biotiques des autres taxons étudiés

Il s'agit entre autres des "kjökkenmöddinger" et des lunettes et "pseudolunettes" caractéristiques du domaine nord, mais aussi des terrasses de bordures et flèches sableuses récentes que l'on retrouve sur l'ensemble des "Rivières du Sud".

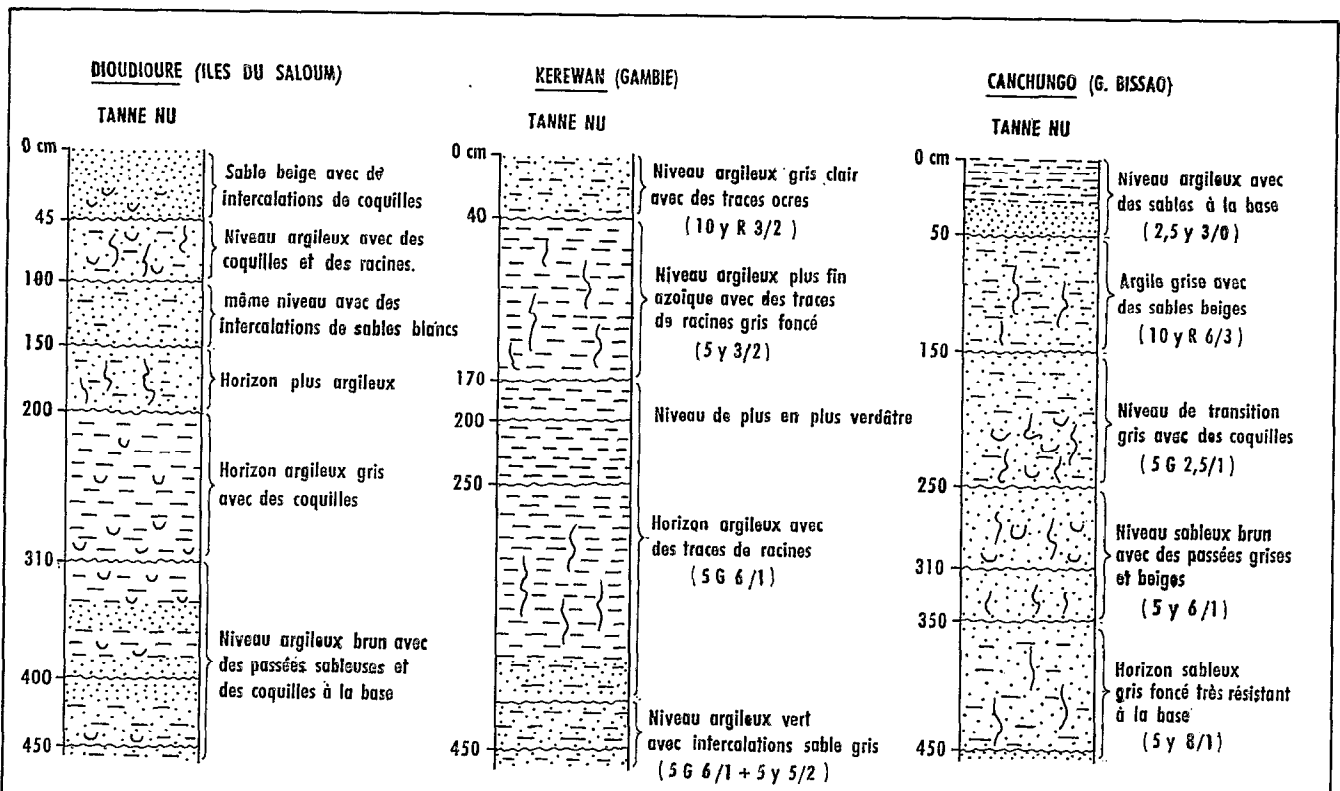


FIG. 105 - COUPES SCHEMATIQUES DE SOLS DE TANNES NUS DANS LE SALOUM, EN GAMBIE ET EN GUINEE BISSAO

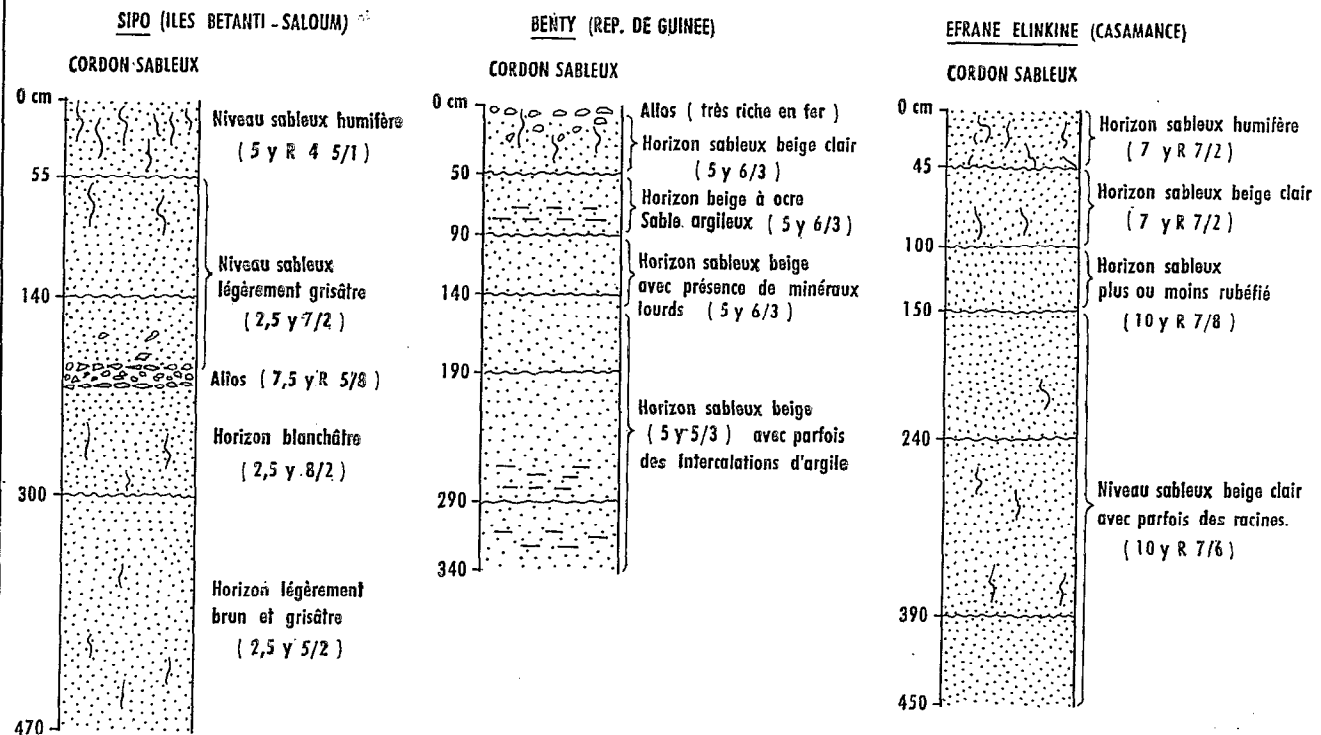


FIG. 106 - COUPES SCHEMATIQUES DE SOLS DE CORDONS SABLEUX DANS LE SALOUM, EN CASAMANCE ET EN REP. DE GUINEE

*senegalensis*, mais aussi *Elaeis guineensis*... autant d'espèces utiles qui font l'objet d'une exploitation par les populations locales.

**Dans les régions méridionales**, guinéennes essentiellement, les transects réalisés (fig. 107B et C) font ressortir :

- . une strate herbacée, à l'aspect bien fermé. Elle est dominée par des graminées auxquelles s'ajoutent d'autres espèces qui peuvent atteindre plus d'un mètre de hauteur, parmi lesquelles : *Imperata cylindrica*, *Andropogon gayanus*, *Pennisetum polystachyon*, *Hyptis spicigera*...
- . une strate buissonnante ou arbustive, qui se présente sous l'aspect de véritables fourrés, souvent dégradés avec *Dodonea viscosa*, *Dichrostachys glomerata*, *Combretum micranthum*, *Ficus polita* ou *asperifolia*...
- . une strate arborée composée d'*Elaeis guineensis*, de *Bauhinia thonningii*, de *Daniella oliveri*, de *Dialium guineense*, *Parinari excelsa*, *Terminalia scutifera*, *Parkia biglobosa*, *Borassus aethiopicum*...

Ces différentes espèces recensées indiquent bien la richesse en groupements floristiques des régions méridionales par rapport au nord (tabl. 69).

**Tableau 69.- Relevés de fréquence floristique en Basse Guinée.**  
- Cordon sableux - au S. de Benty.

Noms scientifiques	Familles	Total	%	Abondance-dominance	Sociabilité
<i>Sporobolus spicatus</i>	Graminae	84	28.6	3	4
<i>Pennisetum polystachyon</i>	"	64	21.7	3	3
<i>Dichrostachys glomerata</i>	Mimosaceae	34	11.6	2	2
<i>Dodonea viscosa</i>	Sapindaceae	28	9.6	1	2
<i>Ficus polita</i>	Moraceae	26	8.8	1	2
<i>Oryza barthii</i>	Graminae	22	7.6	1	2
<i>Elaeis guineensis</i>	Palmeae	14	4.7	1	3
<i>Borassus aethiopicum</i>	Palmeae	8	2.7	1	1
<i>Heleocharis dulcis</i>	Cyperaceae	8	2.7	2	1
<i>Phoenix reclinata</i>	Palmeae	6	2	1	3
Total		294	100%		

Les formations des cordons sableux sont en définitive les seules, dans ce domaine amphibie des "Rivières du Sud", à comporter des "reliques" d'une végétation forestière, jadis plus étendue, qui se prolongeait de la zone guinéenne jusqu'au sud de la Casamance. Cependant, en raison des conditions de sécheresse qui ont prévalu dans le nord ces dernières années et de l'action anthropique très marquée dans le sud (défrichage, exploitation du bois...), les groupements végétaux actuels se sont contractés et "secondarisés" sur ces terres en permanence émergées. Parallèlement, l'extension des activités traditionnelles des populations s'est accrue.

#### 1.4. Facteurs pédogénétiques et biotiques des autres taxons étudiés

Il s'agit entre autres des "kjökkenmöddinger" et des lunettes et "pseudolunettes" caractéristiques du domaine nord, mais aussi des terrasses de bordures et flèches sableuses récentes que l'on retrouve sur l'ensemble des "Rivières du Sud".



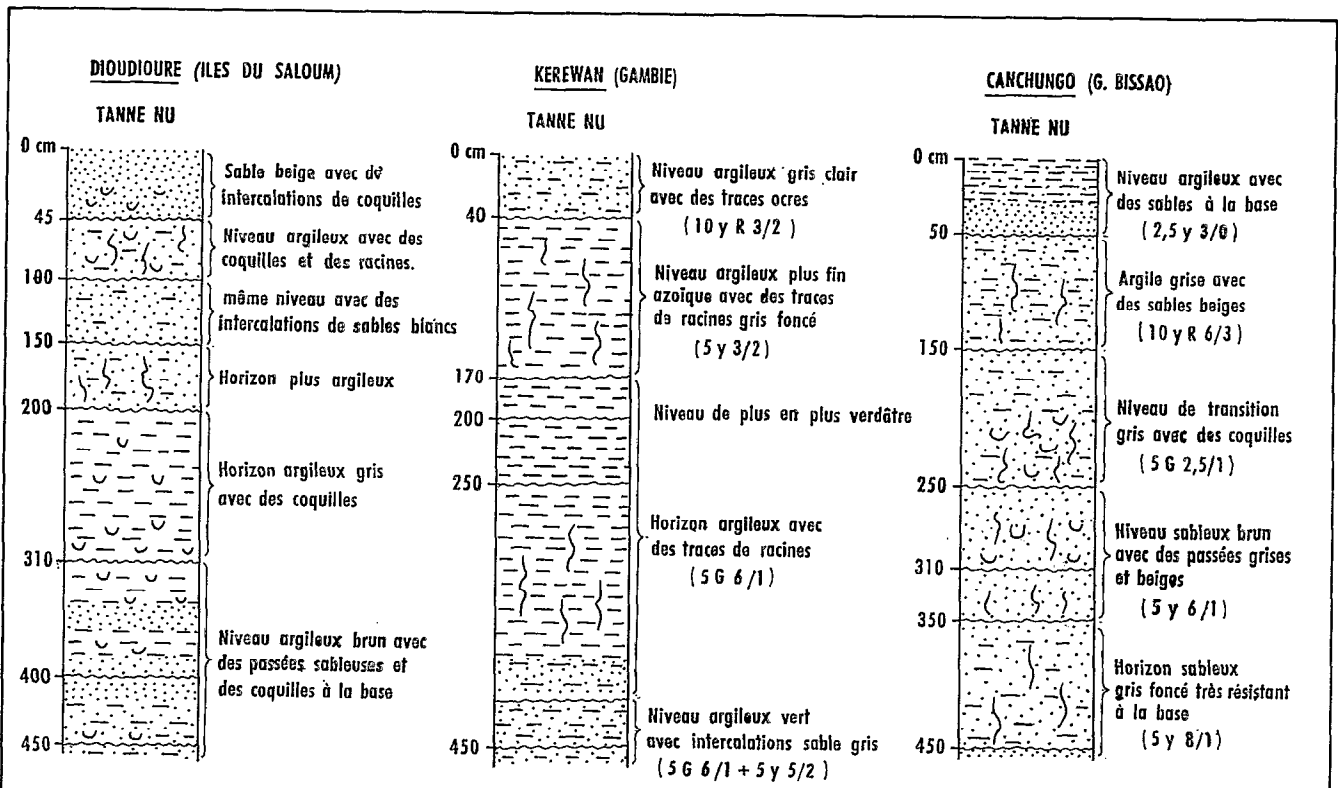


FIG. 105 - COUPES SCHEMATIQUES DE SOLS DE TANNES NUS DANS LE SALOUM, EN GAMBIE ET EN GUINEE BISSAO

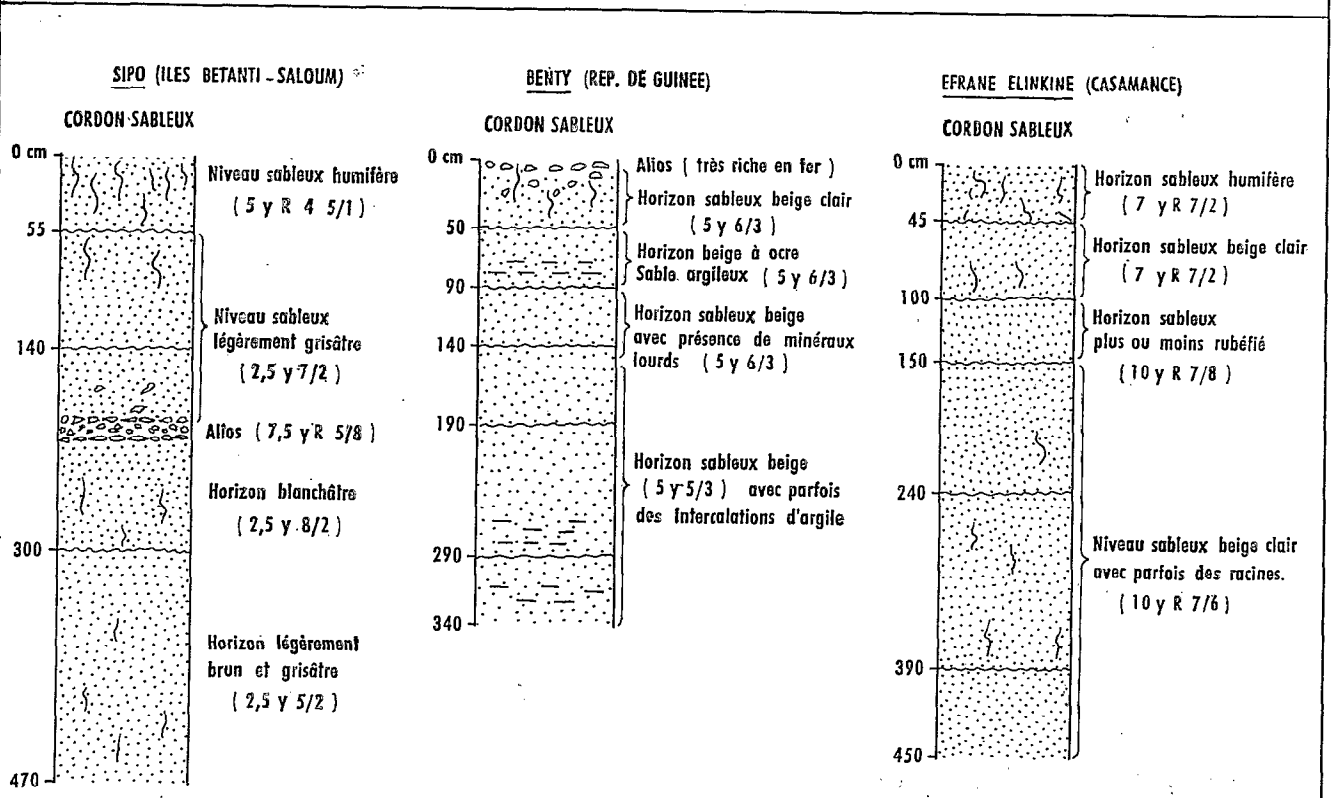


FIG. 106 - COUPES SCHEMATIQUES DE SOLS DE CORDONS SABLEUX DANS LE SALOUM, EN CASAMANCE ET EN REP. DE GUINEE

- Pour les sols développés sur "kjökkenmöddinger"<sup>163</sup>, la pédogénèse s'oriente vers une évolution de type calco-magnésique (J. C. Leprun, C. Marius *et al.*, 1976). Ces sols, minces, localement humifères et assez bien pourvus en matières organiques, sont évidemment très riches en carbonate de calcium<sup>164</sup>. Leur végétation, lorsqu'elle est bien constituée, se compose essentiellement de trois strates. C'est le cas à Diorom Boumak (Iles du Saloum) avec :
  - . une strate herbacée dominée par *Andropogon gayanus*, *Eragrostris tremula*, *Ctenium elegans*, *Cassia tora*, *Sporobolus spicatus*...
  - . une strate buissonnante et arbustive avec de nombreux *Acacia ataxacantha* et *Acacia seyal*, *Maytenus senegalensis*, *Bauhinia reticulata*, *Ficus gnaphalocarpa* et des lianes telles que *Cissus quadrangularis*...
  - . une strate arborée caractérisée par *Adansonia digitata* avec parfois *Tamarindus indica*, *Anogeissus leocarpus*...
- Pour les secondes formations, les lunettes et "pseudolunettes", ce sont des sols minéraux bruts d'apport, sur formations éoliennes récentes qui s'y développent (E. S. Diop, op. cit.). C. Marius (1977) les a parfois considéré comme des paléoformes typiques de tannes dégradés localisés au milieu du tanne vif. Le lessivage périodique dont ils font l'objet, notamment en saison des pluies, contribue à entraîner le sel en profondeur et à dessaler les horizons superficiels. Ce processus favorise l'implantation d'une végétation non strictement halophile composée essentiellement de graminées : *Sporobolus robustus*, *Imperata cylindrica*, *Eragrostris tremula* et même *Andropogon gayanus*.
- Quant aux terrasses de bordures, sur lesquelles se développent des sols peu évolués d'apport, faiblement hydromorphes sur colluvions sablo-argileux, elles sont plutôt favorables à l'implantation d'une végétation comportant :
  - . *Cenchrus biflorus*, *Cassia occidentalis*, *Leptadenia hastata*... dans la strate herbacée,
  - . *Maytenus senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *Phoenix reclinata*, *Acacia seyal*... dans la strate arbustive et arborée.
- Les dernières formations pédologiques, les sols minéraux bruts sur formations marines récentes, développés sur les cordons littoraux et les sables de plages récents, se retrouvent de la Pointe de Sangomar jusqu'au sud du littoral de Benty (République de Guinée), en passant par les formations des plages marines de Banjul, de la Presqu'île-aux-oiseaux, de Diogué, du Cap-Skiring, de Varéla, de Sao Joao... S'il est rare, dans le nord, de trouver des mangroves sur ces types de sols<sup>165</sup>, il n'en est pas de même sur les côtes de la Guinée où les groupements à *Avicennia nitida* font partie intégrante de la végétation des côtes sableuses ; par exemple à Douprou, au sud du Cap Verga. Cependant, les groupements les plus communs à l'ensemble du littoral sont très représentatifs des espèces psammophiles : *Ipomea pescaprae*, *Alternanthera maritima*, *Scaevola plumieri* et souvent *Sesuvium portulacastrum*. Il est fréquent, par ailleurs, de retrouver *Dalbergia ecastophyllum* associé à *Chrysobalanus orbicularis* au nord (Pointe de Sangomar) ou à *Chrysobalanus ellipticus* sur les côtes sableuses guinéennes. D'autres espèces encore peuvent être citées telles que : *Sueda maritima*, *Phyla nodiflora*, *Scirpus maritimus* plus spécifiques aux cordons sableux des régions nord.

Les grands groupements végétaux des marais maritimes présentent donc une évidente adaptation aux conditions écologiques du milieu et à ses contraintes. Ces dernières sont liées à la salinité et à l'acidité des sols et des eaux (C. Marius, 1984), mais aussi à la topographie et à

<sup>163</sup> - D'après nos observations, les "kjökkenmöddinger" de l'estuaire du Saloum peuvent être considérés parmi les plus anciens et les mieux développés de l'ensemble des "Rivières du Sud". C'est sur ces formations que se sont développés des sols minces.

<sup>164</sup> - L'influence des niveaux calcaires dus à l'accumulation des coquilles étant déterminante.

<sup>165</sup> - Excepté les cas où apparaissent des relictés de mangrove, dus à un recul très sensible du trait de côte par phénomènes d'érosion. L'exemple de la Pointe de Sangomar, au sud de Djifère, est assez édifiant.

la présence ou non d'eau douce, lorsqu'il s'agit des cordons sableux. L'analyse de la végétation est d'une grande valeur indicatrice pour une étude typologique des sols, même si ces derniers sont relativement dégradés ; deux phénomènes étant à l'origine de cette évolution :

- . les phénomènes naturels, avec la récente période de sécheresse qui a frappé l'ensemble du domaine étudié et entraîné de sérieuses perturbations au niveau des écosystèmes très fragiles.
- . les phénomènes anthropiques, par l'exploitation de la mangrove et les aménagements traditionnels et modernes dont elle est l'objet.

## 2. ÉVOLUTION NATURELLE ET MODIFICATIONS ANTHROPIQUES DANS LES MANGROVES DES "RIVIÈRES DU SUD"

Les milieux d'estuaires et de mangroves de l'Afrique de l'Ouest, réputés ingrats<sup>166</sup>, ont été depuis fort longtemps occupés par l'homme, de manière très discontinue<sup>167</sup>. En raison de leurs caractéristiques morphologiques et hydrologiques, ces milieux ont fait l'objet de divers aménagements et exploitations traditionnels qui ont donné naissance à une "véritable civilisation du riz", d'après P. Pélissier (1966)<sup>168</sup>. Que ce soit les Diolas en Casamance, les Balantes, Manjacks et Nalous en Guinée Bissau, les Bagas en République de Guinée, ces populations sont connues pour les techniques ingénieuses qu'elles utilisent et la maîtrise du milieu naturel à laquelle elles sont parvenues<sup>169</sup>. Leurs zones d'activités principales sont des "polders" qui partent des plateaux et des plaines littorales, pénètrent dans les mangroves et y introduisent tout un système de dessalement des sols, de défrichage et d'endigements pour la protection contre le sel - "Bolonhas" en Guinée Bissau -. Malgré la diversité des populations des "Rivières du Sud", les techniques agricoles qu'elles utilisent sont d'une uniformité remarquable.

Depuis quelques années cependant, ces milieux subissent une évolution due :

- d'une part, à l'aridité croissante et à ses conséquences, qui n'ont pas épargné ces domaines et qui ont considérablement réduit les possibilités rizicoles.
- d'autre part, à la dégradation des pratiques traditionnelles qui subissent les contraintes des phénomènes de sécheresse et, surtout, aux grands projets hydro-agricoles en cours de réalisation, dont le but est de transformer ces vasières et tannes en terres fertiles.

### 2.1. Les phénomènes d'aridité croissante et leurs conséquences

Malgré la réserve dont fait preuve F. Blasco (1983, op. cit.) lors de sa mission d'évaluation des mangroves du Sénégal et de la Gambie, il est incontestable que la sécheresse qui sévit dans la région depuis plus de quinze ans a entraîné des conséquences dramatiques<sup>170</sup> dans le domaine fluvio-marin. La forte diminution de la pluviométrie a engendré un sévère déficit du bilan hydrique et une baisse des nappes phréatiques (voir 1<sup>ère</sup> partie). Les conditions écologiques naturelles ont ainsi subi un déséquilibre (P. A. Degeorges *et al.*, 1982). Ce phénomène, peu perceptible dans le domaine aval des estuaires<sup>171</sup>, à cause du renouvellement constant des eaux marines et de l'adaptation de la mangrove, devient évident au fur et à mesure que l'on va vers l'amont<sup>172</sup>. Les conséquences les plus visibles sont la progression du front de salinité vers les

---

<sup>166</sup> - Les conditions naturelles y sont difficiles : humidité, sols argileux, peu stables, présence de moustiques... autant d'éléments qui concourent à rendre ces milieux hostiles et malsains.

<sup>167</sup> - Avant le 16<sup>ème</sup> siècle, d'après P. Pélissier (1966, op. cit.) p. 711.

- Pour M. K. Hendrix (University of Rhode Island, communication orale).

C'est depuis le 15<sup>ème</sup> /16<sup>ème</sup> siècle que les portugais qui explorent la côte ouest-africaine "basse et marécageuse", ont découvert les populations qui y vivaient avec comme activité prédominante, la riziculture à laquelle s'ajoutent la pêche et la production de sel.

<sup>168</sup> - L'introduction de la riziculture a été signalée en 1855 en Guinée et en Sierra Léone. Mais les récits portugais font état d'une riziculture autochtone fondée sur des variétés africaines... P. Pélissier (communication orale).

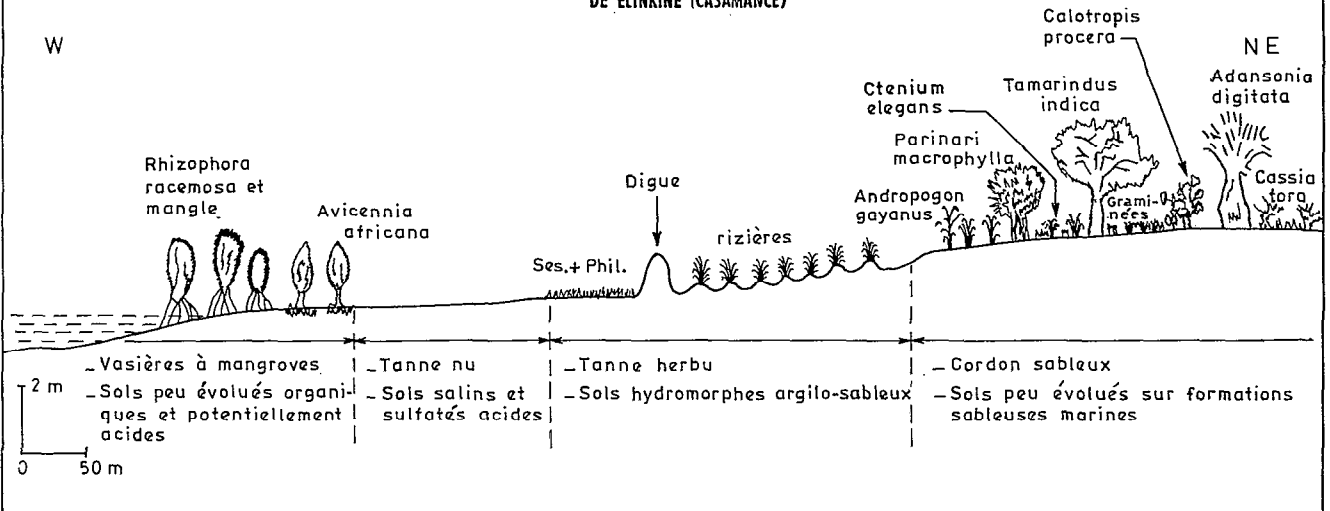
<sup>169</sup> - J. Dresh (1949, op. cit.), P. Pélissier (1966, op. cit.), M.T. Ray Autra (1980)...

<sup>170</sup> - Y. Kalck (1978), M. Sall (1983), A. Pimmel (1984), C. Marius (1984).

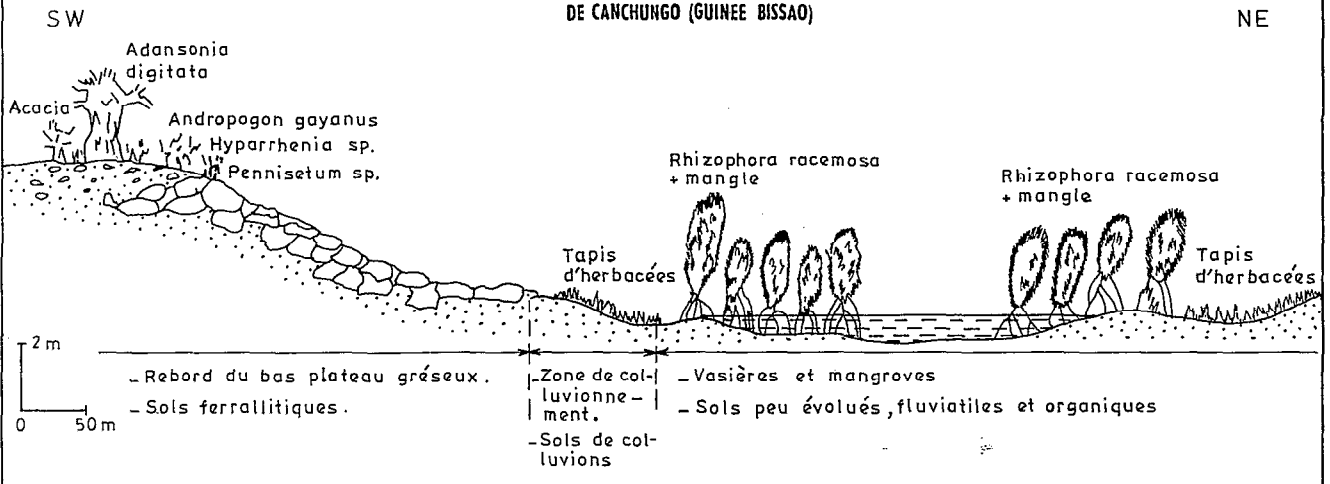
<sup>171</sup> - Domaine d'investigation de F. Blasco *et al.* (1983).

<sup>172</sup> - ... "Seule une partie limitée de la mangrove, à proximité immédiate du littoral, ne voit pas son écologie profondément modifiée"... in P. Boivin *et al.* (1986), p. 46.

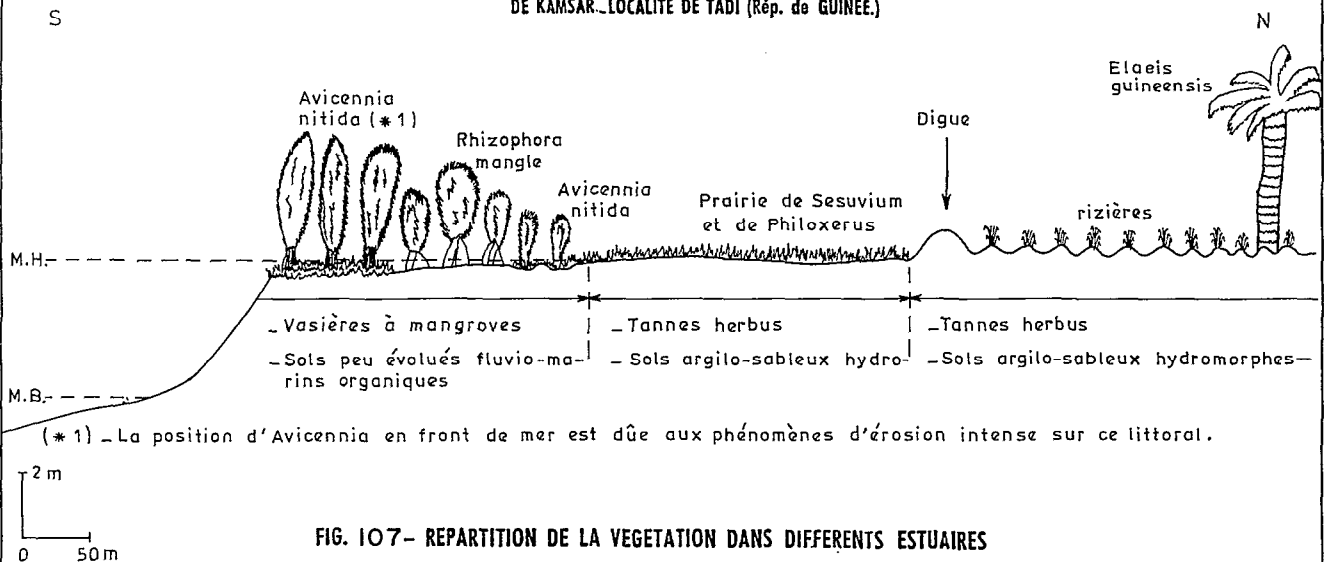
**A - COUPE SCHEMATIQUE DE LA VEGETATION AU S. E. DE ELINKINE (CASAMANCE)**



**B - COUPE SCHEMATIQUE DE LA VEGETATION AU S E DE CANCHUNGO (GUINEE BISSAO)**



**C - COUPE SCHEMATIQUE DE LA VEGETATION AU N. W. DE KAMSAR..LOCALITE DE TADI (Rép. de GUINEE.)**



**FIG. 107- REPARTITION DE LA VEGETATION DANS DIFFERENTS ESTUAIRES CASAMANCE, GUINEE BISSAO ET REP. DE GUINEE**

régions des bordures et l'accroissement considérable des superficies de tannes à efflorescences salines, en particulier dans le Saloum et en Casamance.

Le Saloum, situé à la limite nord des "Rivières du Sud", demeure l'un des domaines d'observation par excellence de ces phénomènes. L'E.P.E.E.C. a fait ressortir dans ses différents travaux<sup>173</sup> les forts gradients écologiques que l'on pouvait observer dans la région du Saloum avec trois aspects que peut revêtir l'évolution de ce milieu estuarien sous l'influence de la sécheresse :

- l'adaptation des populations animales et végétales à la sursalure progressive.
- la tendance au confinement.
- l'appauvrissement biologique dans le milieu aquatique ou dans le domaine terrestre.

Ainsi, les associations végétales, saines dans la partie basse de l'estuaire du Saloum<sup>174</sup>, montrent des signes de dégradation progressive avec un accroissement de la fréquence des individus morts dans le tronçon moyen de l'estuaire<sup>175</sup> et un retrécissement marqué de la mangrove. Au delà de Foundiougne, l'accentuation de ce taux de mortalité aboutit à une disparition complète de l'association dans les stations les plus éloignées (J. P. Barousseau, E. S. Diop *et al.*, 1985). De même, la péjoration du climat se traduit sur la micro et la macrofaune : ainsi d'aval en amont, les ostracodes se réduisent tant en espèces qu'en nombre d'individus ; avec la présence d'écophénotypes marins peu diversifiés pour les foraminifères (J. Ausseil *et al.*, 1983). Par ailleurs, le nombre d'espèces macrobenthiques, ainsi que celui des individus phytoplanctoniques, diminue lorsque l'on remonte la zone estuarienne (E.P.E.E.C., 1983). Plus que les "phénomènes phytopathologiques" évoqués par certains auteurs, qui semblent affecter la mangrove dans les secteurs moyens et amont de la zone estuarienne<sup>176</sup>, ce sont plutôt les conséquences dramatiques d'une sécheresse exceptionnellement rude qui expliquent la dégradation poussée de la végétation<sup>177</sup>. Ainsi la régression de la mangrove, depuis les rebords externes des estuaires, semble épouser la progression de la zone sahélienne vers le sud en liaison avec l'accentuation de la sécheresse de ces dernières années (P.A. Degeorges *et al.*, 1982).

Des sites-tests, en dehors de l'estuaire moyen et amont du Saloum (région de Foundiougne et au-delà) ont pu être étudiés, en comparant des photographies aériennes et des images Landsat de dates différentes, tels le secteur du Bitang bolong, la zone amont de l'Allahein River, au SSW de Brikama, le secteur amont du marigot de Diouloulou et de Baïla, ainsi que les affluents sud de la Casamance, dans la région de Santiaba Manjak. Les résultats obtenus sont très évocateurs : les superficies de mangroves saines et denses, qui apparaissent sur les photographies aériennes de 1954 et 1969 suivant une tonalité gris foncée, deviennent plus claires avec des taches de grisé peu foncées sur les clichés de 1983<sup>178</sup>. Sur les compositions colorées de 1973, ce sont des plages rouge-pâles avec des nuances gris bleutées qui apparaissent ; elles évoluent en bleu clair à la limite du vert sur les images de 1979.

De même, les superficies concernées par la végétation des tannes herbues évoluent en zones très claires, avec une forte réflectance lorsqu'il s'agit de tannes nus à efflorescences salines, en bleu pâle tirant sur le vert lorsque ces tannes sont inondés<sup>179</sup>. En fait, les conséquences de la sécheresse sur la végétation des estuaires, telles que les ont percues plusieurs auteurs, sont

---

173 - E.S. Diop (en collaboration, 1983), paru en 1985.

174 - Mêmes observations que F. Blasco (1983), p. 20.

175 - Du kilomètre 40, jusqu'à Foundiougne à 65 km environ, dans l'estuaire du Saloum.

176 - Cela a été observé en Gambie, d'après H.D. Teas & R.J. Macwan (1982) ; Rapport Checchi *et al.* (1981).

177 - Dans certaines parties de la Basse Casamance, "le peuplement de *Rhizophora* a le premier été atteint par la mortalité et partiellement remplacé par *Avicennia*, lui-même actuellement décimé par la sursalure" in P. Boivin *et al.* (1986), p. 45.

178 - Mission de photographies aériennes consultées au Service Géographique National du Sénégal.

179 - Voir imagerie Landsat de la Basse Casamance en compositions colorées - février 1979.

nettement mieux visibles dans les zones externes<sup>180</sup>. La réduction des surfaces des vasières à mangroves et l'augmentation consécutive des superficies de tannes montrent à quel point l'équilibre écologique très fragile de la mangrove a été affecté. Ces observations sont corroborées par celles de M. Sall (op. cit.). En appliquant le système AREAS<sup>181</sup> à la Basse Casamance, ce dernier a effectué un inventaire spatial qui fait ressortir un accroissement de la superficie des tannes (+107 km<sup>2</sup>), aux dépens des vasières à mangroves (-87 km<sup>2</sup>), particulièrement sur les parties externes.

Il est donc certain que l'évolution récente du climat a entraîné une sérieuse perturbation de ces milieux. L'accroissement considérable de la salinité et de l'acidité des sols explique, entre autres, que la végétation naturelle de palétuviers et d'herbacées ait été partiellement mais progressivement remplacée par des tannes nus à efflorescences salines (J. Y. Lebrusq, 1985). La dégradation de ces milieux s'explique, par ailleurs, par les perturbations des régimes hydriques et de submersion, la réduction de l'écoulement d'eau douce et sa substitution par une submersion d'eau salée, la salinité des eaux et des nappes.

***Exemples de modifications liées aux régimes hydriques : conséquences sur les nappes phréatiques et la géochimie des sols.***

Nous avons vu précédemment, que la diminution de la pluviométrie et la tendance croissante à l'aridité, affectent les régimes hydrologiques, principalement dans les régions estuariennes septentrionales, au point que la salinité des eaux a doublé voire triplé dans certains cas (2<sup>ème</sup> partie). Les mêmes conséquences ont été observées au niveau des nappes peu profondes dont les fluctuations sont sujettes, elles aussi, aux variations pluviométriques. Lors des périodes de sécheresse, l'équilibre entre la nappe d'eau douce et la nappe d'eau salée est rompu. Le biseau salé a alors tendance à envahir la totalité de la nappe phréatique, aussi bien dans les domaines estuariens que sur les bordures, contaminant ainsi des zones, qui jusque là, n'étaient pas concernées. C. Marius (1983) a mesuré un doublement de la salinité des nappes phréatiques en Casamance. Dans les tannes au nord de la Guinée Bissau, nous avons obtenu des valeurs supérieures à 100‰ par le réfractomètre optique (plus de 130‰ dans les tannes du Saloum). Cette salinisation des eaux des nappes qui affecte même les lentilles d'eau douce des cordons sableux, par pénétration du biseau salé<sup>182</sup>, perturbe gravement l'alimentation en eau douce des populations locales, de même que certaines activités agricoles telles que le maraîchage.

Dans le Bitang Bolon, en Gambie, mais aussi dans les mangroves de Tendaba, la mortalité de la mangrove s'explique plus par les modifications liées au régime hydrique et à la durée de submersion<sup>183</sup> que par les problèmes de pollution et de maladies évoquées<sup>184</sup>. Des zones comparables ont été repérées et étudiées à partir des images de satellite, dans la région de Foundiougne, au NE de Diouloulou et au SE de Ziguinchor. Les mêmes facteurs explicatifs de la dégradation de la végétation liée à la sécheresse, demeurent.

Toutes ces transformations, issues de la péjoration du climat, ont été bien montrées par C. Marius (1982 et 1984) sur le plan de la géochimie des sols, avec :

- d'une part, l'acidification et l'oxydation des sols, parallèlement à une baisse généralisée du pH dans les séquences vasières/tannes, qui entraînent la destruction de la matière organique.
- d'autre part, la présence, dans les tannes, d'un minéral caractéristique des régions arides : le gypse et des fragments de racines silicifiées associées à de la silice amorphe<sup>185</sup>.

---

180 - C. Marius (1984, 1986), P. Boivin *et al.* (1986)...

181 - Area Resources Analysis System, *in* M. Sall (1983), p. 224.

182 - Cela a été observé dans les Iles du Saloum, en Basse Casamance et en Basse Guinée.

183 - Avec, notamment en saison sèche, une salinité qui atteint des valeurs considérables dans les nappes phréatiques.

184 - Voir F. Blasco (1983, op. cit.).

185 - Nous avons pu observer ces éléments dans les profils pédologiques de C. Marius, dans le Saloum (*in* Livret-guide de l'excursion du Saloum, 1986).

Ces phénomènes sont surtout observés dans la région située au nord du Rio Geba. Au sud, où les conditions de sédimentation sont mieux préservées malgré une diminution relative de la pluviométrie, la prédominance des matériaux argileux récents dans les vasières, sans évolution pédologique notable, est plus nette. En définitive, l'équilibre très fragile des mangroves du domaine septentrional, plus soumis aux aléas climatiques, est propre à cette région et ne se retrouve pas au sud. La différence est due au climat plus humide, aux teneurs en sels des eaux plus faibles, aux sols plus épais, favorisés par une sédimentation récente plus importante, d'ailleurs plus propices à la riziculture<sup>186</sup>, dans le domaine méridional.

Force est donc de reconnaître, à l'issue de cette analyse, que ces contraintes nouvelles, provoquées par une succession ininterrompue d'années sèches, accentuées par l'exploitation abusive de la mangrove à certains endroits<sup>187</sup> ont poussé les populations à abandonner progressivement les superficies gagnées par les phénomènes de salinité et d'acidité<sup>188</sup>. Même les pratiques traditionnelles, jusqu'alors parfaitement adaptées à ces milieux, s'en trouvent, elles-aussi, modifiées, face à une pluviométrie de plus en plus déficitaire et à la nécessité de récupérer le maximum d'eau possible<sup>189</sup>. Les nouvelles techniques d'aménagements plus modernes (projet de barrage de retenue, barrages anti-sels...) peuvent elles-aussi aggraver cette perturbation du milieu naturel, en particulier si elles sont introduites brutalement et si un minimum de précautions n'est pas pris.

## 2.2. Les facteurs anthropiques et les problèmes d'aménagement

Les sociétés traditionnelles, qui ont occupé de manière très discontinue ces domaines littoraux depuis le 16<sup>ème</sup> siècle, ont toujours utilisé la mangrove comme milieux d'approvisionnement en bois (source d'énergie, construction d'ouvrage...), mais aussi comme milieux de pêche et d'agriculture. Parallèlement à ces diverses utilisations, les groupements humains en place (Diolas, Balantes, Nalous, Bagas...), par souci de ménager et de protéger la nature, avaient élaboré des droits d'usage et règlements pour gérer ces milieux très fragiles<sup>190</sup>. La législation traditionnelle qui a servi à préserver l'environnement, a continué dans une certaine mesure, de cimenter les communautés. De même, l'ingéniosité des techniques d'exploitation du milieu, remarquablement adaptées à ces estuaires dans le domaine agricole, a été soulignée par la plupart des auteurs. Cependant l'équilibre réalisé avec les conditions du milieu, en particulier avec la pluviométrie, était tel que la moindre dégradation pouvait avoir des conséquences néfastes sur les productions et les rendements de ces terres. C'est le cas, depuis quelques années, où la diversité des forces en action - catastrophe naturelle telle que la sécheresse, interventions perturbatrices de l'homme : déboisement, aménagements hydro-agricoles non appropriés... - a eu tendance à rompre l'équilibre du milieu.

### 2.2.1. Les techniques locales utilisées pour l'aménagement des terres de mangroves

Lorsqu'on parcourt ces paysages des "Rivières du Sud", on est frappé par l'uniformité des techniques utilisées par des populations pourtant très diverses ; ce qui se traduit dans les paysages par les séries de digues et de diguettes, de réseaux de canaux plus ou moins parallèles aux courbes de niveaux depuis le Saloum jusqu'à la Guinée et même au-delà. La lutte pour aménager les polders gagnés sur la mangrove et empêcher la pénétration de l'eau salée revêt ainsi plusieurs formes.

---

186 - En régions guinéennes, les terres rizicoles, d'une manière générale se trouvent toujours en retrait par rapport aux vasières à *Rhizophora* et à *Avicennia*. Elles sont surtout développées sur des sols épais, à faible teneur en matières organiques et à acidité réduite ; c'est le cas dans la région de Benty.

187 - Cas en Guinée, au sud de la Somba.

188 - C'est le cas dans les estuaires du Saloum, de la Casamance et du nord de la Guinée Bissau.

189 - Par la multiplication des petits barrages en terre, en amont des cours d'eau.

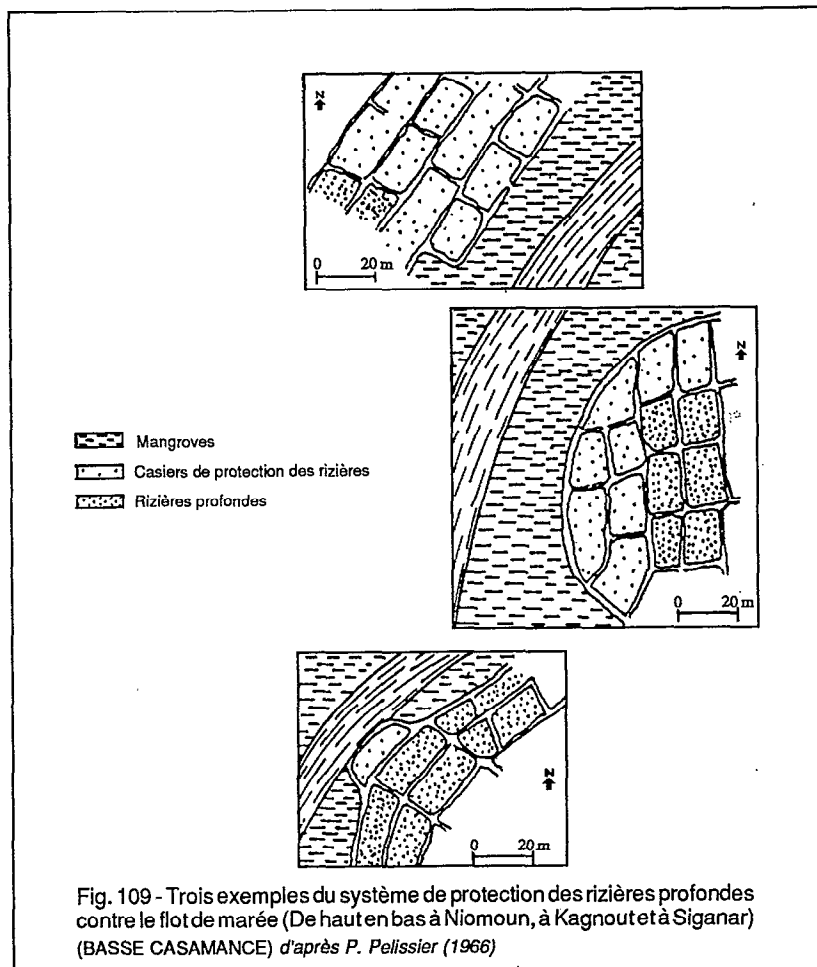
190 - Ces droits d'usage et règlements ont été élaborés bien avant que la pression démographique ne s'accroisse.

2.2.1.1. le cas des aménagements calqués sur les grandes unités géomorphologiques : le pays diola en Basse Casamance

Du plateau au polder conquis sur la mangrove, sont entreprises des séries d'aménagements calqués sur la zonation du milieu. C'est ainsi que si les pépinières de riz, associées aux cultures de manioc, et de patates..., sont localisées sur les sols ferrallitiques, les premières rizières apparaissent à la limite du plateau, là où la pente s'accroît. Sur le talus, les eaux de ruissellement sont stockées par toute une série de diguettes et de canaux qui contrôlent leur écoulement durant la saison des pluies. Mais, comme le décrit P. Péliissier (1966, op. cit.), des nuances peuvent intervenir en fonction de la topographie et des possibilités de drainage.

En dehors des rizières basses et profondes, exigeantes en main d'œuvre, localisées dans les vasières aux sols très argileux, on distingue :

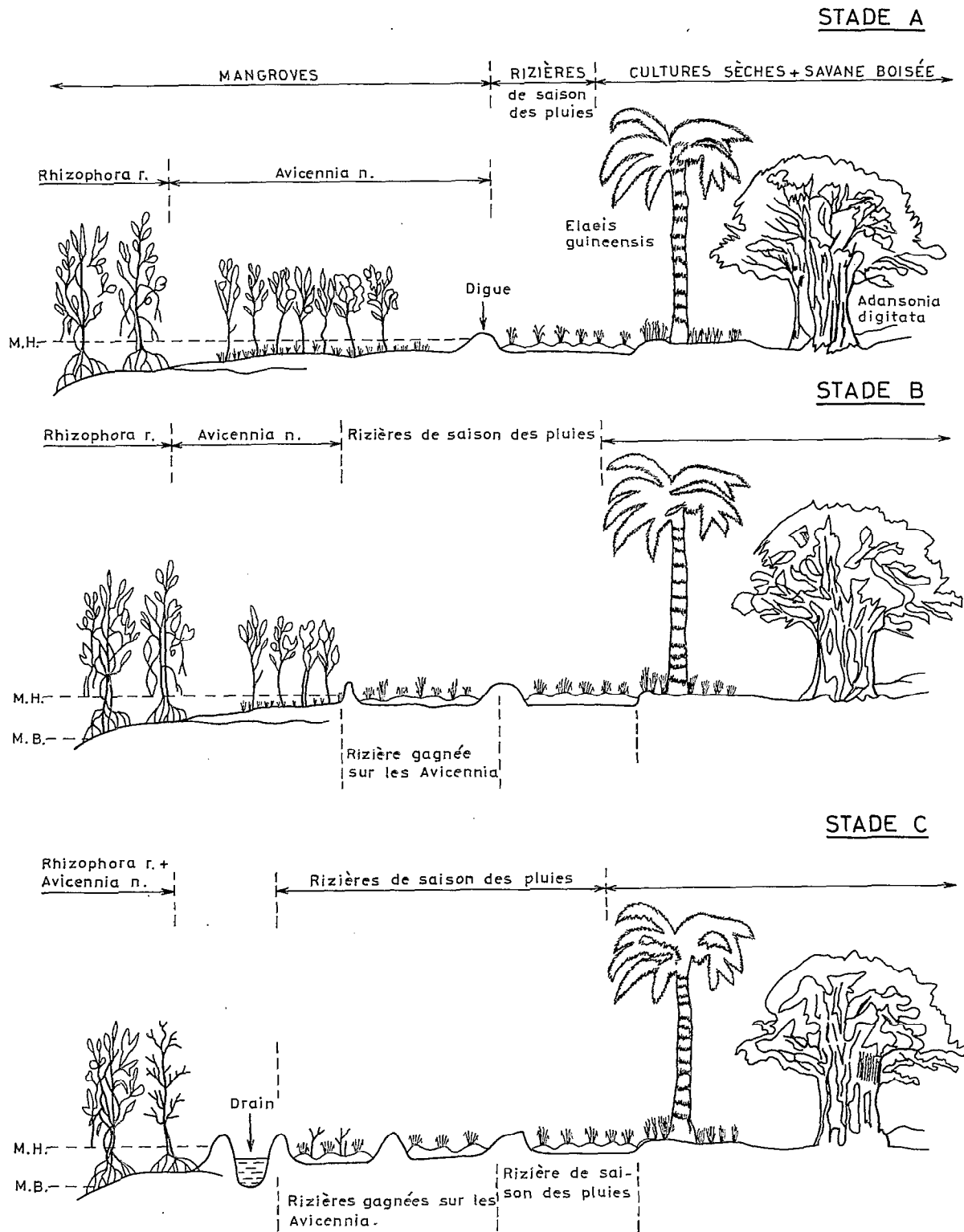
- . les rizières hautes et moyennes<sup>191</sup>, installées sur des sols sableux analogues à ceux du plateau,
- . les rizières de tannes, topographiquement plus élevées que celles des vasières et qui reçoivent les eaux excédentaires d'amont<sup>192</sup>,
- . les rizières de canal, que les populations locales aménagent le long des lignes d'écoulement préférentiels des eaux (in L. A. Lake *et al.*, 1979).



191 - Ces rizières ne sont pas utilisées en année sèche - L.A. Lake et P. Dujaric (1979).

192 - Ici se pose avec plus d'acuité le problème de l'acidité et de la salinité (nappe peu profonde et plus salée qu'ailleurs).





**FIG. 108 - AMENAGEMENT DES SOLS DE MANGROVE POUR LA RIZICULTURE EN CASAMANCE (SENEGAL)**

d'après F. BLASCO, 1983

Outre les bassins de protection qui forment un véritable chapelet de figures géométriques autour des rizières de tannes, les aménagements les plus importants sont réalisés dans la mangrove<sup>193</sup> et empiètent souvent sur les tannes herbus et les cordons sableux. Dans ces vasières et tannes, des digues puissantes isolent d'énormes "bassins à poissons" et utilisent la pente à la périphérie des cordons sableux. D'où un schéma en marches d'escaliers dans les zones de contact vasières/tannes et cordons, avec de nombreux bassins échelonnés. Mais comme le montrent L.A. Lake *et al.* (1979, op. cit.), l'utilisation de ces bassins pour la pêche est relativement récente, les digues étant conçues à l'origine pour empêcher la pénétration de l'eau salée. Avec la sécheresse de ces dernières années, les populations diolas ont fait montrer d'une grande flexibilité en intensifiant la riziculture aquatique (soins plus fournis aux pépinières, apport de fumier animal...). Ainsi, jusqu'en fin septembre, elles peuvent connaître le nombre de casiers à repiquer et consacrer le reste de leurs activités aux cultures de plateau (ces dernières étant très réduites en année pluviométrique normal). Avec la persistance de la sécheresse et l'intrusion de plus en plus marquée de la salinité, les rizières sont abandonnées momentanément pour des périodes plus ou moins longues, en attendant le retour à une pluviométrie normale. Mais parallèlement se développent d'autres activités annexes : pêche dans les bassins et dans les bôlons, ostréiculture, maraîchage, cueillette... et actuellement tourisme villageois.

Au total, les aménagements réalisés par les Diolas en Basse Casamance<sup>194</sup> n'ont jamais revêtu qu'un caractère éphémère<sup>195</sup> et pourtant, ces populations les pratiquent depuis des siècles. Mais si l'on parle actuellement de "destruction" de la mangrove, c'est parce qu'avec les phénomènes de salinisation et d'acidification dus à la sécheresse, les superficies abandonnées ont tendance à s'accroître. Mais les techniques traditionnelles diolas sont toujours réputées pour leur grande adaptation à ces milieux.

#### 2.2.1.2. *Le cas des aménagements traditionnels en pays бага (république de Guinée)*

L'activité du Baga est dominée par son souci constant de produire du riz auquel il consacre dix mois de travail acharné. Comme en pays diola<sup>196</sup> où la riziculture est pratiquée par repiquage sur de larges billons, au moyen du Kayendo (P. Pélissier, 1966, op. cit.), le бага est arrivé, lui aussi, à la maîtrise du milieu de mangrove par l'aménagement de polders créés derrière de puissantes digues de protection. Les techniques qu'il utilise sont analogues à celles du nord<sup>197</sup> :

- défrichement d'une partie de la mangrove puis isolement de la mer par des digues.
- dessalement par un système de réseaux de petits canaux qui facilitent le drainage de l'eau salée ou l'irrigation par le ruissellement.
- contrôle de la marée et de l'eau des rizières par tout un système de vannes fermées à marée montante, ouvertes à marée descendante.

Deux ou trois ans sont généralement nécessaires pour dessaler les rizières après leur aménagement. Ce sont les communautés villageoises qui sont chargées de veiller à l'entretien des digues, à l'écoulement adéquat des eaux stagnantes et aux différents travaux de

193 - Les techniques d'aménagement de la mangrove ont été bien décrites par P. Pélissier (1966, op. cit.), repris par C. Marius (1982 et 1984) - fig. 108 et 109.

194 - Malgré tous les travaux de défrichement, de canalisation, de construction de diguettes... qui semblent laisser sur le milieu des empreintes indélébiles.

195 - Car, comme le fait remarquer M. Sall (1983, op. cit.), tout abandon des travaux entraîne la réinstallation progressive de la végétation naturelle à partir du front des mangroves... ce qui n'est pas le cas des terres abandonnées par certaines sociétés d'aménagement tels que l'ILACO, près de Tobor (voir planche-photo A en annexes).

196 - Il en est de même en pays nalous, chez les Manjak et les Balantes de Guinée Bissau, "spécialisés" dans l'aménagement des polders et dans la pratique de la riziculture profonde.

197 - Ils ont mis au point un système de drainage superficiel des sols et sont parvenus empiriquement à empêcher une oxydation brutale des sulfures.

préparation. Habituellement, à partir du mois de mai, les billons, dont l'orientation est commandée par les nécessités de l'irrigation et du drainage, sont retournés à l'aide du kop (ou kopi)<sup>198</sup> d'après J. Dresch (op. cit.). Le labour des terres, durant deux mois, se fait à l'aide de cet outil privilégié : en juillet, les sillons sont remplis d'eau et le repiquage peut démarrer, à partir des pépinières préparées par les femmes. Après plusieurs sarclages, les vanes sont ouvertes quelques jours avant la récolte ; l'eau, qui a mené les grains jusqu'à leur maturation, est ainsi évacuée. Aussitôt après la moisson d'octobre, la terre est retournée pour de nouvelles semailles et on repique de nouveau pour une deuxième récolte qui se fera en janvier.

Ce système de riziculture, pratiquée avec une surprenante ingéniosité, permet des rendements de l'ordre de 1200 à 1500 kg/ha sans aides mécanique ou animale, ce qui est assez élevé pour la région selon P. Péliissier (communication orale). Mais dans ce milieu aussi, les contraintes restent les mêmes : diminution de la pluviométrie, processus de salinisation et d'acidification, pression démographique de plus en plus marquée qui réduit la capacité d'occupation des terres...

Ces deux exemples montrent bien que les populations des "Rivières du Sud" savent ingénieusement utiliser les sols de leurs milieux pourtant réputés fort ingrats, sans les dégrader. Ils ont pu ainsi ériger une véritable "civilisation du riz"<sup>199</sup> le long de ce littoral s'étirant sur plus de 700 km. Par ailleurs, elles connaissent parfaitement les caractères de la mangrove<sup>200</sup> et savent en tirer profit à bon escient, sauf dans des cas d'exploitation abusive comme cela a été relevé en Basse Guinée.

Nous avons noté précédemment que les populations locales, dans leurs activités agricoles traditionnelles étaient confrontées au problème de l'eau qui revêt ici un caractère d'autant plus aigu que les phénomènes de salinité et d'acidité viennent le rendre plus complexe. C'est donc en ce sens que les techniques modernes d'aménagement (projets de barrages anti-sels entre autres...) devraient apporter des améliorations ; à condition que leurs impacts ne viennent pas bouleverser l'équilibre écologique très fragile de ces milieux et perturber gravement<sup>201</sup> les diverses activités agricoles traditionnellement en usage.

### *2.2.2. Les projets d'aménagements modernes et leurs conséquences*

Parmi les projets les plus importants prédominent ceux qui sont orientés vers le domaine hydro-agricole. Qu'il s'agisse des tannes herbus<sup>202</sup> ou des mangroves à proprement parler de la Gambie, de la Casamance ou des deux Guinées, l'objectif des aménagements a toujours été de protéger et même de récupérer des terres diversement menacées ou affectées par les phénomènes de salinité (mais aussi d'acidité), d'envasement, de sédimentation ou de colmatage... pour les consacrer à des activités agricoles : à la riziculture en particulier.

Si les expériences les mieux connues dans cette région sont celles des années 1970 portant sur la Casamance<sup>203</sup>, les premiers travaux d'aménagement localisés dans le sud, en république de Guinée, datent en réalité des années 1940. Sans préparation suffisante et sans

---

198 - Grande pelle spécifique au Baga, qui est l'équivalent du Kayendo diola.

199 - J. Dresch (1949, op. cit.), P. Péliissier (1966, op. cit.) qui parlent de "civilisation fondée sur une riziculture autochtone à partir des variétés africaines".

200 - Zones de frayère, favorables à la pisciculture, à l'aquaculture, à l'ostréiculture, réputation du bois de la mangrove...

201 - Ces perturbations ont parfois abouti à l'abandon de certaines terres ; les exemples sont fort nombreux surtout en Casamance :

. Région de Tabor, avec les travaux de la société ILACO.

. Disparition de la mangrove dans la zone amont du barrage de Guidel.

. Echecs et abandon des projets-pilotes de Médina et Diéba.

. En Guinée : échecs et abandon des travaux d'endiguement et de drainage dans les plaines de Koba, du Kapatchez, du Monchon...

202 - Projet de l'ISRA en cours dans la région du Saloum.

203 - Voir C. Marius (1983, op. cit.).

matériel, peu de résultats positifs furent alors enregistrés<sup>204</sup>. Les phénomènes de colmatage très intenses, notamment dans la région de Monchon ont rapidement obstrué les canaux du casier rizicole (vannes de barrages fermées). Dans la plaine de Koba, les travaux de drainage connurent le même échec pour la même raison. Si l'on ajoute que dans le sud, les phénomènes d'érosion l'emportent sur la sédimentation (Iles de Kokossa, dekabak...), l'on comprend mieux les obstacles qui ont freiné l'aménagement de la région et fait échouer de nombreux projets. Malgré une reprise des travaux d'aménagement dans les années 1970 et une remise en état des ouvrages existants, la reconquête des terres perdues et l'amélioration du drainage ont été difficiles. Ces échecs, au cours de plusieurs années successives, ont conduit certaines populations villageoises à abandonner leurs terres et même à émigrer (cas des populations de Koba en république de Guinée). A l'heure actuelle, beaucoup de reconversions se sont opérées : c'est le cas, dans la plaine de Koba, où l'ancien casier rizicole a été converti en casier sucrier par une mission chinoise. Dans le sud (région de Benty), les populations continuent à s'adonner à la riziculture en même temps qu'aux plantations de bananes, de manioc, de patate et aux palmeraies.

Plus au nord, d'autres cas d'échecs dans les années 1965/1970, ont été enregistrés en Basse Casamance, concernant essentiellement des projets de riziculture. Il s'agit des exemples précédemment évoqués de Diéba et de Médina, projets-pilotes initiés en 1965 mais abandonnés en 1972<sup>205</sup>. C'est aussi le cas du projet de développement rizicole de la région de Tobor, gaspillage qualifié d'aberrant par F. Blasco (1983) et par C. Marius *et al.* (1982).

De nouveaux projets d'aménagements avec, notamment, la construction de barrages, ont été prévus dans cette même région de Basse Casamance. Sur les cinq envisagés, l'Etat a opté fort heureusement, pour la construction d'un barrage-test avant la mise en œuvre de quatre autres. L'objectif est de maîtriser la salinité et de drainer les terres pour accélérer le dessalement<sup>206</sup>. Guidel, le barrage-test mis en œuvre depuis 1982, n'a pas encore produit les résultats escomptés. En revanche, au point de vue conséquences écologiques et à cause de la persistance de sécheresse en 1983 et en 1984, une mortalité de la mangrove est enregistrée en amont de la zone du barrage, alors que l'évolution des sols est défavorable en aval (F. Blasco, 1983, op. cit.). De même, des perturbations au niveau des pêcheries ont été enregistrées<sup>207</sup>.

L'impact causé par les grands aménagements sur l'écologie de la mangrove peut donc avoir des conséquences plus fâcheuses que celui des transformations éphémères induites par les populations locales. Nous savons, par ailleurs, que ces populations pratiquent un drainage très superficiel des sols de mangroves en laissant pénétrer l'eau de mer en saison sèche, afin de permettre le lessivage des sels et éviter l'oxydation des sols ; cependant, elles connaissent actuellement des difficultés dues plus aux conditions naturelles défavorables (sécheresse accrue de ces dernières années) qu'à leur propre action de "destruction". S'il est vrai que dans certaines régions la coupe abusive de la mangrove a entraîné une dégradation sensible de la végétation naturelle<sup>208</sup> ; l'extraction traditionnelle du sel accompagnée d'une destruction de la mangrove n'explique qu'en partie l'extension, à une échelle si importante, des tannes<sup>209</sup> (G. Paradis 1979, 1986). En fait, dans l'évolution des superficies des tannes nus, qui ont considérablement augmenté ces dernières années, les facteurs naturels prennent le pas sur

---

204 - A. Guilcher (1954, op. cit.), J.S. Canale (op. cit.).

205 - A.J.C. Spijkerman et R.V. van Schagen (1986).

206 - C. Marius *et al.* (1982).

207 - Deux fois moins d'espèces de poissons et de crevettes à l'amont du barrage qu'auparavant, durant la saison sèche notamment (d'après un rapport du CRODT, 1986).

208 - Régions guinéennes en particulier, où apparaissent sur les photographies aériennes de 1978, des tannes nus, sous forme de tâches très claires au milieu des palétuviers. Ces tannes résultent de l'action de l'homme (coupe de la mangrove pour le bois de chauffe et l'extraction du sel), mais leur étendue est nettement plus réduite comparés aux tannes nus à efflorescences salines du Saloum ou de la Casamance.

209 - L'action anthropique est plus marquée au sud (régions guinéennes) où les populations coupent la végétation de mangrove pour exposer à nu les sols des vasières, ainsi transformés en tannes nus éphémères.

l'action anthropique, du moins dans le domaine nord (Saloum, Gambie, Casamance, nord de la Guinée Bissau)<sup>210</sup>.

Des exemples de réussite, lorsque les conditions d'aménagement sont plus favorables, peuvent être enregistrés : c'est le cas de certains aménagements de terres rizicoles dans la région de Farafenni en Gambie. Dans cette dernière région, l'épaisseur des sols<sup>211</sup>, mais aussi l'apport en eau douce<sup>212</sup> correctement assuré à partir du bassin-versant amont, ont permis la pratique d'une riziculture convenable avec des récoltes régulières. Il faut ajouter que parallèlement à l'utilisation de ces terres, la mangrove continue de subsister et que seuls des digues et petits barrages en terre sont édifiés pour assurer le contrôle de l'eau. En revanche, il n'est pas certain que cette évolution naturelle puisse être préservée avec la construction de grands barrages, tels ceux qui ont été conçus dans le projet d'aménagement du fleuve Gambie (M. Lô, 1984, op. cit. ; University of Michigan, 1984a et 1984b).

En conclusion, face à toutes ces difficultés, dues à des facteurs naturels et anthropiques (salinisation et acidification des terres, extension des tannes nus, dégradation de la mangrove...), nous assistons à une modification, tout au moins partielle des systèmes de culture, jadis fondés sur la seule riziculture aquatique<sup>213</sup>. Pour lutter contre la perturbation du milieu, la solution ne passe-t-elle pas, en effet, par une diversification accrue des activités<sup>214</sup> économiques d'une population qui, par ailleurs, a toujours révélé de grandes capacités d'adaptation ? (C. Marius, 1984 ; P. Pélissier, communication orale). D'autant plus que l'efficacité des aménagements modernes (barrages anti-sels notamment), en période de déficit pluviométrique, reste à prouver. Beaucoup de tentatives de drainage superficiel ou de construction de digues de protection, pour le contrôle des eaux, ont provoqué l'oxydation et l'acidification des sols (C. Marius, 1984, 1986 ; P. Boivin *et al.*, 1986 ; A. J. C. Spijkerman et R. H. Van Schagen, 1986). Dans ce contexte, le capital accumulé par les populations locales, notamment dans les techniques traditionnelles d'aménagement et d'exploitation du milieu, devrait être mieux utilisé et préservé. Certes, en cette période de déficit pluviométrique, les rendements des rizières traditionnelles ont très fortement baissé, mais leur équilibre naturel ne s'est pas rompu de manière "irréversible", comme cela a été le cas pour les parcelles aménagées dans la région de Tobor par ILACO. On peut même penser qu'avec un retour à une pluviométrie plus régulière, des taux de salinité et d'acidité plus favorables soient retrouvés et que les mangroves peu dégradées reprendront progressivement leur développement normal (P. Boivin *et al.*, 1986).

---

210 - C. Marius (1984, 1986), P. Boivin *et al.* (1986).

211 - Les problèmes d'excès de sédimentation et les phénomènes de colmatage (bien connus ailleurs, en Guinée par exemple), n'apparaissent pas dans ces sols.

212 - Cette eau subit rarement des fluctuations de salinité importantes : entre 0‰, en saison des pluies, et 8‰ au cœur de la saison sèche.

213 - Du riz aquatique, certaines populations sont systématiquement passées aux cultures sèches dans les régions de plateaux.

214 - Cette diversification est préconisée par C. Marius (1984). Mais elle est pratiquée dans la région grâce à l'exploitation des palmeraies et cocoteraies, des vergers (en Basse Guinée : bananes, ananas...), de la pêche (fluviale mais aussi maritime), de l'ostréiculture...

## CHAPITRE II

### L'APPORT DE LA CARTOGRAPHIE A L'ÉTUDE DES FORMATIONS GÉOMORPHOLOGIQUES

Les cartes présentées en annexes ont été réalisées en guise d'illustrations à l'ensemble de nos observations et interprétations. Pour plus de détails, notamment en rapport avec les unités géomorphologiques et biogéographiques, le lecteur pourra se référer aux 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> parties. Seul l'aspect méthodologique sera donc abordé dans ce chapitre.

Les méthodes d'interprétation et de généralisation utilisées (par photographies aériennes et imageries satellitaires) ont permis de procéder à la cartographie à différentes échelles<sup>215</sup> de l'ensemble du domaine étudié. Dans cette cartographie, si l'aspect statique (formes et formations en place) prédomine (planches H.T. et fig. 110 à 113), l'étude cinématique et dynamique n'a pas pour autant été négligée ; elle a été grandement facilitée, dans plusieurs cas, par l'analyse des processus qui affectent les différentes unités ainsi que par l'examen de leur évolution sur le terrain. De même, l'étude diachronique, qui a permis de déterminer la nature des unités à partir de leur changement d'aspect, a été possible grâce à l'utilisation de photographies et d'images de dates et de saisons différentes. Par delà les multiples aspects cartographiques, les méthodes expérimentées ont surtout aidé à comparer la valeur des résultats fournis par l'interprétation des photographies aériennes conventionnelles jusqu'à ceux fournis par le traitement automatique des données satellitaires.

#### 1. LES PRINCIPALES DONNÉES UTILISÉES

L'acquisition de plusieurs catégories de données<sup>216</sup> a été indispensable pour aboutir aux résultats cartographiques présentés en annexes : planches H.T.

- La première série de données sur laquelle se fonde la cartographie des formes et des formations en place est celle des photographies aériennes<sup>217</sup>. Grâce à des missions à des dates différentes (I.G.N./France et Teledyne Geotronics/U.S.A.), l'établissement de plusieurs mosaïques<sup>218</sup> a permis d'individualiser la plupart des grandes unités géomorphologiques et végétales, en tenant compte parfois, de leurs rapports avec les sols.
- Les secondes données interprétées concernent :
  - . d'une part, l'imagerie, Landsat en noir et blanc et en compositions colorées pour l'ensemble des "Rivières du Sud".
  - . d'autre part les données photographiques de simulation SPOT (noir et blanc et infrarouge couleur), notamment pour le Saloum.
- Les données numériques de l'imagerie Landsat complètent les résultats cartographiques acquis. Grâce à des séries de traitements informatiques, des cartes de dates différentes ont pu être établies à diverses échelles.

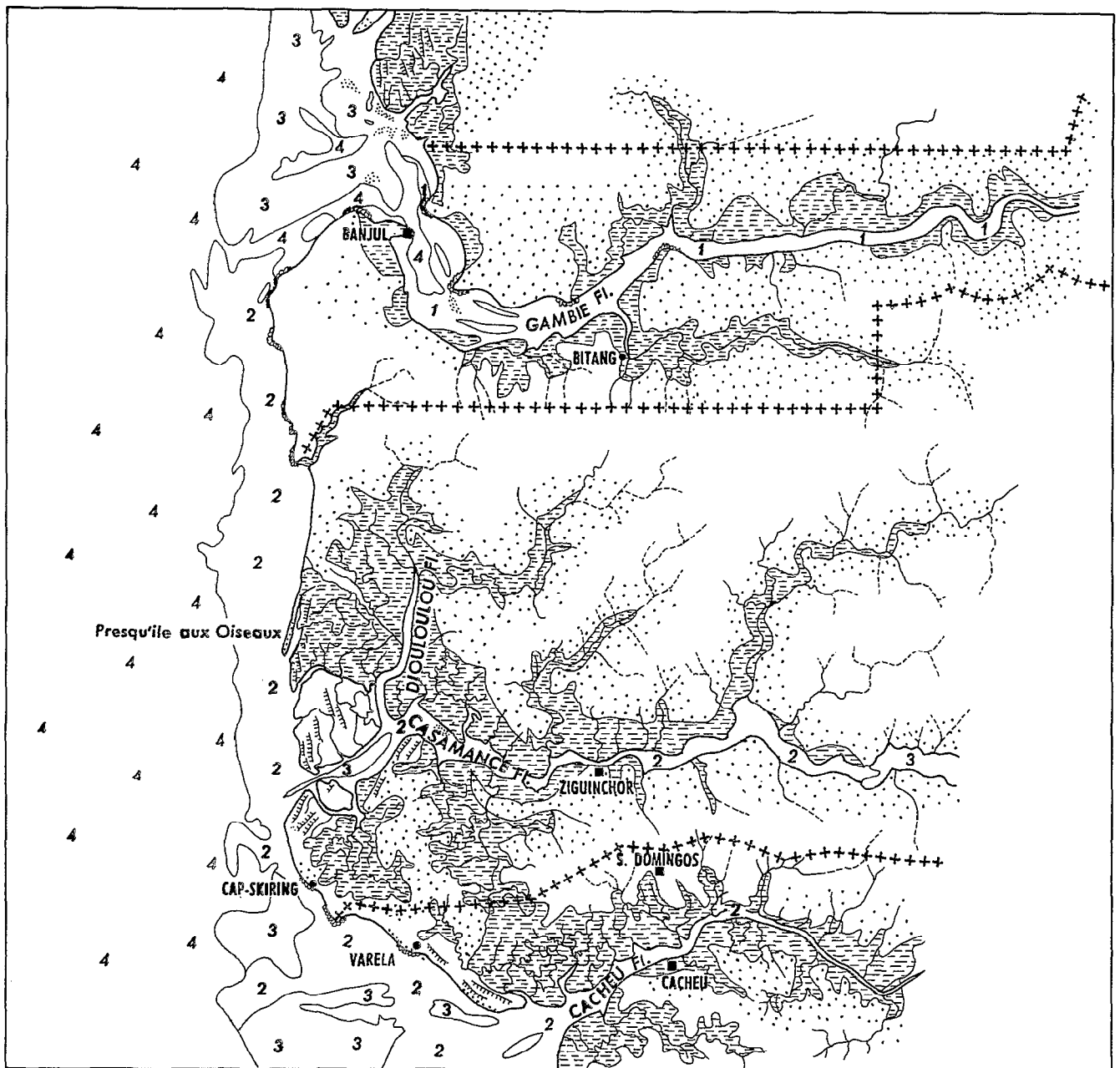
---

215 - Du 1/25 000 au 1/250 000.

216 - Les références des séries des photographies aériennes et des images-satellite utilisées ont été portée individuellement sur chaque planche et figurent en annexes (volume II).

217 - Elles n'ont pas été disponibles pour l'ensemble de la région étudiée.

218 - Il s'agit de mosaïques non contrôlées. Cependant, pour éviter les excès de distorsion, seules les parties centrales des photographies aériennes ont été utilisées, les cartes topographiques servant de guide.



**UNITES MORPHOLOGIQUES**

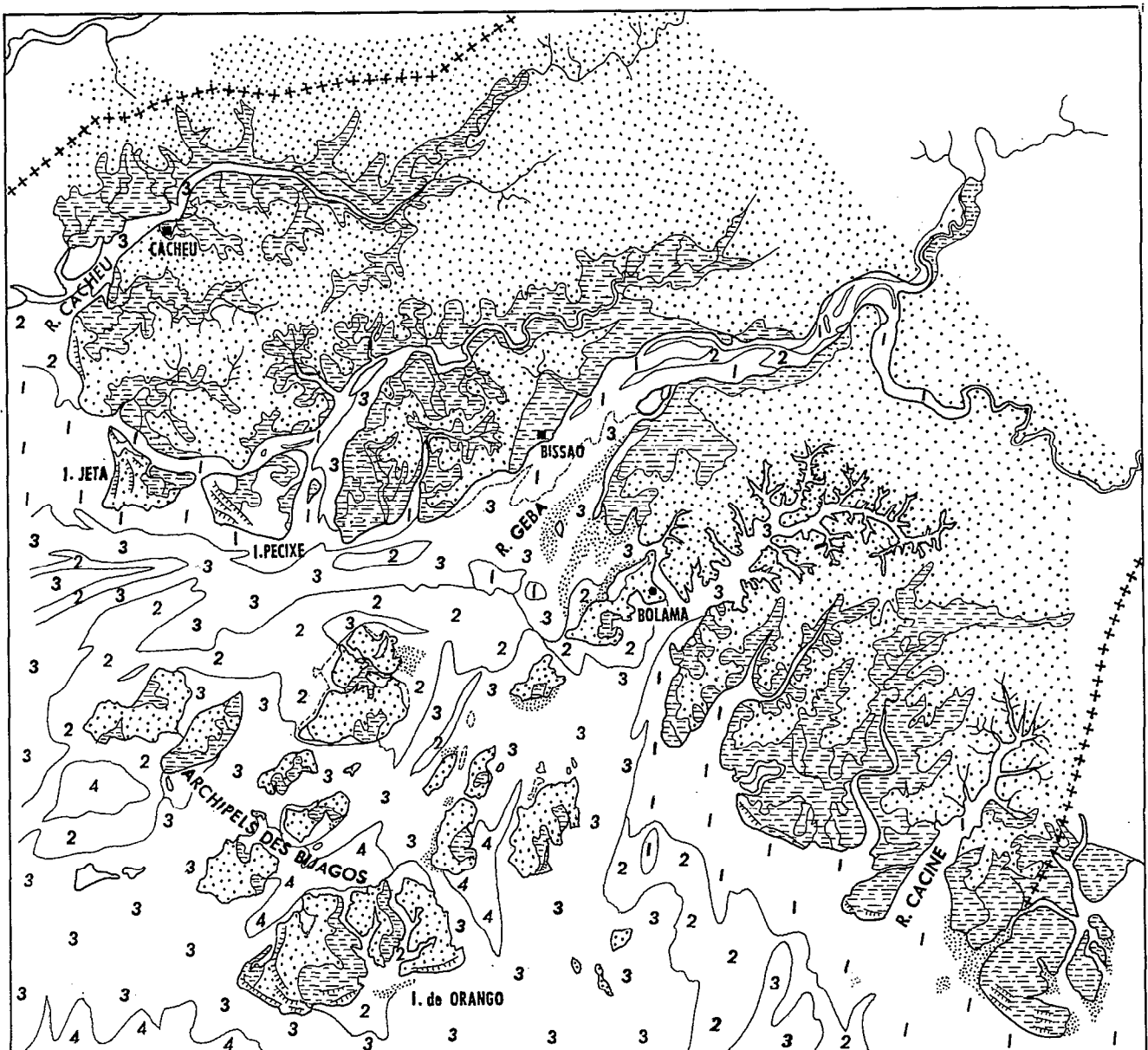
- Vasières à mangroves souvent associées à des tannes et aménagées en rizières
- Cordons sableux anciens modelés en dunes plus ou moins consolidées
- Flèches sableuses récentes
- Bancs sableux avec des formes de jusant orientées vers l'aval
- Formations plus anciennes affleurantes à subaffleurantes plus ou moins cuirassées
- Affleurement de cuirasse ferrugineuse
- Réseau hydrographique
- Frontières entre Etats

**LIMITE RELATIVE DES ZONES D'ISOTURBIDITE**







- 1 - Eaux très turbides et peu profondes
- 2 - Eaux moyennement turbides
- 3 - Eaux peu turbides
- 4 - Eaux claires et profondes

ECHELLE  
0 20 Km

Fig. 110 - CALQUE D'INTERPRETATION DE L'IMAGE LANSAT NASA ERTSE-30 304-10464 du 3-1-1979  
LITTORAL DE LA SENEGAMBIE ET DU NORD DE LA REP. DE GUINEE BISSAO



UNITES MORPHOLOGIQUES

-  Vasières à mangroves souvent associées à des tannes et aménagées en rizières
-  Cordons sableux anciens modelés en dunes plus ou moins consolidées
-  Blancs sableux avec des formes de jusant orientées vers l'aval
-  Formations plus anciennes affleurantes à subaffleurantes plus ou moins cuirassées
-  Réseau hydrographique
-  Frontières entre Etats

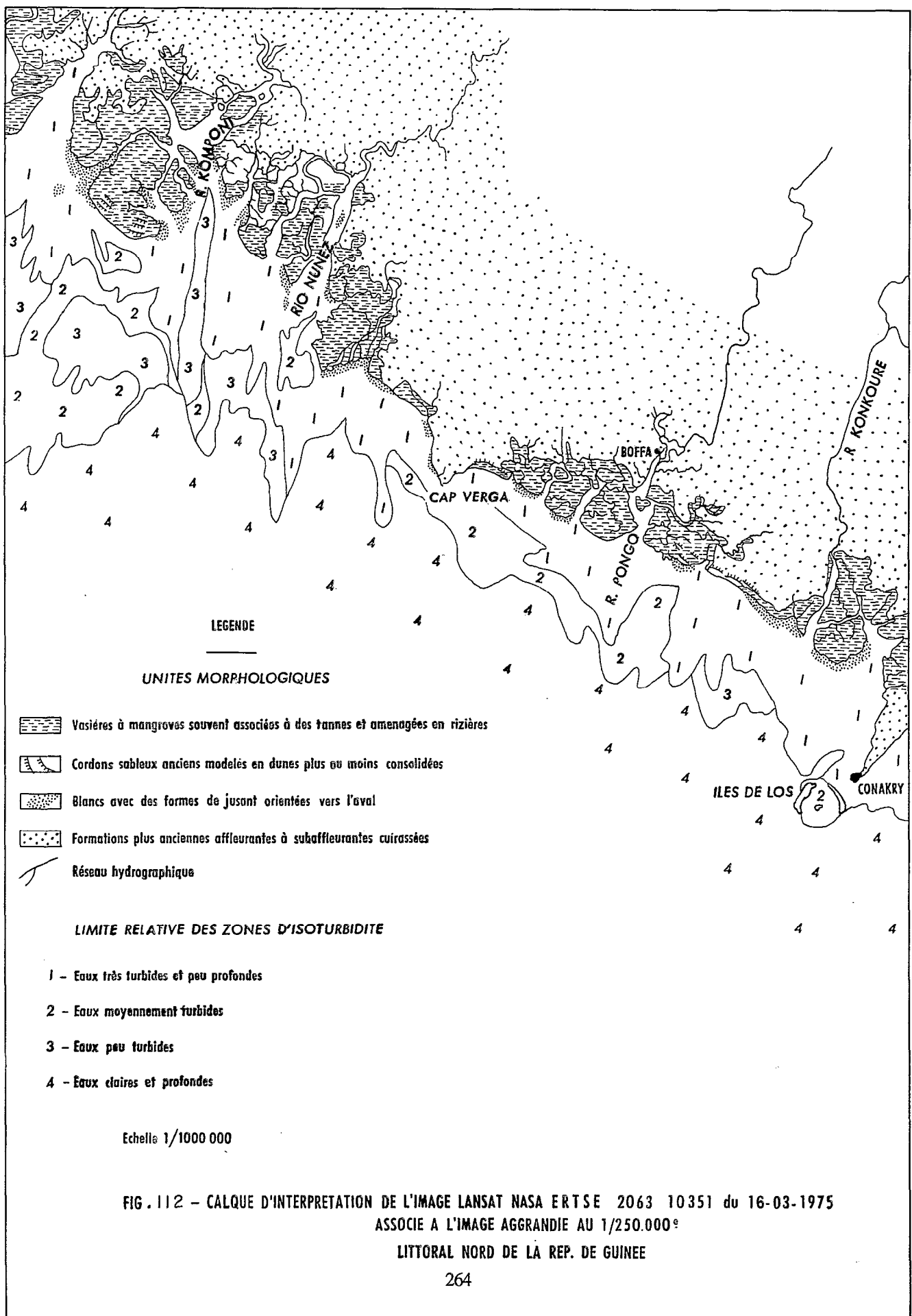
LIMITE RELATIVE DES ZONES D'ISOTURBIDITE

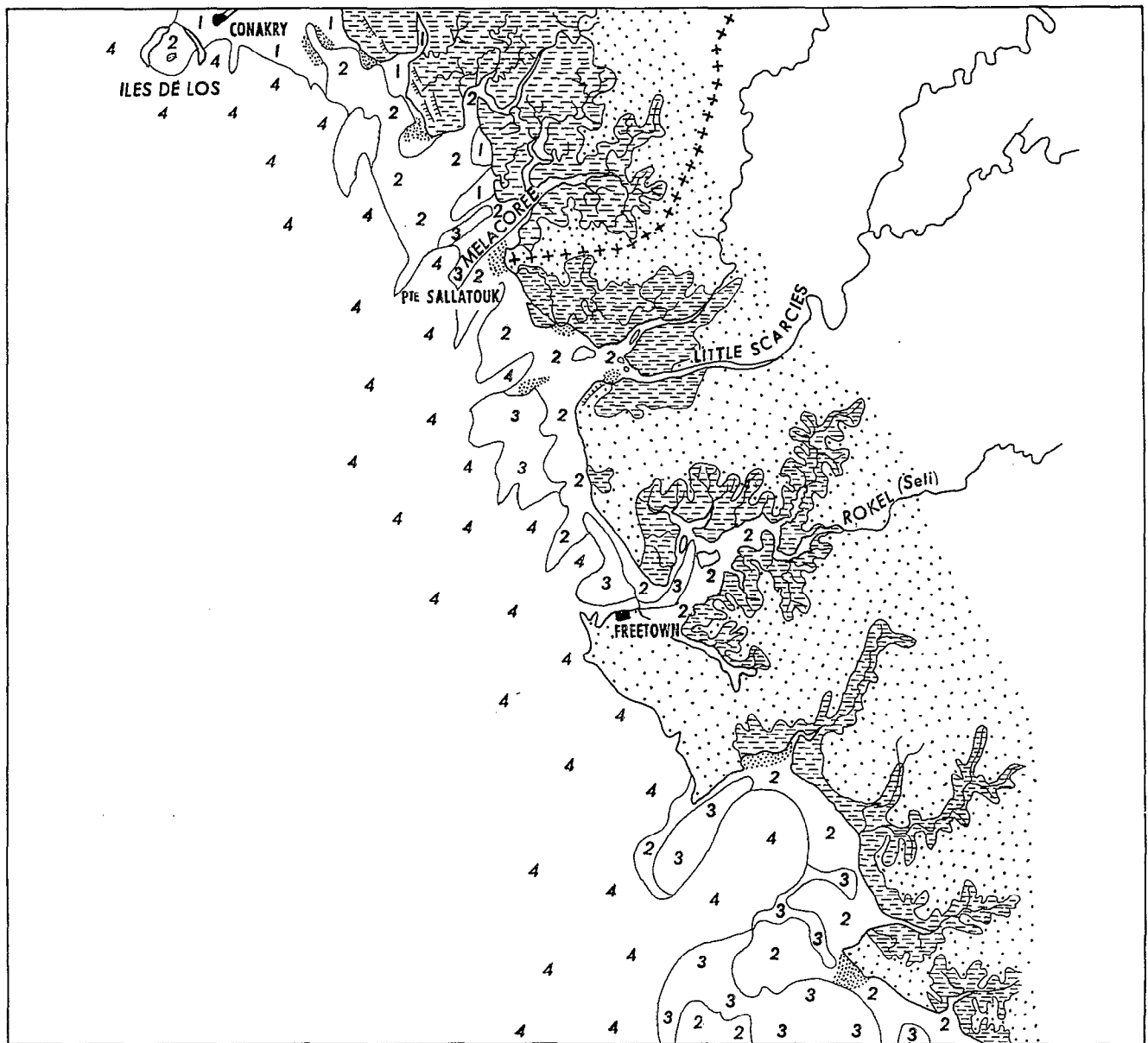
- 1 - Eaux très turbides et peu profondes
- 2 - Eaux moyennement turbides
- 3 - Eaux peu turbides
- 4 - Eaux claires et profondes

ECHELLE  
0 20 Km







Fig. 111 - CALQUE D'INTERPRETATION DE L'IMAGE LANSAT NASA ERTSE -1230 -10 524 du 10-3-1973  
LITTORAL DE LA GUINEE BISSAO







UNITES MORPHOLOGIQUES

-  Vasières à mangroves souvent associées à des tannes et aménagées en rizières
-  Cordons sableux anciens modelés en dunes plus ou moins consolidées
-  Blancs avec des formes de jusant orientées vers l'aval
-  Formations plus anciennes affleurantes à subaffleurantes plus ou moins cuirassées
-  Réseau hydrographique
-  Frontières entre Etats

LIMITE RELATIVE DES ZONES D'ISOTURBIDITE

- 1 - Eaux très turbides et peu profondes
- 2 - Eaux moyennement turbides
- 3 - Eaux peu turbides
- 4 - Eaux claires et profondes

ECHELLE

0 20 Km

Fig. 11 3 - CALQUE D'INTERPRETATION DE L'IMAGE LANSAT NASA ERTSE\_1534-10 5381 du 8-01-1974

LITTORAL SUD DE LA REP. DE GUINEE ET DU NORD DE LA SIERRA LEONE

- Enfin, les données de terrain et de survols aériens<sup>219</sup> ont été systématiquement utilisées pour les vérifications des résultats obtenus.

Dans leur ensemble, les séries de photographies aériennes, d'images et d'enregistrements utilisés, ont été de bonne qualité<sup>220</sup>. La cartographie par les images-satellite a été facilitée par deux facteurs importants :

- . les milieux alluviaux étudiés sont constitués d'unités assez homogènes, ce qui diminue les risques de texture semblable.
- . ces paysages littoraux, bien différenciés, couvrent sur les images Landsat, des surfaces suffisantes, compatibles avec la résolution spatiale du satellite.

## 2. LES MÉTHODES DE CARTOGRAPHIE UTILISÉES : INTERPRÉTATIONS ET RÉSULTATS OBTENUS

La méthode la plus conventionnelle utilisée a été la photo-interprétation. Elle est effectuée à partir de missions portant sur le Saloum (E.S. Diop, 1978, op. cit.), la Gambie, la Casamance et le sud de la république de Guinée (région de Benty) - Planches H.T. L'ensemble des photos interprétées (par couples stéréoscopiques) ainsi que les mosaïques établies ont permis de déterminer et de définir les grandes unités géomorphologiques ainsi que les principales composantes de la végétation, bonne indicatrice des sols dans ces régions alluviales tropicales. Plusieurs formes et formations parmi les unités prédominantes ont pu être mises ainsi en évidence. Il s'agit, entre autres :

- des générations successives de cordons sableux anciens, mais aussi des cordons littoraux récents (Pointe de Sangomar, Presqu'île-aux-oiseaux, littoral de Varéla).
- des terrasses sablo-argileuses plus ou moins anciennes qui ont évolué en tannes nus et herbues.
- des vasières à mangrove dont l'évolution est plus récente.
- des bancs sableux...

Ce sont généralement des formations organisées selon un étagement ascendant dans la plupart des estuaires étudiés depuis les chenaux et les bancs sableux jusqu'aux cordons sableux et "kjökkenmöddinger" identifiés. Les composantes pédologiques et végétales de ces grandes unités sont assez spécifiques. Par cette approche cartographique statique (formes et formations géomorphologiques en place), des résultats appréciables ont été obtenus par la photo-interprétation (voir planches établies). Cependant, la qualité des photographies aériennes n'a pas permis d'aller au delà de ces interprétations, même si l'analyse de missions aériennes de dates différentes a donné de précieuses indications sur les changements enregistrés dans ces milieux. Peu de résultats ont été acquis dans le domaine de la délimitation des formes les plus instables (bancs sableux, vasières nues...), dans l'étude des turbidités littorales, dans la cartographie plus précise des superficies concernées par les vasières et les tannes inondés ou inondables, dans les directions de migrations de certains flux sableux et dans la dynamique des houles...

Le recours à l'imagerie satellitaire et aux données de simulations SPOT (en particulier, les photographies en infrarouges couleurs) a été indispensable pour aborder de manière plus détaillée ce domaine de la cinématique et de la dynamique, non moins important pour la cartographie des milieux alluviaux. Même si l'échelle réduite demeure l'un des inconvénients majeurs dans l'utilisation des images-satellites, ces dernières présentent en dehors des possibilités d'agrandissement, des avantages certains : prise de vue synoptique, combinaison de

<sup>219</sup> - Les survols aériens ont eu lieu à des dates et à des saisons différentes, en particulier lorsque le couvert nuageux était faible.

<sup>220</sup> - Exception faite des régions guinéennes où existe souvent un couvert nuageux plus important, ce qui diminue la qualité des enregistrements et oblige à une sélection plus rigoureuse des images.

plusieurs canaux de sensibilité différente, répétitivité des images... Grâce aux données de satellites plus récentes, la cartographie des grandes formations géomorphologiques a été réalisée et comparée aux croquis géomorphologiques établis par photographies aériennes. L'évolution des mêmes formes apparaît très nettement sur les images en compositions colorées (en particulier, l'extension des tannes nus à efflorescences salines sur les rebords externes des estuaires nord - Chapitre I, 5<sup>e</sup> partie).

Mais si dans le domaine de l'identification des grandes formations, les images-satellites utilisées (Landsat en particulier) n'ont prêté à aucune équivoque pour leurs définitions précises et leur cartographie (pl. H.T.). Les données les meilleures, d'une remarquable netteté, ont été celles des simulations SPOT<sup>221</sup> : le Saloum a été pris comme exemple. Dans cette région, les données en infrarouges couleurs, grâce à leur très bonne résolution spatiale (20 mètres), ont permis de pénétrer les détails les plus fins sur le plan de l'interprétation. Elles ont ainsi contribué à lever définitivement des ambiguïtés de signatures spectrales qui semblaient persister sur les clichés en noir et blanc et même sur des traitements automatiques déjà opérés sur certaines images :

- dans le domaine des sédiments, les vasières et les tannes se distinguent très nettement,
- les degrés de turbidité sont très bien mis en évidence dans le domaine des eaux, de même que la géométrie très fine des chenaux,
- la gradation de la mangrove est remarquablement établie, depuis les hauts *Rhizophora* qui ourlent les bûlons jusqu'aux *Avicennia* très rabougris, au contact avec les tannes herbues,
- enfin, dans le domaine du fonctionnement de l'estuaire, des indications plus précises sont obtenues sur la dynamique actuelle (directions prépondérantes des houles, de la dérive, des courants de flot, de jusant...).

Ainsi, grâce aux images SPOT, la cartographie détaillée des différentes unités géomorphologiques permet de différencier du Post-nouakchottien à l'Actuel :

- . les cordons sableux anciens postnouakchottiens.
- . les flèches sableuses et blancs de sable, subactuels.
- . les tannes, subactuels.
- . les vasières à mangrove, actuelles.

Ce sont ces mêmes formations qui ont été retrouvées sur les photographies aériennes et sur les traitements automatiques d'images, mais leur délimitation avec les données SPOT sont nettement plus précises (fig. 114).

Quel a été l'apport des traitements automatiques d'images dans la cartographie de ces milieux ? Deux exemples de traitements d'images ont été choisis :

- \* celui développé par la *méthode Fracarte* (Equipe Fralit, 1977), méthode de classification à pré-assistance taxonomique. Elle a permis la cartographie automatique au 1/80 000 de l'estuaire de la Gambie .
- \* celui du "*Feature Space*", technique de classification développée à l'I.T.C. de Enschede (N.H.W. Donker *et al.* , 1977).

---

<sup>221</sup> - En dehors des clichés en infrarouges couleurs au 1/23 000, deux autres types de données ont été obtenus portant sur ce même secteur du Bas-Saloum :  
 . d'une part, les clichés en noir et blanc à deux échelles (=1/25 000 et 1/65 000) et dans 4 canaux différents - S1 (0,50 - 0,59  $\mu\text{m}$ ) - S<sub>2</sub> (0,61 - 0,68  $\mu\text{m}$ ) - S<sub>3</sub> (0,79 - 0,89  $\mu\text{m}$ ) - P (0,51 - 0,73  $\mu\text{m}$ ).  
 . d'autre part, la bande magnétique correspondant à la totalité de la scène enregistrée (voir rapport TECASEN n° 4 - juin 1984).

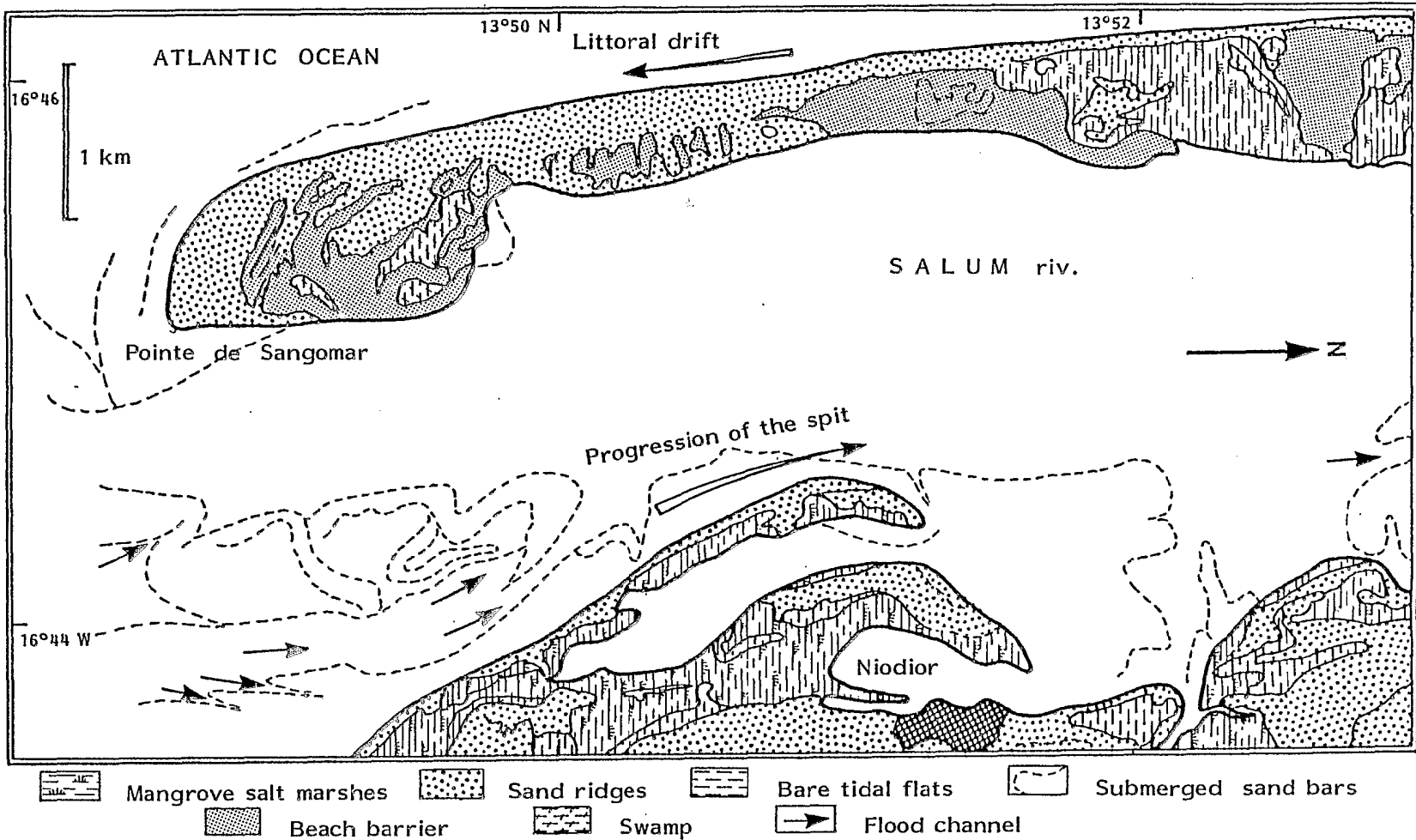


Fig. 114 - CROQUIS GÉOMORPHOLOGIQUE DU SUD DE LA POINTE DE SANGOMAR ET DU SECTEUR DE NIODIOR (ESTUAIRE DU SALOUM)  
 D'APRÈS LES DONNÉES DE SIMULATION SPOT, OCT. 1981

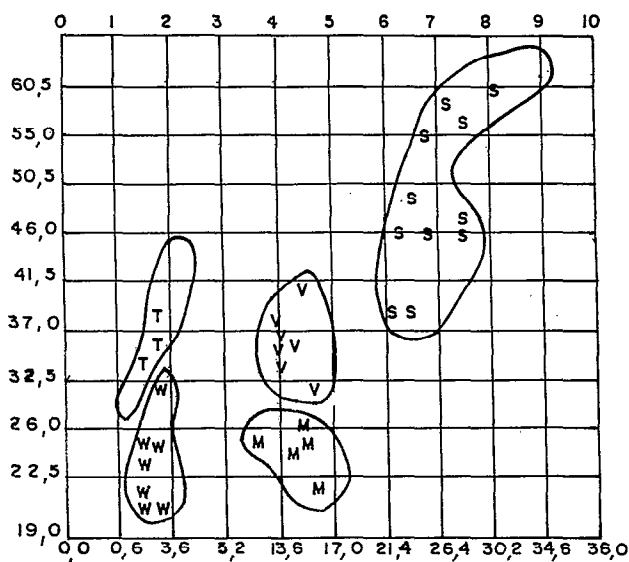


FIG. 115 - FEATURE SPACE BANDE FÉVRIER 1979  
- SECTEUR DE L'ESTUAIRE DE LA GAMBIE

Si ces deux méthodes permettent d'identifier aisément, grâce à leur chaîne de programme<sup>222</sup>, les grandes unités physiographiques des régions étudiées, c'est surtout dans le domaine des turbidités estuariennes et littorales qu'elles ont donné les meilleurs résultats<sup>223</sup>.

L'interprétation visuelle du canal 5 permet déjà d'analyser la répartition des surfaces d'eau de turbidités différentes. Par traitement automatique de l'imagerie, cette distribution spatiale des eaux turbides apparaît, pour la Basse Gambie, dans les classes spectrales définies de 1 à 30 (fig. 116)<sup>224</sup> alors que le canal MSS 7 est utilisé comme filtre. Sur les images en compositions colorées, la combinaison des canaux MSS 5 et MSS 7 permet de délimiter avec précision les classes d'eau de turbidité différente (pl. H.T.). Les mêmes possibilités ont été exploitées pour la définition des classes spectrales<sup>225</sup> permettant d'individualiser les grandes unités géomorphologiques des différentes zones. L'exemple de la Basse Casamance a été choisi, où la méthode de classification à préassistance taxonomique a permis de cartographier au 1/50 000 le secteur de l'embouchure (fig. 117 et tabl. 71).

<sup>222</sup> - La chaîne des programmes utilisés dans le cadre de la méthode Fracarte peut se résumer en trois parties : Fralissim, Fram 3 (Citer 3) et Fracarte (voir Equipe Fralit, ENSJF Montrouge, 1977) :

. le Programme Fralissim met en évidence les signatures multispectrales des différentes unités taxonomiques (leurs valeurs respectives de réflectance).

. le Programme Citer 3 permet le tracé de transects ou de profils de valeurs spectrales et autorise, une meilleure définition des limites tant spatiales que spectrales des grandes formes et formations.

. le Programme Fracarte reçoit sous forme de cartes de données, les classes des valeurs spectrales définies à partir des programmes précédents, ce qui permet le tracé en différé des cartes à l'échelle désirée.

- La technique de classification "Feature Space" se fonde sur l'utilisation de deux canaux (le MSS 5 et le MSS 7 généralement, mais d'autres combinaisons sont possibles) et sur un graphique à deux dimensions (le canal 5 étant représenté en ordonné, le canal 7 en abscisse). L'élaboration de ce graphique permet, entre autres, de définir par des nuages de points, les caractéristiques spectrales de plusieurs classes de taxons-paysages en déterminant leur position avec une grande exactitude dans l'espace compris entre les deux axes - fig. 115. Plusieurs échelles de travail peuvent être utilisées (E.S. Diop, 1981).

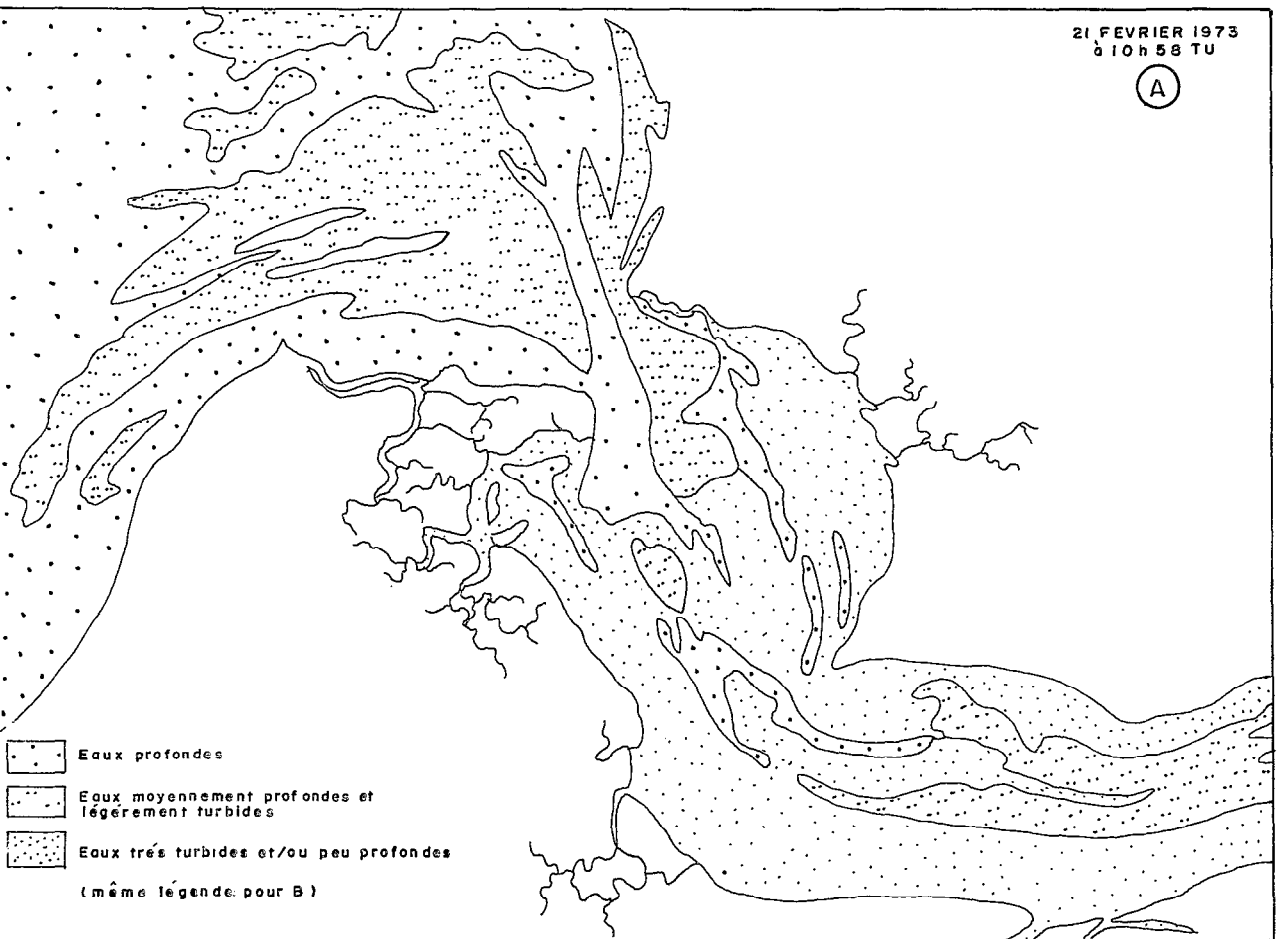
<sup>223</sup> - Possibilités de déterminer les limites spectrales des surfaces d'eau de turbidité différente et de segmenter ces continus en plusieurs classes de qualités bien distincte (fig.116).

<sup>224</sup> - In E.S. Diop (1981, op. cit.) rapport TECASEN n° 3, paru en juin à Dakar.

<sup>225</sup> - Les ambiguïtés qui ont toujours persisté pour la définition spatiale de certains continus de paysages (à variations continues dans l'espace), ont été définitivement levées dans le cas du Bas-Saloum grâce aux images en compositions colorées des simulations SPOT.

21 FEVRIER 1973  
à 10h 58 TU

(A)



26 FEVRIER 1979  
à 10h 46' 03" TU

(B)

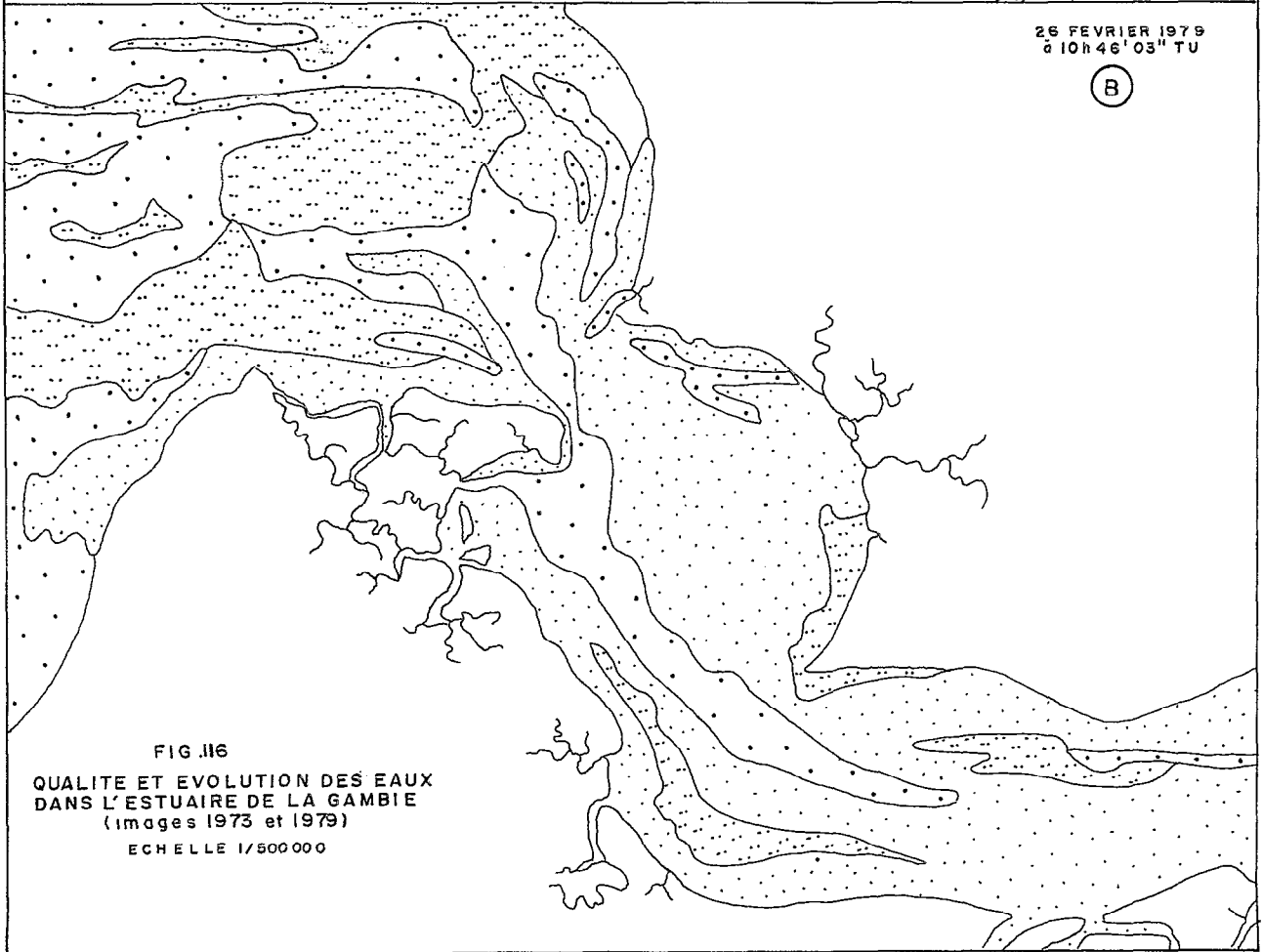


FIG .116  
QUALITE ET EVOLUTION DES EAUX  
DANS L'ESTUAIRE DE LA GAMBIE  
(images 1973 et 1979)  
ECHELLE 1/500000

Tableau 70.- Cas de la Basse Casamance (d'après la carte automatique au 1/50 000, image 1027-10574 du 21 février 1973).

Example of low Casamance (from automatical map - 1/50 000 image 1027-10574 of 21 february, 1973).

Unités taxonomiques		Valeurs spectrales déterminées	
1-1 et 1-2	Eaux	MSS 5	MSS 7
		0-31	0-9
2 et 3 = D	Vasières et mangroves	0-26	10-127
4		27-31	
4.1 et 4.2 = A	Cordons sableux ou tannes végétalisés	32-41	10-127
5			
5.1 et 5.2 = C	Cordons sableux et tannes nus	45-50	10-127
6 = B	Cordons littoraux récents	51-67	10-127
7 = B	Estrans sableux plage	68-127	10-127

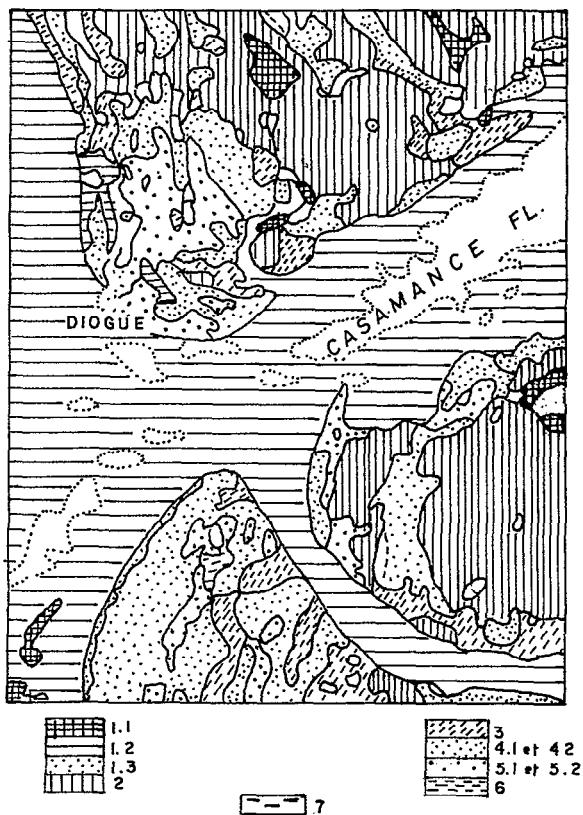
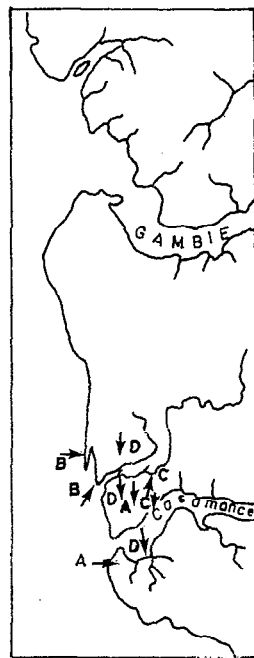


Fig. 117 - CARTOGRAPHIE AUTOMATIQUE DE L'EMBOUCHURE DE LA CASAMANCE  
Calque d'interprétation Image du 21.2.1973



Dans cet exemple, la ligne de rivage correspond à la limite de l'extension géographique des valeurs de luminance faibles - de 0 à 9 dans le canal MSS 7. Alors que les unités de paysage, correspondant aux formations quaternaires, ont toutes des valeurs supérieures à 10 (entre 10 et 127) dans ce même canal. C'est sur les classes spectrales obtenues en rapport avec les signatures des grandes unités taxonomiques des secteurs étudiés que s'est fondée cette cartographie automatique. Ainsi a-t-on pu distinguer en fonction des valeurs du rayonnement enregistrées dans les canaux 5 et 7, les unités mentionnées dans le tableau. Elles sont très bien individualisées lorsque leurs limites spectrales sont nettes et que les gradients spectraux de leurs frontières sont forts ; mais elles peuvent aussi se présenter comme des continus de paysages lorsque leurs limites, tant spatiales que spectrales, ne sont pas nettement tranchées et que les modifications de leurs signatures s'effectuent sur de très faibles gradients.

Il demeure que, dans l'état actuel des possibilités de cartographie à partir des nouveaux satellites à très haute résolution (20 m pour le "Thematic Mapper" - 10 m<sup>226</sup> pour SPOT), les difficultés de discriminer les différentes unités physiographiques se sont très fortement atténuées, et rares sont les ambiguïtés, dues à la dimension de la tache élémentaire (pixel), qui peuvent subsister.

Les multiples aspects cartographiques abordés ainsi que les séries de résultats obtenus et les nombreux recoupements par comparaison auxquels nous sommes parvenus quant à la définition des grandes unités géomorphologiques, nous ont amenés à réfléchir sur un modèle simple d'interprétation, d'abord appliqué au littoral sénégalais, puis aux milieux estuariens guinéens. Ce modèle repose sur l'acquisition d'une bonne imagerie en compositions colorées<sup>227</sup>, à une échelle agrandie et de données d'assistance pertinentes<sup>228</sup>, essentielles pour une meilleure définition des signatures des unités à cartographier. Les critères d'identification se basent sur un code de couleurs<sup>229</sup> et sur la texture des images, dans la perspective d'un bon zonage sur l'image en fausses couleurs composites (voir tabl. 71). Les phases de contrôle-terrain constituent l'étape décisive avant toute interprétation définitive et classifications des différentes unités géomorphologiques. Ainsi ont pu être mises en évidence, sur le littoral sénégalais, toutes les unités en place de l'Holocène à l'Actuel : terrasses anciennes, cordons sableux anciens, tannes et vasières subactuels et actuels, bancs sableux récents...

Ces résultats présentent des recoupements avec ceux déjà acquis dans le même domaine (voir paragraphes précédents). Les bonnes corrélations avec les images Landsat<sup>230</sup> des littoraux de la Guinée Bissau et de la République de Guinée, autorisent une extension de l'interprétation et la réalisation de la cartographie géomorphologique de l'ensemble de ce domaine. Même si l'échelle de ces cartes dans le modèle utilisé est au 1/250 000, il est tout à fait concevable, comme nous sommes en train de le faire pour la vallée du Sénégal<sup>231</sup> de passer par des agrandissements, après interprétation, à une échelle plus grande<sup>232</sup> si l'intérêt de l'étude le requiert.

L'ensemble des méthodes utilisées montre qu'il existe plusieurs moyens appropriés pour cartographier ces milieux alluviaux tropicaux, soit de manière classique par le canal des photographies aériennes<sup>233</sup>, soit par des moyens et techniques plus avancés tels que les images-satellite et le traitement des données numériques.

---

226 - Dans le monde panchromatique et dans une même bande spectrale P (de 0,51 à 0,73  $\mu\text{m}$ ).

227 - Ce sont des images Landsat, rectifiées géométriquement et agrandies, qui ont été utilisées pour ce modèle.

228 - Il s'agit des photographies aériennes à grande échelle (1/50 000 ou 1/25 000 en noir et blanc, ou en infrarouges couleurs) et d'une imagerie multispectrale et R.B.V. à une échelle standard ou agrandie.

229 - Par exemple, à partir d'un munsell color chart.

230 - En compositions colorées et à la même échelle.

231 - E.S. Diop et M. Sall (1985).

232 - Au 1/100 000 par exemple.

233 - Malheureusement, les données portant sur la région sont généralement anciennes et les levés très discontinus suivant les pays.

Tout l'intérêt du dernier modèle d'interprétation d'images en compositions colorées est de montrer, que face aux coûts de plus en plus élevés des images-satellites, mais surtout des bandes magnétiques et des systèmes de traitements, il est possible de s'orienter vers un type de cartographie, efficient<sup>234</sup>, peu coûteux en matériel et simple d'utilisation.

Tableau 71.- Modèle d'interprétation utilisé

Unités géomorphologiques	Réponses sur photographique aériennes (PANCHRO)	Réponses dur M.S.S.		Réponses sur composition colorées (à la classification de l'I.T.C.)	Texture d'après de l'I.T.C.	Critères d'identification qui incluent la date de prise de vue et le contrôle-terrain	
		5	7				
Vasières nues	gris foncé	gris clair	gris foncé	gris bleuté (5B5/4) à la limite du vert (5G5/2)	Fine	Fonction de sa submersion plus ou moins grande	
Vasières à mangrove	gris foncé à clair	gris foncé à noir	gris plus clair	mangroves externes (10R4/6) rouge - mangroves internes (10R3/6) brun foncé	Moyenne à grossière	Fonction de la nature de la mangrove (plus ou moins chlorophyllienne) et de sa densité	
Cordons sableux (anciens) " "	dénudés	clair	clair	brun à clair (2,5Y8/0 à 2,5Y8/2)	Moyenne à fine	Réponses en fonction de la couverture végétale et de son degré de recouvrement	
	végétalisés	gris clair	gris	brun à rouge pâle (2,5YR4/6)	Moyenne à grossière		
Tannes . nus (inondés (à effl. sal.  herbus		gris très clair	gris clair	gris à noir légèrement gris	bleu clair (5B7/2) clair à bleu pâle 5B8/2 à 5B7/2 - à la limite du vert en bordure de bôlon (5G5/2)	Fine	Fonction du degré de submersion par les marées et du degré d'humidité
		légèrement gris	gris plus foncé	gris clair	légèrement brun à rouge (10R4/6 à 10R5/6)	Fine	Fonction du couvert végétal et de son état
Bancs sableux	clair à gris clair	gris clair	gris foncé à noir	bleu légèrement clair (5B6/2)	Moyenne à fine	Réponse en fonction du niveau de submersion	
Eaux . claires et profondes . peu claires et plus profondes . plus ou moins turbide		gris	clair	bleu foncé à noir (5B2,5/1 à 5B3/4)	Fine	Réponses en fonction de la turbidité, de la profondeur des chenaux et de la présence de bancs sableux	
		clair	très clair	gris peu foncé			bleu de plus en plus clair (5B6/4)
Bordures des estuaires  . dénudées  . couvertes de végétation		gris clair	clair	clair à gris très clair	jaune pâle à jaune (2,5Y7/6 à 2,5Y7/8)	Moyenne à grossière	Fonction du degré de recouvrement (plus ou moins dense) et de la nature du couvert végétal (plus ou moins chlorophyllienne)
		gris plus foncé à noir (végétation plus dense)	gris foncé à noir	gris clair à très clair	-rouge quand végétation dense (10R4/8) -jaune rougeâtre quand végétation dégradée (5YR6/8)		

234 - En particulier, si on travaille sur une imagerie du type SPOT en infrarouges couleurs, comme celle utilisée dans le Saloum.

## **CONCLUSION GÉNÉRALE**

Notre conclusion devrait, en toute logique, comporter la liste des réponses aux questions posées en introduction et tout au long de ce travail de comparaison. Si certaines des solutions proposées apparaissent suffisamment précises, car s'appuyant sur des données suivies, quantifiées et parfois cartographiées (cas du modèle d'estuaire inverse du Saloum, de l'affinement du nord au sud, de la texture du matériel constitutif des vasières et des tannes...), d'autres, en revanche, demeurent, somme toute, provisoires et méritent d'être replacées dans le cadre de cette étude. C'est bien dans le contexte de la sécheresse actuelle qu'ont été analysées les conditions d'adaptation des principaux faciès végétaux, ainsi que l'évolution naturelle de ces milieux de mangroves et la part des aménagements effectués par l'homme. Les interprétations que nous avons tirées ne conservent donc toute leur signification que dans ce contexte ; elles devraient faire l'objet d'observations et de mesures plus continues pour des conclusions définitives.

Que présenter comme premier bilan au terme d'une telle étude comparative ? La climatologie, l'hydrologie, la géomorphologie et même la géologie de ce domaine font apparaître une certaine zonalité du milieu. Et pourtant, il s'agit bien, comme précisé dans l'introduction, d'un domaine azonal bien caractérisé par sa végétation (la mangrove), son type de sédimentation plus ou moins vaseuse, son système de drainage très caractéristique, mais aussi par des formes d'aménagements uniques. Les diverses observations et analyses ont ainsi abouti à des séries de résultats qui seront successivement examinées, ainsi que les perspectives de recherches nouvelles qui pourraient venir atténuer les limites dont souffre ce travail.

La première conclusion résulte du *climat*, avec une succession ininterrompue d'années sèches, qui a sensiblement fait reculer les limites tidales dans les estuaires septentrionaux. Deux faits illustrent parfaitement cette évolution :

- . l'extension très visible des tannes aux dépens des vasières sur les parties externes des estuaires.
- . la remontée, loin en amont, du front de salinité de certains cours d'eau : Saloum, Gambie, Casamance, Cacheu...

Cette péjoration du climat, qui s'atténue au fur et à mesure que l'on progresse vers le sud, aboutit à une opposition entre les deux grands domaines estuariens grossièrement séparés par le Rio Geba. L'une des premières conséquences de ces phénomènes climatiques apparaît dans le *domaine hydrologique* où un gradient d'écoulement en fonction de la pluviométrie a pu être défini. Trois types de régimes ont été étudiés :

- un régime "sahélien" à l'extrémité nord des "Rivières du Sud" (cas du Saloum et de ses rivières voisines, des petits affluents de la Gambie, en aval de Goulombo...). C'est dans ce domaine qu'a été observée une modification importante du régime de salinité des eaux d'aval en amont avec, comme cas-limite, une hypersalinité accrue : le Saloum et la Casamance (en 1984) constituent des exemples concrets.
- un régime tropical pur, caractéristique des fleuves au nord du Rio Geba (avec le Cacheu, la Casamance, la Gambie en aval de Goulombo...).
- un régime tropical humide de transition avec les fleuves au sud de la Guinée Bissau et, en particulier, ceux de la République de Guinée.

La latitude constitue, ainsi, un important facteur explicatif de l'écoulement fluvial. Ce facteur doit cependant être nuancé par la situation des bassins-versants et les possibilités d'apports en eaux à partir de l'amont.

Les *mesures d'hydrodynamique*, tant au point de vue des courants que du régime de salinité et des phénomènes connexes, ont permis de faire ressortir un modèle particulier d'estuaire inverse, en général réalisé dans le domaine nord. Les différentes observations ont montré que ce processus d'estuaire inverse s'opère non seulement dans les conditions extrêmes des fleuves du type Saloum, mais aussi dans certains cours d'eau coupés de toute alimentation en eau douce pendant une bonne partie de l'année. Plusieurs exemples ont été observés à cet égard : le

Saloum lui-même, mais aussi la Casamance, parfois la Gambie et le Cacheu. Par ailleurs, les études détaillées sur le littoral sénégalais montrent que les positions des maxima de turbidité se situent en dehors des zones estuariennes.

*La tendance à la subsistance, lente mais continue* depuis la fin du Miocène, est l'une des caractéristiques du bassin sédimentaire de cette partie de l'Afrique. Les séries de coupes géologiques et de sondages profonds montrent bien que ce bassin s'enfonce régulièrement dans la direction générale WNW. De même, la néotectonique dans les régions guinéennes en particulier, se manifeste par des phénomènes d'affaissement qui semblent se poursuivre de nos jours par l'envoyage progressif des vallées côtières et par la submersion, même à marée basse, des formations latéritiques continentales. Ces diverses particularités peuvent expliquer à bien des égards l'existence des Archipels des Bissagos qui ne sont pas d'origine volcanique mais où apparaissent les mêmes couches géologiques que sur le continent.

*L'étude hydrogéologique* précise les rapports entre les plans d'eau libres et les nappes d'eau douce dans les formations géologiques. Elle souligne par ailleurs, les deux problèmes majeurs qui se posent avec plus ou moins d'accuité dans la région. Il s'agit :

- . d'une part, de l'insuffisance des ressources en eaux superficielles, causée principalement par une pluviométrie de plus en plus déficitaire.
- . d'autre part, des contraintes dues à la salinisation des nappes ainsi qu'aux risques de contamination accrue, aussi bien pour les nappes superficielles que pour les nappes profondes, notamment à cause de l'existence de biseaux salés. Le risque d'invasion saline des aquifères se pose ainsi dans tout ce secteur littoral.

En définitive, les caractéristiques géomorphologiques étudiées en rapport avec le schéma structural et le cadre tectonique, permettent d'élaborer une première classification des systèmes estuariens des "Rivières du Sud". Ainsi, on a pu distinguer :

- . les estuaires bordés par des falaises cuirassées (bas plateau du "Continental terminal") : c'est le cas de la région allant du sud de Toubacouta jusqu'au-delà de l'estuaire de la Gambie, avec un plateau continental peu étendu.
- . Les estuaires "marécageux", plats, caractérisés par des vasières importantes et une végétation de mangroves plus fournie. Ils évoluent actuellement en plaines deltaïques avec un plateau continental très étendu : c'est le cas de la Basse Casamance, mais surtout, de la Guinée Bissau et de la république de Guinée.
- . les estuaires constitués partiellement de côtes sableuses. Ils sont beaucoup plus localisés, avec une largeur de la plateforme continentale moyennement étendue, en particulier dans le nord. C'est le cas du Saloum, du littoral de Varela (en Guinée Bissau) ...

*L'histoire du littoral étudié* est principalement conditionnée par les variations eustatiques et les changements climatiques synchrones, particulièrement durant l'épisode transgressif holocène postérieur à 18 000 B.P. Nous avons vu que l'essentiel de la mise en place des formations s'est effectué au Quaternaire récent. Les formes héritées sont en fait le résultat d'une genèse liée à la stabilisation du niveau marin au terme de la transgression nouakchottienne. Celle-ci demeure, sans contexte, la période la plus importante pour reconstituer l'histoire géologique de ces zones d'estuaires et pour expliquer la configuration géomorphologique actuelle. Les séries de datations au  $^{14}\text{C}$ , précisées par l'examen de la forme des basses terrasses (tannes), ont constitué autant d'arguments qui viennent confirmer l'importance des différentes phases d'alluvionnement relevant des périodes nouakchottienne et post-nouakchottienne. L'analyse de l'évolution poursuivie jusqu'à la période subactuelle et actuelle, montre l'importance des modifications écologiques subies sur l'ensemble des "Rivières du Sud".

L'étude des sédiments en place, témoins fidèles et bien conservés de l'évolution récente, a été indispensable. Plusieurs méthodes d'analyses dans le domaine de la sédimentologie ont été utilisées. La remarquable constance dans laquelle on retrouve les principales unités géomorphologiques ressort de cette étude comparative.

La texture du matériel constitutif des vasières et des tannes subit un affinement du nord au sud. Cette observation a été confirmée par les différents indices texturaux et par les analyses de microgranulométrie. De même, le contraste entre la sédimentation grossière du domaine estuarien nord et celle de plus en plus fine des estuaires méridionaux a été bien mis en évidence, principalement à partir du matériel des chenaux de marée. Les résultats d'analyses des argiles ont montré la présence d'un même cortège minéralogique avec une kaolinite largement dominante. Une évolution vers le sud se manifeste cependant avec une illite qui disparaît progressivement, au profit d'interstratifiés de plus en plus fréquents. La pauvreté en carbonate de calcium est un phénomène constant dans tous les profils ; dans leur ensemble, les sédiments sont de type terrigène détritique avec prédominance du quartz.

*L'examen détaillé des grands faciès végétaux a dénoté la bonne valeur indicatrice de la végétation pour une étude typologique des sols. Les rapports étroits entre les groupements végétaux, les unités géomorphologiques et pédologiques ont été bien indiqués ; ce qui a grandement facilité leur cartographie. La végétation, de manière générale, présente une adaptation remarquable aux conditions écologiques du milieu et aux contraintes majeures qui s'y développent. Ces dernières sont liées à la salinité et à l'acidité des sols et des eaux, mais aussi à la topographie et à la présence ou non d'eau douce lorsqu'il s'agit des cordons sableux.*

Cette étude a permis de montrer, par ailleurs, que les milieux de mangrove subissent une nette évolution due :

- d'une part, à des phénomènes naturels : importance et incidence de la désertification récente, particulièrement dans le domaine nord du Saloum qui constitue à cet égard un véritable milieu frontalier où s'observent de forts gradients écologiques. Cette évolution naturelle explique le développement rapide des tannes nus aux dépens des vasières dans les estuaires septentrionaux.
- d'autre part, à des phénomènes anthropiques avec,
  - + l'utilisation traditionnelle de la mangrove comme domaine privilégié de certaines activités rurales : riziculture, exploitation du sel, pisciculture, exploitation ostréicole, bois de chauffe, bois de construction... C'est dans le domaine sud, en Guinée, que se manifeste le plus l'action de l'homme dans la formation des tannes ; ainsi la coupe de la mangrove entraîne la constitution de zones dénudées occupées par des herbacées, après leur abandon.
  - + les grands projets d'aménagements hydro-agricoles en vue de transformer ces milieux de vasières et de tannes en terres agricoles fertiles, qui ne sont pas toujours efficaces. Du reste, certaines de ces réalisations ont déjà eu des répercussions néfastes qui ont entraîné une dégradation quasi-irréversible du milieu dans plusieurs secteurs d'intervention : c'est le cas des périmètres défrichés par la société ILACO aux environs de Tobor en Casamance.

Malgré le contexte de sécheresse actuelle, les techniques traditionnelles, qui ont permis des siècles durant de maîtriser ces milieux très particuliers et d'ériger une véritable "civilisation du riz", devraient être recensées et mieux prises en compte dans les futurs projets d'aménagements hydro-agricoles.

Enfin, les multiples aspects cartographiques ont été abordés grâce aux séries de cartes qui font la synthèse de toutes les observations, analyses et interprétations réalisées à partir des photographies aériennes et imagerie-satellitaire. Le principal résultat obtenu a été l'établissement d'un modèle d'interprétation simple appliqué à l'ensemble des "Rivières du Sud". Ce modèle repose sur l'acquisition d'une bonne imagerie en composition colorée à une échelle agrandie. Les critères d'identification sont basés essentiellement sur un code de couleurs défini au départ et sur la texture de l'image. Dans ce modèle, les phases de contrôle-terrain ont constitué l'étape décisive avant toute interprétation définitive et toute classification des différentes unités géomorphologiques.

## PRINCIPALES LIMITES DE CE TRAVAIL ET PERSPECTIVES FUTURES DE RECHERCHES

Par delà le volume des données accumulées au cours de nos recherches, les résultats présentés comportent des limites dues essentiellement à l'étendue de la zone étudiée :

- difficultés de réaliser des sondages et carottages couvrant de manière plus systématique l'ensemble du domaine,
- insuffisance des stations courantométriques et des sondages bathymétriques, notamment dans le sud,
- difficultés d'acquérir des images-satellites plus récentes et à grande échelle portant sur la totalité de la région (délais d'acheminement trop longs, coûts prohibitifs...).

Les principaux résultats obtenus, ainsi que les modèles d'interprétations établis, conduisent néanmoins à une meilleure connaissance des mécanismes de fonctionnement et de la dynamique des "Rivières du Sud". Ces résultats et modèles ont été acquis, en partie, grâce au travail en équipe que nous avons réussi à mener depuis quelques années. Du reste, l'interdépendance des diverses composantes naturelles, si intimement liées dans les milieux estuariens et de mangroves, plaide en faveur d'une approche intégrée, pluridisciplinaire. Une telle démarche est essentielle dans la perspective des programmes futurs de recherche qui devraient couvrir l'ensemble de la sous-région et compléter ce travail préliminaire de comparaison.

## **BIBLIOGRAPHIE**



- 001 ADAM J. G. (1958). - Floriste des pâturages salés (Halophytes et sub-halophytes) et végétations des rizières du Sine-Saloum. Jour. d'Agricult. tropic. et de Botan. appl. n° 8-9, pp. 505-664, août-sept.
- 002 ADAM J. G. (1961-1962).- Contribution à l'étude de la flore et de la végétation de l'Afrique occidentale : la Basse Casamance 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> parties, in Bull. I.F.A.N., série A, t. XXIII et XXIV, n° 4 et 1, pp. 911-933 et pp. 116-153, Dakar.
- 003 ADAM J. G. (1965).- Généralités sur la flore et la végétation du Sénégal. Etudes Sénégalaises n° 9, fasc.3, Climat - Sols - Végétaion - C.R.D.S. St Louis, Sénégal, pp. 154-214.
- 004 ALLBROOK R. F. (1974).- A chronosequence of soils derived from recent marine sediments in West Malaysia. 10<sup>th</sup> Int. Cong. of Soil Sci. t. VI (II), Moscow, pp. 402-408.
- 005 ALLEN G. (1972).- Etude des processus sédimentaires dans l'estuaire de la Gironde. Thèse d'Etat, Bordeaux I, 314 p., 134 fig.
- 006 ALLEN G. P., CASTAING P. and KLINGEBIEL A. (1972).- Distinction of elementary sand populations in the Gironde Estuary (France) by R. Mode factor analysis of grain-size data, in Sedimentology, n°19, pp. 21-35.
- 007 ALVAREZ D'ALMADA A. (1594).- Tratado breve dos Rios da Guiné, édité par L. Silveira, 105 p., 1946, Lisboa.
- 008 AMSON F. W. van (1966).- Growth and production of Cocoa on clay soils of Suriname - Procfof - Surinam - Bull. 84.
- 009 ANDREINO J. C. (1975).- Le Bassin sédimentaire de Guinée Bissau et le problème des phosphates - Direction des Mines et de la Géologie - Rapport 20 p. + annexes et bibliographie - République de Guinée Bissau.
- 010 ANONYME (rapport 1960).- Les régions maritimes, le delta, les niayes, zones des pêcheurs, l'estuaire du Saloum (annexe régionale au rapport sur les perspectives de dév.) S.L. n.d. Dakar, G.I.A. rapport multigr.
- 011 ANONYME (1968 & 1970).- Rapport Boffa et Conakry - Organisme soviétique de recherches géologiques, 186 p. + cartes au 1/200 000<sup>e</sup> + notice explicative.
- 012 ANONYME (1972).- Recherche des eaux souterraines. Reconnaissance hydrogéologique en Guinée Bissau par sondage électrique - Rapport 210 p., DELF - Pays Bas - paru en sept.
- 013 ANONYME (1974).- Etudes hydrologiques et topographiques du bassin du fleuve Gambie - projet UNDP - Rapport Final (5 vol.) Howard Humphrey & Sons Consulting engineers, England.
- 014 ANONYME (1979).- Recherches des eaux souterraines - Reconnaissance hydrogéologique en Guinée Bissau par sondage électrique - DELF - Pays-Bas, septembre.

- 015 ANONYME (1985).- Etude du PDU de Bignona - livre blanc, vol. I : Le Département. Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat - Unité technique de planification. République du Sénégal, 20 p. paru en mars ; vol. II : La ville, 129 p. + annexes.
- 016 ANONYME (1985).- Erosion cotière en Afrique de l'Ouest et du Centre. Rapport préparé avec la collaboration de l'UNESCO et du PNUE. In Mers régionales n° 67, 175 p. + annexes.
- 017 ANTHONY E. (1982).- Recherches géomorphologiques sur la région littorale du sud-ouest de la Sierra Léone. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle de Géographie physique, U.L.P., 166 p. + photos et planches h.t. Strasbourg, septembre.
- 018 ANTHONY E. (1985).- Geomorphology, water table and soil relationships in Holocene Beach ridges in Southern Sierra Leone. In Catena, p. 167-178, vol. 12, n° 2/3, june/september - Braunschweig.
- 019 ASECNA (1963).- Normales climatologiques du Sénégal. Service météorologique, Dakar, 80 p. multigr.
- 020 ASEQUA (1977).- Colloque sur les variations des lignes de rivage à l'Holocène. Assoc. Sénégal. pour l'étude du Quaternaire afr., Bull. de liaison, n° spécial 50, 105 p., Dakar.
- 021 AUBREVILLE A. (1962).-Savanisation tropicale et glaciations quaternaires. In Adansonia, t. I et II, p. 16-84, 18 fig. Paris.
- 022 BAGNOULS F., GAUSSEN H. (1953).- Saison sèche et indice xéothermique. Documents pour les cartes des productions végétales (Toulouse), vol. 3, pp. 1-47.
- 023 BAGNOULS F. et GAUSSEN H. (1957).- Les climats biologiques et leur classification, in. Ann. de Géogr. n° 66, pp. 193-200, Paris.
- 024 BALDESPERGER J. (1969).- Etude de la sulfo-oxydation dans les sols formés sur alluvions fluvio-marins en milieu tropical (sols de mangroves et de tannes de Basse Casamance). Rapport O.R.S.T.O.M., 54 p., 26 fig., 5 pl. h.t. Dakar.
- 025 BALTZER F. (1982).- Géodynamique de la sédimentation et diagenèse précoce sur un delta tropical à mangrove en domaine ultrabasique (Nouvelle Calédonie). Thèse Doctorat ès-Sciences Université Paris Sud Orsay - in Trav. et Doc. ORSTOM, 152, 283 p. Paris.
- 026 BALTZER F., LAFOND L. R. (1971).- Marais maritimes tropicaux. In Revue de Géogr. phys. et de Géolog. dynam., pp. 173-196, 12 fig., n° spécial, vol. XIII, fasc. 2 - deuxième série parue en avril-mai, Paris.
- 027 BARBOT J. (1732).-A description of the coasts of North and South Guinea. Edited by A. J. Churchill, 716 p. Livre I, vol. 5, Collection of voyages and travels, London.
- 028 BARTOLUCCI I. J., LEPARE M. C. (1984).- Plan national d'action pour lutter contre la dégradation du milieu naturel en Guinée-Bissau, 125 p. + annexes - UNESCO, Bur. des Nat. Unies pour la rég. Soudan. sahel. n° de série FMR/SC/ECO/84/216 (UNSO) Paris.

- 029 BARUSSEAU J. P. (1973).- Evolution du plateau continental rochelais (golfe de Gascogne) au cours du Pliocène terminal et de l'Holocène. Les processus actuels de la sédimentation. Thèse Sci. Nat. n° 9124 - 363 p. + pl. et tabl. Université Bordeaux I.
- 030 BARUSSEAU J.P. (1983).- Analyse sédimentologique des fonds marins de la "Petite Côte" (Sénégal) - Rapport du programme "Environnement côtier" ISRA-CRODT, pp. 65-83, Dakar.
- 031 BARUSSEAU J. P., JAGO C. (1979).- Contribution à la mise en évidence des modalités de transport des particules organo-minérales dans le golfe de Lyon. D'après les caractères granulométriques des sédiments, 18 p., C.R.S.M. Perpignan.
- 032 BEERS W.F.J. Van (1962).- Acid sulphate soils. Int. Inst. for Land Reel and Improv. Bull. 3 Wageningen.
- 033 BELLION Y., DEBENAY J. P. (1986).- Le bassin sédimentaire sénégal-mauritanien - Présentation générale - in Livret guides n° 1-2-3 - Symposium International INQUA-ASEQUA, pp. 1-8, Dakar ; du 21 au 29 avril.
- 034 BELLION Y. et GUIRAUD R. (1984).- Le bassin sédimentaire du Sénégal. Synthèse des connaissances actuelles. In : "Plan minéral de la République du Sénégal". B.R.G.M. et D.M.G. Dakar éd., pp. 4-63, 576-589, 641-669.
- 035 BELLION Y., HERBRARD L., ROBINEAU B. (1984).- Sismicité historique de l'Afrique de l'Ouest - Essai d'inventaire - Remarques et Commentaires - In Bull. Ass. sénégal. Et. Quatern. afr., Bull. liaison, Sénégal, n° 72-73, paru en juin, pp. 57-71, Dakar.
- 036 BENGA E.(1985).- Etude géomorphologique de la mangrove de Joal-Fadiouth (Sénégal) - 165 p. + ph. h.t. Mémoire de Maîtrise, Dept. de Géographie, Faculté des Lettres Dakar, Octobre.
- 037 BERANGER-FERAUD L. J. B. (1874).-Etude sur les populations de la Casamance in Rev. d'Anthropol., t. III, pp. 445-461, Paris.
- 038 BERANGER-FERAUD L. J. B. (1879).-Les peuplades de la Sénégambie. Ed. Leroux, 420 p.
- 039 BERRIT G. R. (1962).- Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. 2<sup>e</sup> partie. Cah. océanogr. n° 14, pp. 533-643, ORSTOM.
- 040 BERRIT G. R. (1973).- Recherches hydroclimatiques dans les régions côtières de l'Atlantique tropical oriental. Etat des connaissances et perspectives. In Bull. Mus. Hist. Nat. 3<sup>e</sup> série, n° 148. Ecologie Gen., pp. 85-99, n° 4.
- 041 BERRIT G. R. (1976).- Hydroclimats de l'Atlantique tropical oriental. Revue Met MAR n° 92.
- 042 BERTHOIS L. (1949).- Techniques d'études estuariennes. Paris, C. D. U.
- 043 BERTHOIS L. (1949).- Remarques sur la statistique granulométrique dans l'étude des sables. R. T. B. n° 3. Circ. du C. R. E. O.

- 044 BERTHOIS L. (1958).- La formation des estuaires et des deltas. C. R. Acad. Sci., t. 247, n° 13, pp. 947-949.
- 045 BEYE G. (1972).- L'acidification des sols de mangrove de Basse-Casamance après leur mise en polder, effet du type d'aménagement. Rapport I.R.A.T. Cas. 10 p. + annexes, multigr. Sénégal.
- 046 BIBLIOGRAPHIE HYDRAULIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE CONCERNANT LA REPUBLIQUE DU SENEGAL (1966).- Rapport du Comité inter-africain d'Etudes hydrauliques, 27 cm, 24 p. ronéot. Paris.
- 047 BLANCK J. P. (1976).- Analyse granulométrique par densimétrie des particules inférieures à 50 microns des sédiments meubles. In Revue de Géomorphologie dynamique, n° 3, pp. 93-105. Paris.
- 048 BLASCO F. (1981).- Ecosystèmes mangroves : fonctionnement, utilité, évolution. Communication présentée au SILCO-UNESCO. In Oceanologia Acta, pp. 655-666, paru en sept., Bordeaux.
- 049 BLASCO F. (1983).- Mangroves du Sénégal et de Gambie - Statut écologique. Evolution - Final draft - C.N.R.S.E.R. 73, Université de Toulouse III - Institut de la carte internationale du Tapis végétal, 86 p., paru à Toulouse en février.
- 050 BLASCO F. et BERENGER . A. C. (1985).- Mangroves du Bénin - Statut écologique - Reconnaissance des terrains salés par télédétection - C.N.R.S.U.A. 688, Université de Toulouse III. Institut de la Carte Internationale du Tapis végétal 56 et 41 pages - paru en janv.
- 051 BLASCO F., CHAUDHURY M. U. & al. (1983).- Simulations Spot au Bengladesh, étude des "mangroves" des Sunderbans, traitement et interprétation. Rapport SEP., 36 p., mai + photos et fig. h.t.
- 052 BLOOM A. L. (1974).- Sea-level history to be studied. In Geotimes, vol.19, n° 11, pp. 23-24 (projet niveau de la mer au cours de l'Holocène).
- 053 BOIVIN P., LOYER J. P. & al. (1986).- Sécheresse et évolution des sédiments fluvio-marins au Sénégal. Cas de la Basse-Casamance. Communication au Symposium Int. sur les changements globaux en Afrique durant le Quaternaire, du 21 au 28 avril, Dakar, pp. 43-48 + bibliog. et tabl. In édit. de l'ORSTOM, Coll. Trav. et Doc. n° 197, publié à Paris.
- 054 BONFILS P. (1950).- Etude morphologique des sols rizicoles de la Basse Côte de Guinée. O.R.S.T.O.M., rapport multigr. Paris.
- 055 BONFILS P., CHARREAU C. (1963).- Carte des sols du Sine Saloum (région de Mbour). Carte au 1/1 000 000 en couleur, édit. par O.R.S.T.O.M.
- 056 BONVALET E. (1890).- "La Sénégamie, de la Casamance au Rio-Cacheu". Bull. de la Société de Géographie de Lille, t. 14, août, pp. 113-120.
- 057 BOYE M. (1962).- Les palétuviers du littoral de la Guyane Française. Cah. d'Outre-Mer, t. XV, pp. 271-290.
- 058 BOYE M., CHOUBERT B. (1959).- Envasement et dévasement du littoral en Guyane Française. C. R. Acad. Sci., n° 249, pp. 145-147.

- 059 BREEMEN N. Van (1973).- Soil forming processes in acid sulphate soils. *Proceed. Int. Symp. on Acid sulphate soils*, vol. I, pp. 66-130, Wageningen.
- 060 B.R.G.M. (1973 et 1974).- Recherches d'ilménite au large des côtes du Sénégal (opération Rosilda). Rapport inédit (n° 73 et 74 - SGN - 228 et 256 MAR Dépt. Géologie du B.R.G.M., Orléans, 122 p. et 50 p. + fig., pl. et tabl.
- 061 BRIGADA de ESTUDOS HIDRAULICOS de Guinée (1958).- Rio Geba - plan geral de Trabalhos Hidraulicos E Hidro-Agrícolas, 132 p.+ planches h.t. Memoria Geral - Ministério do ultramar, Lisboa.
- 062 BRIGAUD F. (1961).- Hydrographie - Le Saloum. In *Etudes Sénégalaises, connaissance du Sénégal*, Centre I.F.A.N., St Louis, fasc. 2, n° 9, pp. 57-61.
- 063 BRINKMAN R., PONS L. J. (1964).- A classification and map of the Holocene sediments in the Coastal plain of the three Guyanas - Soil survey Inst. Wageningen.
- 064 BROSSELDARD-FAIDHERBE Cap. H. (1889).- "Voyage dans la Gambie et la Guinée Portugaise", Paris-Hachette, le Tour du monde, 1<sup>er</sup> semestre 1889.
- 065 BRUNEAU J. C. (1979).- La croissance urbaine dans les pays tropicaux - Ziguinchor en Casamance : une ville moyenne du Sénégal. Talence - CEGET, 163 p., 21 fig., 10 ph. h.t., Bordeaux.
- 066 BRUNET-MORET Y. (1970).- Etudes hydrologiques en Casamance - ORSTOM - Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique, rapport définitif, 52 p. multigr.+ annexes.
- 067 BRUNET M. (1959).- The Gambia Land-Use and vegetation survey. III Conf. Interafr. des sols, vol. I, pp. 389-394, Dalala.
- 068 CADA MOSTO A. da (1455-1457).- Relation des voyages à la côte occidentale d'Afrique d'Alvise da Cada Mosto, publié par Charles Scheffer, 210 p., Paris, Leroux.
- 069 CAILLEUX A., TRICART J. (1963-1965).- Initiation à l'étude des sables et des galets. C.D.U., 3 tomes, 369 p., 194 p., 202 p., 72 fig., 56 tabl. Paris.
- 070 CANOT C.(1938).- Vingt années de la vie d'un négrier - Grand récit d'aventures, 389 p. Coll. Libertés françaises - Mémoire de France, Paris.
- 071 CASTELAIN J. (1965).- Aperçu stratigraphique et micropaléontologique du Bassin du Sénégal, historique de la découverte paléontologique. Colloque Intern. Micropal. (Dakar, 6-11 mai 1963). Mém. B.R.G.M. n° 32, pp. 135-159.
- 072 CHAPERON P., GUIGUEN M. (1974).- Etude hydrologique du bassin continental du fleuve Gambie. Rapport terminal ORSTOM, Section Hydrologie, t. 1 et 2, 83 p. multigr., 27 fig., 135 tabl., Dakar.
- 073 CHAPMAN V. J. (1964).- Some factors involved in mangrove establishment. Actes du colloque de Dacca - Unesco - pp. 219-225.
- 074 CHAPMAN V. J. (1970).- Mangrove phytosociology in tropic *Ecolog.* n° 11, pp.1-19.
- 075 CHAPMAN V. J. (1975).- Mangrove biogeography - Proc. Int. Symp. on Biology and Management of Mangroves, pp. 3-22, 8-11 octobre 1974, Honolulu.

- 076 CHAPMAN V. J. (1976).- Mangrove Vegetation. Vadug. J. Cramer, Lehre, 447 p.
- 077 CHECCHI & Cy. (1981).- Mangrove feasibility study. Gambia forestry project n° 635-0205 final report, 1 fasc., 152 p. multigr., bibliog., paru en septembre.
- 078 CISS G. (1983).- Le développement touristique de la petite côte sénégalaise. Thèse de Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle, Institut de Géographie, Université de Bordeaux III, 200 p. + bibliogr. et annexes - paru à Bordeaux en mai.
- 079 CLARK J.A., FARRELL W.E. ET PELTIER W.R. (1978).- Global changes in postglacial sea level : a numerical calculation. Quaternary Research, 9, pp. 265-187.
- 080 C.N.R.S. (1980).- Les rivages tropicaux - Mangroves d'Afrique et d'Asie. Travaux et Documents de Géographie Tropicale, CEGET TALENCE, 246 p. + fig., tabl., bibliogr., photos et cartes - paru à Paris, mars.
- 081 COFFINIÈRES DE NORDECK A. (1885).- La rivière du Saloum. Moniteur du Sénégal n° 2545, pp. 196-198, Dakar.
- 082 COLMET-DAAGE F. (1955).- Etude préliminaire des sols de la Guyane, O.R.S.T.O.M., 11 p. + carte h.t. au 1/50 000 - Cayenne.
- 083 Comissariado de Estado de Agricultura e Pecuaria, comissariado Dos Recursos naturais - Fond d'aide et de coopération de la République française (1978).- Potentialités agricoles, forestières et pastorales, 3 vol., Rép. de Guinée Bissau, 361 p. + planches cartographiques, publié par SCET International.
- 084 CONTINET S., DURAND J.H. (1966). - Les sols de mangroves de la Côte Nord-Ouest de Madagascar, Région d'Ambanja - in Revue Agron. tropic. n° 3.
- 085 CORNET A. (1976).- Données météorologiques recueillies dans les différents points d'études. Doc. technique n° 2, 19 ronéot., ORSTOM, Dakar.
- 086 C.R.A.D. (Centre de Recherche en Aménagement et en Développement) (1980).- Développement intégré de la zone IV - Région de Bolama . Rapport de la phase I - Etudes et propositions préliminaires, 315 p. Service Unitaire canadien d'Outre-Mer, Rép. de Guinée Bissau - Montréal, mai.
- 087 C.R.A.D. (Centre de Recherche en Aménagement et en Développement) (1980). - Développement intégré de la zone IV. Région de Bolama, Rép. de Guinée Bissau, rapport de la phase 1 - Etudes et propositions préliminaires, 315 p. SUCO (Service Humanitaire Canadien d'Outre-mer) - paru à Montréal en mai.
- 088 CRESPO M.P. (1955). - Trabalhos da Missao Geo-Hidrografica da Guiné (1948-1955). Centro de Estudos da Guiné Portuguesa, n° 18, 198 p. + annexes + planches photographiques, Bissau.
- 089 DAVIS J.H. (1940).- Ecology and geology role of Mangroves in Florida. Published by Carnegie Institute, pp. 303-411.
- 090 DEBENAY J.P. (1984). - Distribution écologique de la microfaune benthique dans un milieu hyperhalin : les foraminifères du fleuve Casamance (Sénégal). In Doc. Scientifique n° 95 -CRODT/ ISRA, 16 p. + annexes - paru à Dakar en septembre.

- 091 DE CHETELAT E. (1933). - Recherches géologiques et morphologiques dans le Nord-Ouest de la Guinée Française - in Rev. Géogr. phys. Géol. dyn., T. VI, fasc. 2, pp. 92-117.
- 092 DE CHETELAT E. (1938a).- Le modelé latéritique de l'Ouest de la Guinée Française - in Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn., vol. XI, fasc. 1, pp. 7-115, 20 fig., 20 pl. h.t., 1 carte, Paris.
- 093 DE CHETELAT E. (1938b).- Remarques sur l'île Alcatraz et sur quelques récifs de la côte de la Guinée française - in Rev. Géogr. Phys. et Géol. dyn., vol. XI, fasc. 2, pp. 145-149, 1 carte, 2 planches h.t.
- 094 DEGEORGES P.A., SAMBA I. (1892).- Compte rendu de mission sur les mangroves de Gambie - Rapport OMVG, 17 p. + bibliogr. - paru en octobre.
- 095 DELIBRIAS G. (1973).- Variations du niveau de la mer sur la côte ouest africaine, depuis 26 000 ans. "Les méthodes quantitatives d'étude des variations du climat au cours du Pléistocène : Colloques Internationaux du C.N.R.S. n° 219.
- 096 DELIBRIAS G. (1986).- Le niveau de la mer au Congo pendant le dernier interstade - Résumé de communication. Symposium INQUA/ ASEQUA - "Changements globaux en Afrique", p. 101-104 - in Edit. de l'ORSTOM n° 197, Dakar, du 21 au 28 avril.
- 097 DEMOULIN D., DESCAMPS C. & al. (1969).- Bilan des recherches sur le Quaternaire du Sénégal et de la Mauritanie (1968-1969) - In Bull. Ass. sénégal. Et. Quatern. Ouest afr., Sénégal, n° 22, pp. 91-96.
- 098 DESCAMPS C., THILMANS G. et THOMMERET Y. (1974).- Données sur l'édification de l'amas coquillier de Dioron Boumak (Sénégal). Ass. sénégal. Et. Quatern. afr., Bull. Liaison, Sénégal, n° 41, pp. 67-86, 4 fig., 5 tabl., bibliog. (29 réf.), paru à Dakar.
- 099 DESCAMPS C., THILMANS G. & al. (1977) - Données sur l'âge et la vitesse d'édification de l'amas coquillier de Faboura (Sénégal). Ass. sénégal. Et. Quatern. afr., Bull. Liaison, Sénégal, n° 51, pp. 23-32, bibliogr. (4 réf.), paru à Dakar.
- 100 DESCAMPS C. , THILMANS G. (1979).- Les tumulus coquilliers des Iles du Saloum (Sénégal). Ass. sénégal. Et. Quatern. afr., Bull. Liaison, Sénégal, n° 54-55, pp. 81-91, 1 fig., bibliogr. (9 réf.), Dakar.
- 101 DIA M.F. (1965).- Une excursion en Casamance - Chronique et bibliographie - in Rev. de Géogr. de l'Afrique occid. n° 1-2, pp. 207-227 Dépt. Géogr. , Fac des lettres, Université de Dakar.
- 102 DIALLO A.D. (1983).- La manifestation des lithométéores sur le littoral sénégalomauritanien. Mémoire de Maîtrise, 74 p. Dépt. de Géographie, Fac. des Lettres, Université de Dakar.
- 103 DIALLO D. et GALPEROV G. (1984).- Tectonique de la Guinée occidentale, in Revue Pangea, n° 2, Bull. d'inf. sur la coop. géol. intern., pp. 20-27, édit. par le CIFEG, juin, Paris.
- 104 DIJKERMAN Jr J.C. (1969).- Soils ressources of Sierra Leone, West Africa. Sols Afric. IX-XII, vol. XIV, n° 3, pp. 185-206.

- 105 DILUCA G. (1975).- Etude hydrogéologique du Continental terminal entre le Sine et le Saloum. 2<sup>e</sup> phase et rapport de synthèse. B.R.G.M., Direction générale de l'hydraulique et de l'équipement rural. D.E.P. paru en septembre.
- 106 DIOP E.S. (1975).- Etude géomorphologique de la Pointe de Sangomar et des Iles du Gandoul (Sénégal). T.E.R. - Fac. des Let., 183 p., juin.
- 107 DIOP E.S. et SALL M. (1975).- Le gandoul et les Iles Bétanti. Etude géomorphologique. In Bull. Ass. sénég. Et. Quatern. afr., n° 44-45, pp. 47-55, Dakar, juin.
- 108 DIOP E.S., CISSE I., SALL M. et DIAW A.T. (1978).- Application de quelques méthodes de statistiques descriptives à l'étude des sédiments des ensembles dunaires du Sénégal Nord-occidental. In Ann. Fac. des Let., vol. 8, pp. 200-216, Dakar, juillet.
- 109 DIOP E.S. (1978).- L'estuaire du Saloum et ses bordures (Sénégal). Etude géomorphologique. Thèse 3<sup>e</sup> cycle - U.L.P. institut de géographie, 247 p., Strasbourg, septembre.
- 110 DIOP E.S., SALL M., VERGER F. (1978).- Cartographie automatique d'un milieu littoral tropical : Iles du Saloum, d'après les données Landsat I. In Revue photo-interprétation, n° 6, nov.-déc., fasc. 5, Paris.
- 111 DIOP E.S. et SALL M. (1979).- Géomorphologie et évolution des lignes de rivage holocènes dans les Iles du Saloum (Sénégal). Communication au colloque P.I.C.G. . In Bull. Ass. Sénégal. Et. Quatern. afr., n° 50, p. 51-58, Dakar, juin.
- 112 DIOP E.S., SALL M. (1979).- Le bas plateau du Continental terminal du Bas Saloum (Sénégal). Observations et résultats d'analyses sédimentologiques et minéralogiques. In Ann. Fac. Lett. , vol. 9, pp. 325-341, Dakar.
- 113 DIOP E.S. , SALL M. , NDIAYE P. & al. (1979).- Apport des données de satellites Landsat à la connaissance des géosystèmes littoraux sénégalais. Rapport TECASEN n° 1 géogr. DGRST, juin 1979, Dakar.
- 114 DIOP E.S. (1979).- Le Plateau continental au large de l'estuaire du Saloum et les Iles du Gandoul et Bétanti. Etude sédimentologique et évolution au Quaternaire récent. Comm. au Colloque sur les Ecosystèmes côtiers, UNESCO, Division des Sciences de la Mer, Dakar, 11-15, juin 1979. In rapport de l'UNESCO sur les Sciences de la Mer n° 17.
- 115 DIOP E.S. (1979).- Une méthode de détermination et d'étude des différents taxons-paysages des milieux estuariens : exemple de la Casamance et du Saloum. Commun. au Colloque sur les Ecosystèmes côtiers, UNESCO, Division des Sciences de la Mer, Dakar, 11-15 juin 1979. In rapport de l'UNESCO sur les Sciences de la Mer n° 17.
- 116 DIOP E.S. (1979).- L'imagerie Landsat et l'étude géomorphologique de milieux estuariens : le littoral Sud du Sénégal : de l'embouchure du Saloum à celle de la Casamance. In Revue photo-interprétation, n° Spécial consacré au Sénégal, sept.-oct. 1979, fasc. 3, Paris.
- 117 DIOP E. S. (1980).- Vasières à mangrove, tannes et cordons sableux des Iles du Saloum (Sénégal) : aspects sédimentologiques et minéralogiques. In Bull. IFAN, t. 42, sér. A, n° 1, janv., pp. 25-69.



- 118 DIOP E.S. (1980).- Sédimentologie et évolution au Quaternaire récent du plateau continental au large du Saloum. In Ann. Fac. des Lett., n° 10, pp. 319-331.
- 119 DIOP E.S. (1980).- Le système Fracarte et la Cartographie physiographique du Sénégal occidental, pp. 7-15, paru in Rapport TECASEN n° 1, juin, Dakar.
- 120 DIOP E.S. (1980).- Apports des images-Landsat dans l'étude des sols de la Basse Casamance (Sénégal), pp. 38-46, paru in Rapport TECASEN n° 2, juin, Dakar.
- 121 DIOP E.S. (1981).- Cartographie automatique et étude géomorphologique d'un environnement estuarien : la Basse Gambie, d'après les données Landsat 1 et 3 - paru in Rapport TECASEN 3, + 8 fig. et planche h.t., Dakar, juin.
- 122 DIOP E.S. , SALL M.M., DIAW A.T., NDIAYE P. & al. (1982).- Hydrologie et géomorphologie des Iles du Saloum d'après les données simulées SPOT de septembre 1981, paru in Rapport TECASEN n° 4.
- 123 DIOP E.S. (1982).- L'imagerie Landsat et la Cartographie des formations quaternaires des zones lagunaires et estuariennes de l'Afrique de l'Ouest. Méthodologie et résultats obtenus. Actes du Symposium international sur les lagunes côtières, volume spécial - Océanologica Acta - Revue européenne d'Océanologie, pp. 95-99 + fig. - édité par P. Lasserre et H. Postma, paru en décembre.
- 124 DIOP E.S. (1982).- Some reflexions on conditions for an effective dialogue between Scientists and managers. Contribution to the second meeting of UNESCO/SCOR Consultative Panel on Coastal Systems 6 p. presented at Paris, 27-29 janvier 1982. Paris, Division of Marine Sciences.
- 125 DIOP E.S. (en collaboration, 1982).- Atelier d'Etude des Mangroves et de l'Estuaire du Saloum (Sénégal). Rapport technique E.P.E.E.C., UNESCO, Division des Sciences de la Mer, 112 p., paru à Dakar, mai.
- 126 DIOP E. S., SALL M. M., BARUSSEAU J. P. (1983).- Caractéristiques hydrodynamiques comparatives de deux environnements estuariens : Saloum et Casamance. Essai de "corrélation" avec les données de l'imagerie Landsat. In Ann. Fac. Let. Sci. hum., n° 13, pp. 231-251 - paru à Dakar.
- 127 DIOP E. S., BARUSSEAU J. P., GIRESSE P., MONTEILLET J. & al. (1983).- Conséquences sédimentologiques de l'évolution climatique récente dans le delta du Saloum (Sénégal). Communication au Symposium de Hambourg "Desert Encroachment, Tropical Erosion, Coastal Subsidence and Submergence" du 15 au 27 août 1983.
- 128 DIOP E. S., BARUSSEAU J. P., GIRESSE P., SALL M. M. & al. (1982).- Evolution du milieu sur les marges du littoral africain au Quaternaire supérieur. Communication au Symposium de Hambourg "Desert Encroachment, Tropical Erosion, Coastal Subsidence and Submergence" du 15 au 27 août 1983.
- 129 DIOP E.S. (1983).- Rapport Scientifique - Synthèse de la Mission Casamance/R.P.R. de Guinée (région des Estuaires), 26 p., 5 fig., UNESCO, Division des Sciences de la Mer, paru à Dakar en juillet.
- 130 DIOP E.S., Faure H. (1983).- Sahelian hydrology and paleohydrology from Quaternary Studies - Hydrologie et paléohydrologie du Sahel d'après les études sur le Quaternaire. Communication présentée lors du Symposium IGCP Projet n° 184, du 3 au 11 octobre 1983, Le Caire, Egypte.

- 131 DIOP E.S. (en collaboration, 1983).- Atelier d'Etude des Mangroves au Sud du "Delta du Saloum" (Région du Diomboss et du Bandiala), Sénégal. Rapport final E.P.E.E.C. - Division des Sciences de la Mer, UNESCO, 219 p., paru à Dakar, décembre.
- 132 DIOP E.S. (1984).- Estuaires Holocènes Tropicaux en Afrique de l'Ouest et Cartographie par Télédétection. Communication au Séminaire de Télédétection sur la cartographie géologique. IUGS - UNESCO, Orléans, France, du 2 au 4 février.
- 133 DIOP E.S., LEZINE A.M., BARUSSEAU J.P., GIRESSSE P., FAURE H., SAOS J.L. & al. (1984).- Environnements sédimentaires marins au cours du Quaternaire récent sur la marge atlantique de l'Afrique. Communication au 5<sup>ème</sup> Congrès Européen de Sédimentologie, Marseille, du 9 au 11 avril.
- 134 DIOP E. S., BARUSSEAU J. P., SAOS J. L., GIRESSSE P. (1984).- Caractères hydrodynamiques et conséquences géologiques du fonctionnement inverse de certains estuaires tropicaux. Communication au 5<sup>e</sup> Congrès Européen de Sédimentologie, Marseille, du 9 au 11 avril.
- 135 DIOP E.S. (en collaboration, 1984).- Etude des mangroves et estuaires du Sénégal : Saloum et Somone. Rapport final EPEEC - Division des Sciences de la Mer, UNESCO, 88 p., paru à Dakar en décembre.
- 136 DIOP E.S. (1985).- The costal areas of Guinea Bissau and Republic of Guinea (R.P.R.G.) Geographical studies, pp. 561-567 + photos h.t. published in the World's Coastline Encyclopedia - edited by E.C.F. Bird and M. L. Schwartz. Van Nostrand Reinhold Company - New York - published in 1985.
- 137 DIOP E.S. (en collaboration, 1985).- Atelier Régional sur les Méthodologies de Recherche appliquées aux Estuaires et Mangroves de l'Afrique de l'Ouest. Cas du Saloum - Sénégal. Rapport de Séminaire, 139 p., 59 fig., 34 tabl. + pl. h.t. EPEEC, UNESCO, Division des Sciences de la Mer, rapport de l'UNESCO sur les Sciences de la Mer n° 32, Paris.
- 138 DIOP E.S., BARUSSEAU J.P., SAOS J.L. (1985).- Mise en évidence du fonctionnement inverse de certains estuaires tropicaux. Conséquences géomorphologiques et sédimentologiques (Saloum et Casamance, Sénégal), 9 p., 10 fig., 3 tabl. In Revue améric. Sedimentology n° 32, pp. 543 - 552.
- 139 DIOP E.S., SALL M. (1985).- Rapport sur le Projet ISR/USAID sur la Vallée : Impact des barrages de Diama et de Manantali sur l'environnement de la vallée du Sénégal, 20 p., photos et annexes, Dakar, janvier.
- 140 DIOP E.S., SALL M. (1985).- Projet de fixation des dunes : projet USAID/Eaux et Forêts/ Département de Géographie, 13 p. + cartes et annexes. Dakar, avril.
- 141 DIOP E.S., LEUNG TACK K.D. (1985).- Influence of the drought phenomenas on the senegalese coastal ecosystems : the case of the Saloum estuary and mangrove area - Synthesis presented by E.S. Diop at Baltimore - edited in vol. I - Coastal Zone 85 - pp. 1507-1518 - Baltimore.

- 142 DIOP E.S. (1985).- Les Ecosystèmes côtiers utilisés par l'homme en Afrique de l'Ouest et du Centre - Synthèse présentée au séminaire sur la Connaissance et la Gestion traditionnelle des systèmes côtiers en Afrique. Cotonou - Rép.Pop. du Bénin, du 27 au 30 nov. 1985, 7 p. + bibliogr. A paraître dans les Actes du Séminaire du Bénin - UNESCO/IABO.
- 143 DIOP E.S. (1985).- L'habitat côtier en Afrique de l'Ouest et du Centre : Caractéristiques géographiques, géologiques et géomorphologiques générales. Synthèse réalisée pour le Séminaire sur la connaissance et la gestion traditionnelle des systèmes côtiers en Afrique - Cotonou - Rép. Pop. du Bénin - du 27 au 30 novembre 1985. 12 p. + bibliogr. et figures. A paraître dans les Actes du Séminaire du Bénin/UNESCO/IABO.
- 144 DIOP E.S. & SALL M. (1986).- Estuaires et Mangroves en Afrique de l'Ouest : Evolution et changements - du Quaternaire Récent à l'Actuel - résumé présenté au Symposium ASEQUA / INQUA - Dakar, avril 1986, 5 p.+ fig. et bibliogr. In volume spécial "Symposium Global Change" publié par l'ORSTOM, Travaux et Documents n° 197, 540 p., Paris.
- 145 DOMAIN F. (1977).- Carte sédimentologique du plateau continental sénégalais. Extension à une partie du plateau continental de la Mauritanie et de la Guinée Bissau. ORSTOM Paris (notice explicative n° 68), 3 cartes en coul. h.t.
- 146 DOMAIN F. (1977).- Description de la sédimentation fine et des formations rocheuses du plateau continental ouest-africain, de 17° N à 12° N. In Bull. Ass. sénégal. Et. Quatern. afr., n° 50 Spécial, pp. 11-12. Dakar, juin.
- 147 DONELA A. (1625).-Description de la Sierra Léone et de Rios de Guinées... édité par A. Teixeira Da Mota. Boletim cultural da Guiné portuguesa, XXIX, n° 96, 1969, Lisboa.
- 148 DONKER M.H.W., MULDER N.J. (1977).- Analysis of MSS digital imagery with the aid of principal component transform, ITC Journal, vol. 3, ISP Commission VII - Enschede - The Netherlands.
- 149 DOROT M. (1973).- Contribution à l'étude des interactions Océan-Atmosphère sur les côtes de l'Ouest africain. Publiée par l'ASECNA, Direction de l'Exploitation météorologique. Bull. n° 24, 82 p., mars.
- 150 DOUGNON D. (1984).- Etude géomorphologique des Iles septentrionales de la Basse Casamance (Sénégal). Mémoire de Maîtrise, Dépt. de Géographie, Fac. des Lettres, 102 p.+ pl. h.t. Dakar, juin.
- 151 DRESCH J. (1949).- La riziculture en Afrique occidentale. In Annales de Géographie n° 312, t. LVIII, pp. 295-312 - paru en oct.-déc. à Paris.
- 152 DUBOIS J., TRICART J. (1954).- Esquisse de stratigraphie du Quaternaire du Sénégal et de la Mauritanie du sud. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 238, p. 2138-2185.
- 153 DUMON J.C. (1977).- Recherches de l'origine des minéraux titanés des plages sénégalaises. Bull. I.G.B.A. n° 21, pp. 207-231, 11 fig. 3 tabl.
- 154 DUMON J. C., FROIDEFOND J. M. & al. (1977).- Evolution holocène de la couverture sédimentaire du proche plateau continental au sud de Dakar (Sénégal). In Bull. soc. Géol. Fr., t. XIX, n° 2, pp. 219-234, 8 fig., Paris.

- 155 EBERHART J. P., EHRET G., WEBER F. & *al.* (1977).- Microscopie électronique et minéraux argileux : résultats obtenus et orientations actuelles. Notes techniques de l'Institut de géologie, U.L.P. n° 7, 16 p. + annexes - paru en juin à Strasbourg.
- 156 EINSELE G., HERM D., SCHWARZ U. (1977).- Variations du niveau de la mer sur la plateforme continentale et la côte mauritanienne vers la fin de la glaciation du Würm et à l'Holocène. Bull. Ass. sénégal. Et. Quatern. afr., Bull. liaison, Sénégal, n° 51, pp. 35-48. Dakar.
- 157 ELOUARD P. (1968).- Le Nouakchottien, étage du Quaternaire de Mauritanie. In Ann. Fac. Sci. Dakar, vol.2, n° 22, pp.121-138.
- 158 ELOUARD P. (1974).- Ecologie des mollusques de la lagune de Fadiouth (Sénégal) et de son homologue fossile de Mbodiène (5500 ans avant nos jours). In Rev. Haliotis n° 4 (1-2), pp. 153-166 (+ fig.).
- 159 ELOUARD P. (1975).- Oscillations climatiques de l'Holocène à nos jours en Mauritanie Atlantique et dans la vallée du Sénégal. La désertification au sud du Sahara. Les Nouvelles Editions Africaines, pp.27-36. Dakar.
- 160 ELOUARD P., FAURE H., HEBRARD L. (1977).- Variations du niveau de la mer au cours des 15 000 dernières années autour de la presqu'île du Cap-Vert. Dakar - Sénégal. Bull. Ass. sénégal. Et. Quatern. afr., Bull. liaison, Sénégal, n° 50, pp. 29-49, 2 fig. bibliogr.
- 161 ELOUARD P. & ROSSO J. C. (1977).- Biogéographie et habitat des Mollusques actuels laguno-marins du delta du Saloum (Sénégal). Geobios, n° 10, fasc. 2, pp. 275-299, 5 fig., 2 tabl., Lyon, avril.
- 162 EMELIANOV V.A. ET SAKO N.L.M. (1985).- Schéma de la distribution des principaux types de dépôts contemporains de la partie supérieure Sud-Ouest du Shelf de la Guinée. A paraître in Bull. CERESCOR-ROGHBANE n° 4 - Conakry.
- 163 EMERIT M. (1960).- Etude granulométrique de la mangrove de Joal (Sénégal). In Ann. Fac. Sci. Dakar, t. 5, pp. 107-118.
- 164 E.P.E.E.C. (1982, 1983, 1984).- Rapports techniques et travaux sur l'Estuaire et les Mangroves du Saloum, du Diomboss et du Bandiala - Division des Sciences de la Mer, UNESCO.
- 165 ESPIRITO Santo J. do (1949).- Notas sobre a cultura do arroz entre os Balantas in Boletim cultural da Guine Portuguesa, vol. IV, n° 14, pp.197-232, paru en avril.
- 166 FAIRBRIDGE R.W. (1980).- The estuary : its definition and geodynamic cycle, in chemistry and geochemistry of Estuaries, edited by E. Olauson and I. Cato, John Wiley and Sons, 455 p. New York.
- 167 FAO-HEC (1969).- Etude d'un programme d'aménagement hydro-agricole des terres rizicultivables de la Basse Guinée. Rapport final, vol. II, Pédologie. Harza Engineering Company intern.FAO.
- 168 FAURE H. (1976).- Sea level project (projet niveau de la mer). In Paleo-ecology of Africa n° 9, p. 217.

- 169 FAURE H., ELOUARD P. (1967).- Schéma des variations du niveau de l'Océan Atlantique sur la côte de l'Ouest de l'Afrique depuis 40 000 ans. C. R. Acad. Sci. Paris, (D), t. 265, pp. 784-787.
- 170 FAURE H., HEBRARD L. (1977).- Variations des lignes de rivage au Sénégal et en Mauritanie au cours de l'Holocène. *Studia Geologica polonica*, Varsovie, vol. LII, pp. 243-157, 3 fig.
- 171 FELIX H. J. ET CHEZEAN R. (1960).- Sols et groupements végétaux de la zone littorale de la Guinée dans leur rapport avec la riziculture. 1- L'île de Kabak - *Agron. trop.*, vol. XV, n° 3, pp. 609-623. 2- La région de Koba - *Agron. trop.*, vol. XV, n° 6.
- 172 FERNANDES V. (1506-1510).- Description de la côte occidentale d'Afrique (Sénégal au Cap de Monte, Archipels) par Valentim Fernandes (1506-1510), édité par Th. Monod, A. Teixeira Da Mota et R. Mauny. *Centro dos Estudos da Guiné Portuguesa*, Mémoire n° 11, 1951, Bissau.
- 173 FOLK R.L. (1966).- A review of grain size-parameters, in *J. of Sedimentology* n° 6, pp. 73-93.
- 174 FOLK R.L. & WARD W.C. (1957).- Bravos river bar ; a study of significance of grain size parameters. *J. Sedim. Petrology*, n° 27, pp. 3-26.
- 175 FRALIT, Equip (1977).- Télédétection du littoral océanique de la France. Coll. E.N.S.J.F., Mém. n° 11, 310 p. Paris.
- 176 FRANCIS-BOEUF C. (1938).- Le problème du plateau continental et des vallées sous-marines, In *rev. Géogr. phys. Géol. dyn.*, vol. XI, fasc. 3, pp. 254-280, 11 fig., 1 carte et 1 pl. h.t. Paris.
- 177 FRANCIS-BOEUF C. (1939).- Notes sur quelques dépôts fluvio-marins de la côte de Guinée. In *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.*, vol. XI, fasc. 1, pp. 399-403, Paris.
- 178 FRECAUT R. (1982).- Elément d'hydrologie et de dynamique fluviales. T.1 Hydrologie et dynamique fluviales des régions chaudes et humides des basses latitudes. 147 p. publications - Université Nancy II
- 179 FRECAUT R., PAGNEY P. (1983).- Dynamique des climats et de l'écoulement fluvial. 239 p. Editions Masson - paru en mai.
- 180 GAFFAREL P. (1888).- "Les rivières du Sud et le Fouta-Djallon". *Bull. de la Société de Géographie de Lyon*, 188, t. VII, juillet-août, pp. 437-472.
- 181 GIFFARD P. (1972).- Etude des possibilités d'afforestation des sols salés du Sine-Saloum. Rapp. préliminaire - Min. du Dév. Rural, 65 p. - Dakar, déc.
- 182 GLANDEAUD L. (1938).- Etudes quantitatives et expérimentales sur l'érosion et le transport par les eaux courantes. In *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.*, vol. XI, fasc. 4, pp. 329-363, 15 fig.+ pl. h.t.
- 183 GODARD A., VANNEY J.R., VERGER F. Ed. (1983).- André Guilcher, Géographe de la mer. In *Terres et Sociétés*, 532 p. Paradigme - Librairie Minard - Paris.
- 184 GOLDFIEM J. de (1936).- La mangrove guinéenne. In *Revue Génér. Scien. Pur. appl.* n° 47 (17-18), pp. 477-482.

- 185 GOMES D. (1495).- De la première découverte de la Guinée, récit par D. Gomes (fin du XV<sup>e</sup> siècle), Bissau, Centro dos Estudos da Guiné Portuguesa - Mémoire n° 21, 1959, 89 p.
- 186 GOULEAU D., KALCK Y., MARIUS C., LUCAS J. (1982).- Cristaux d'hydroxyde d'aluminium néoformés dans les sédiments actuels du Sénégal (Sine-Saloum et Casamance). In Mém. Soc. Géol. Fr. n. s. n° 144, pp. 147-154.
- 187 GRUVEL A. (1908).- Les Pêcheries des côtes du Sénégal et des rivières du sud, Paris, Challamel, 245 p., 5 pl. h.t., 16 fig.
- 188 GUERRA A. de C. (1947).- Subsídios para o estudo do clima da Colonia da Guiné. Boletim cultural da Guiné Portuguesa n° 5, vol. II, pp. 3-76, Janeiro, Lisboa.
- 189 GUILCHER A. (1954).- Morphologie et dynamique des côtes sableuses de l'Afrique atlantique. Cahier d'inf. géogr. n° 1, pp. 57-68, Paris.
- 190 GUILCHER A. (1954).- Morphologie littorale et sous-marine. P.U.F., 216 p. Coll. ORBIS, 40 fig., 8 pl. Paris.
- 191 GUILCHER A. (1954).- Rapport sur les causes de l'envasement de Rio Kapatchez "Guinée Française". Direction générale des T. P. du Gouvernement général de l'A.O.F., 50 p. ronéo.
- 192 GUILCHER A. (1959).- Origine et dépôts de la vase marine peu profonde. L'information Géogr., vol. 231, pp. 17-22.
- 193 GUILCHER A. (1959).- La région côtière du Bas-Dahomey occidental - Etude de géographie physique et humaine appliquée. In Bull. I.F.A.N. t. XXI, série B, n° 3-4, pp. 357-424, Dakar.
- 194 GUILCHER A. (1979).- Marshes and estuaries in different latitudes, in *Indisciplinary Science. Reviews*, vol. 4, n° 2, pp. 158-168, juin, Londres.
- 195 GUIMARAES C. (1959).- O clima da Guiné Portuguesa. Boletim cultural da Guiné Portuguesa n° 55, vol. XIV, pp. 295-359, Julho - Lisboa.
- 196 HALLE BEEK H. (1981).- Pesquisa de Minerais pesados no litoral da Guiné Bissao - Zona de Varela Comissariado de Estado da Energia, industria, E recursos. Rapp. ministerio dos Recursos naturais, Rep. da Guine Bissao, 8 p.+ annexes et pl. h.t.
- 197 HAMILTON L. S., SNEDAKER S. G. (1984).- Handbook for mangrove Area management. 123 p. by a writing team of the EPI - IUCN - UNESCO - UNEP.
- 198 HART M.G.R. (1959).- Sulphur oxydation in tidal mangrove soils in Sierra Leone - Plant and Soil n° 11, pp. 215-236.
- 199 HEBRARD L. (1965).- Notes sur les formations quaternaires de la région Mbour-Joal (Sénégal). Ass. sénégal. Et. Quatern. Ouest-afr., Bull. liaison, Sénégal, n° 7, pp. 12-21, 4 fig., bibliogr. (15 réf.), Dakar.
- 200 HEBRARD L. (1972).- Un épisode quaternaire en Mauritanie à la fin du Nouakchottien : le Tafolien : 4000 à 2000 ans avant le présent. In Bull. Ass. Sénégal. Et. Quatern. afr., Sénégal, n° 33-34, pp. 5-16. Dakar.
- 201 HONIS M. (1953).- La Guinée française. In *Pays africains*, 3. Coll. des Editions maritimes et coloniales, 95 p. Paris.

- 202 INMAN D.L. (1952).- Measures for describing the size distribution of sediments. In *J. Sediment. Petrology*, n° 22, pp. 125-145.
- 203 INSTRUCTIONS NAUTIQUES (1970).- Afrique - Côte Ouest - 1<sup>er</sup> volume. Au Nord du Cap des Palmes, Iles Açores, Madère, Canaries et du Cap Vert, 360 p., publié le S.H.M. série C., vol. III - Paris, déc.
- 205 JORDAN H.D. (1963) - Development on mangrove Swamp areas in Sierra Leone. In *Agron. tropic.*, 18, pp. 798-799.
- 204 JONES E.J.W. & MGBATOGU C.C.S. (1982).- The structure and evolution of the West African Continental margin of Guiné Bissau, Guinée, and Sierra Leone. In *the Ocean Floor* - Edited by R.A. Swutton and M. Talwani - John Wiley & Sons, pp. 165-202 + bibliogr. et fig. 205 JORDAN H. D. (1963).- Development of mangrove Swamp areas in Sierra Leone. In *Agron. tropic.*, 18, pp.798-799.
- 206 JORDAN H. D. (1963a).- The vegetation of Mangrove Swamps in West Africa. In *Agron. tropic*, n° 18, pp. 803-805.
- 207 KAWALEC A. (1977).- La genèse et l'évolution des sols sur alluvions marines de la zone littorale de la région de Koba, Guinée. Université de Varsovie. Institut d'Etudes Africaines, 150 p. + illustrations + photos - Varsovie.
- 208 KALCK Y. (1978).- Evolution des zones à mangroves du Sénégal au Quaternaire récent. *Etudes géologiques et géochimiques*. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, 117 p., U.L.P. Strasbourg, septembre.
- 209 KEAY R.W.J. (1953).- Rhizophora in West Africa. *Kew. Bull.*, pp. 121-127.
- 210 KERHARO J., ADAM J.G. (1964).- Les plantes médicinales toxiques et magiques des Niominkas et des Socés des Iles du Saloum. In *acta Tropica*, supplément n° 8, pp. 279-334. Paris.
- 211 KEVIE W. Van Der (1971).- Physiography, classification and mapping of acid sulfate soils. *Proc. of the Intern. Symp.* 18-20, vol. I, pp. 204-219, Wageningen.
- 212 KOGBE C.A. (1980).- Revision of the "Continental terminal" concept in Africa ; review of objectives and achievements of Project 127 : in *Continental Terminal of Africa* - Univ. Niamey - Proceedings of the I.G.C.P. 127 - published in February.
- 213 KOGBE C.A. (1981).- The "Continental Terminal" in Africa toward a more precise definition : *Nature and Resources*, vol. 17, n° 4, pp. 38-41, décembre.
- 214 KRUMBEIN W.C. (1934).- Size frequency of sediments. In *J. of Sedim. Petrology* n° 4, pp. 65-77.
- 215 KRUMBEIN W.C. (1936).- The use of quartile measures in describing and companing sediments. In *Am. Journ. Sci.* n° 32, pp. 98-111.
- 216 LAFOND L.R. (1967).- *Etudes littorales et estuariennes en zone inter-tropicale humide*. T. 1 Généralités - Afrique continentale, 406 p. T. 2 Madagascar - Extrême-Orient - Amérique du Sud, 794 p. Conclusion. T. 3 Bibliographie + planches.
- 217 LA FOSSE E. de (1479-1480).- Voyage à la côte occidentale d'Afrique, au Portugal et en Espagne publié par Foulche-Delbose - In *Rev. hispanique* - Paris - 1897 -

publié par R. Mauny. Boletim Cultural da Guiné Portuguesa, n° 14, avril 1949, p. 181-195.

- 218 LAKE L.A. & DUJARRIC P. (1979).- Aménagement et utilisation du sol en Basse Casamance - l'exemple de Niambalang (Sénégal). In Rev. photo Interprétation n° 5, fasc. 7, n° spécial "Sénégal" - sept.- oct. Paris.
- 219 LAPPARTIENT J.R. (1976).- Présence d'une plage holocène à Boucote - Casamance - Sénégal. Ass. sénég. Et. Quatern. afr., Bull. liaison, Sénégal, n° 47, pp.85-96, 7 fig., bibliogr. Dakar, juin.
- 220 LAPPARTIENT J.R. (1978).- Le Continental terminal du Rip (Sénégal) ; une formation marine néogène continentalisée. In Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Working conference Project n° 127 (IUGS-EGCP), vol. 5. Ahmadu Bello Univ., Dépt. Géol. Publ., n° 7, 5 p.
- 221 LE BRUSQ J.Y. & BOIVIN P. (1985).- Désertification et salinisation des terres au Sénégal - Problèmes et remèdes. Communication présentée au séminaire national sur la désertification - Saint-Louis, du 22 au 26 avril, 4 p. dactyl. + bibliogr. Dakar.
- 222 LE RIBAUT L. (1974a).- L'exoscopie : méthode de détermination de l'histoire géologique des quartz détritiques. In Rev. Géogr. phys. Géol. dyn. (2), vol. XVI, fasc. 1, p. 119-130. Paris.
- 223 LE RIBAUT (1977).- L'exoscopie des quartz. Techniques et méthodes sédimentologiques, Masson édit., 150 p., 30 pl., 29 fig., Paris.
- 224 LEROUX M. (1973).- La dynamique des précipitations au Sénégal. In Notes Africaines n° 140, pp. 105-108, oct.
- 225 LEROUX M. (1982).- Températures marines et précipitations sur les littoraux de l'Afrique tropicale. In Revue Norois n° 116, pp. 479-497. oct-déc. - paru à Poitiers.
- 226 LEROUX M. (1983).- Le climat de l'Afrique tropicale - 2 volumes - 650 p. 351 illustrations + un Atlas de 250 cartes. Edit. Champion. Paris.
- 227 LEZINE A.M. (1986).- Environnement et paléoenvironnement des Niayes depuis 12 000 B.P. Résumé de communication - Symposium INQUA/ASEQUA, "Changements globaux en Afrique", p. 261-263. In Edit. de l'ORSTOM n° 197. Dakar du 21 au 28 avril.
- 228 LINARES de SAPIR O. (1968).- Shell middens of Lower Casamance and problems of Diola protohistory - Ronéo - in West Afr. Journ. Archaeology - Ibadan - Nigeria.
- 229 LINDERMAN J.C. (1953).- The vegetation of Coastal region of Suriname - Drukkery en int. Maat. V. Utrecht.
- 230 LO H.M. (1984).- Le Bassin de la Gambie en amont de Gouloumbou - Contribution à l'hydrologie et à la dynamique fluviale en milieu tropical humide africain. Thèse de Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle, 396 p. + fig. h.t. Université de Nancy II - paru en déc.
- 231 LO M. (1984).- Esquisse d'évolution des impacts des projets de barrages de l'OMVG sur les écosystèmes du fleuve Gambie - Mémoire de D.E.A. 177 p. + pl. h.t. I.S.E. Université de Dakar, juin.



- 232 LOWY R., MANCHON Ph. (1970).- Eléments de statistique appliqués à la biologie. Vol. 1. Olivetti - Bibliothèque des Programmes.
- 233 LUCAS J., KALCK Y., GOULEAU D. (1979).- Aspects minéralogiques et géochimiques des sédiments et des sols de mangroves du Sénégal. Sciences géologiques n° 53, pp. 53-57.
- 234 MACHADO M.J.S. (1972).- Balanço hidrico da Provincia da Guiné. Boletim cultural da Guiné Portuguesa n° 108, pp. 753-781, vol. XXVII, oct. - Lisboa.
- 235 MACHAT J. (1905).- Les rivières du Sud et le Fouta-Djallon - Essai de synthèse des documents imprimés concernant la géographie physique et les civilisations indigènes. Thèse présentée à Paris, Faculté des Lettres, 326 p. + cartes. Augustin Challamel, Editeur ; Librairie maritime et coloniale - Paris.
- 236 MACMASTER, R.L. , LACHANCE T.P. , ASHRAF A. (1970).- Continental shelf geomorphic features of Portuguese Guinea, Guinea and Sierra Leone (West Africa). In Marine Geology, Amsterdam, vol. 9, n° 3, pp. 203-213, 5 fig.
- 237 MACMASTER R.L., MILLIMAN J.D., ASHRAF A. (1971).- Continental shelf and Upper Slope Sediments of Portuguese Guinea and Sierra Leone, West Africa, Journal of Sediment. Petrol., vol. 41, pp. 150-158.
- 238 MADROLLE C. (1895).- En Guinée occidentale d'Afrique, Casamance, Guinée portugaise..., Paris, Libr. H. Le Sourdier, 407 p.
- 239 MARCHAL E. (1960).- Premières observations sur la répartition des organismes de la zone intercotidale de la région de Conakry (Guinée). Bull. I.F.A.N., série Sci. Nat., vol. XXII, n° 1.
- 240 MARCHE A. (1882).- Trois voyages en Afrique occidentale : Sénégal - Gambie - Casamance - Gabon, ... Coll. Hachette, 376 p., Paris.
- 241 MARIUS C. (1974).- Les sols de l'Estuaire du Saloum. Rapp. ORSTOM - Centre de Dakar-Hann, 25 p. multigr. + annexes, juillet.
- 242 MARIUS C. (1977).- Notice explicative de la carte pédologique au 1/50 000<sup>e</sup> - Iles du Saloum - ORSTOM, 47 p. multigr., 1 carte - Dakar.
- 243 MARIUS C. (1979).- Les mangroves du Sénégal. Ecologie - Pédologie - Utilisation, O.R.S.T.O.M., 84 p. Dakar.
- 244 MARIUS C.(1978).- Etude pédologique des carottages profonds dans les mangroves (Sénégal - Gambie). Mission 1976-1977 - ATP "Vasières et Mangroves", 45 p. multigr. + annexes. ORSTOM - Centre de Dakar-Hann - paru en décembre.
- 245 MARIUS C. (1980).- Effets de la sécheresse sur l'évolution phytogéographique et pédologique de la mangrove en Basse Casamance - In Bull. IFAN, série A, Sciences naturelles, 1, pp. 669-691. Dakar.
- 246 MARIUS C. (1984).- Contribution à l'étude des mangroves du Sénégal et de la Gambie - Ecologie - Pédologie - Géochimie - Mise en valeur et aménagement. Thèse Doctorat ès-Sciences naturelles, 309 p. + photos h.t. U.L.P. Institut de Géologie - Strasbourg, mars.
- 247 MARIUS C., LEPRUN J.C., PERRAUD E. (1976).- Caractéristique de la pédogenèse durant le dernier millénaire sur les amas coquilliers des Iles du Saloum (Sénégal).

Ass. sénégal. Et. Quatern. afr., Bull. Liaison, Sénégal, n° 49, pp. 13-25, 1 fig., 4 tabl., bibliogr. (10 réf.).

- 248 MARIUS C. & CHEVAL M. (1980).- Note sur les sols de la vallée de Guidel. Rapp. ORSTOM, 13 p. multigr., Dakar-Hann.
- 249 MARIUS C., KALCK Y., LUCAS J. (1982).- Evolution géochimique et exemple d'aménagement des mangroves du Sénégal (Casamance). In *Océanologica Acta* N° SP., pp. 151-160 + bibliogr. Gauthiers-Villars - paru en décembre.
- 250 MARIUS C., LUCAS J., KALCK Y. (1986).- Evolution du golfe de Casamance au Quaternaire récent et changements de la végétation et des sols de mangrove liés à la sécheresse actuelle - In INQUA/ASEQUA Dakar Symposium, pp. 293-295 - Coll. Trav. et Doc. n° 197, édit. par l'ORSTOM, Paris.
- 251 MARTIN L. (1969).- Datations de deux tourbes quaternaires du plateau continental ivoirien. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 269 (série D), pp. 1925-1927.
- 252 MARTIN L. (1973).- Morphologie, sédimentologie et paléogéographie du Quaternaire récent du plateau continental ivoirien. Thèse Sci. Nat., Univ. Paris VI, ORSTOM n° 61, 265 p., 126 fig.
- 253 MARTIN L. & DELIBRIAS G. (1972).- Schéma des variations du niveau de la mer en Côte d'Ivoire depuis 25 000 ans. C.R. Acad. Sci. Paris, 274, p. 2848.
- 254 MARTIN V. & BECKER C. (1984).- Inventaire des sites protohistoriques de la Sénégambie, 272 p. ronéo.
- 255 MASSE J.P. (1968).- Contribution à l'étude des sédiments actuels du plateau continental de la région de Dakar (Sénégal) - Essai d'analyse de la sédimentation biogène. Rapp. Lab. Géol. Fac. Sci. Univ. Dakar n° 23, 81 p. multigr., 38 pl. + bibliogr. et annexes, mars.
- 256 MAUNY R. (1953).- Contribution à l'étude des buttes de coquillages du Saloum (Sénégal). Notes Africaines, 57, pp. 1-4.
- 257 MAUNY R. (1961).- Tableau géographique de l'Ouest africain au Moyen Age. I.F.A.N., Dakar, 587 p.
- 258 MERIAUX S. (1954).- Contribution à l'étude de l'analyse granulométrique. Ann. Inst. Agron. Tropic., t. 1, pp. 149-205.
- 259 MERIAUX S. (1957).- L'analyse granulométrique par densimétrie. Bull. AFES, 90, pp. 928-941.
- 260 MERLE J. (1973).- Hydrologie saisonnière de la région de Dakar (étude descriptive). Doc. Centre Rech. Océanogr. Dakar, Thiaroye.
- 261 MERLE J. & DUFOUR Ph. (1972).- Station côtière en Atlantique tropical. Hydroclimat et production primaire. In Doc. Scientif. Centre ORSTOM, Pointe Noire n° 25, numéro spécial, pp.1-48.
- 262 MICHEL P. (1960).- Recherches géomorphologiques en Casamance et en Gambie méridionale. Rapport B.R.G.M., 67 p. + photos et annexes - Dakar.
- 263 MICHEL P. (1968).- Morphogenèse et pédogenèse : exemples d'Afrique occidentale. In Sols Afric., vol. XIII, n° 2, pp. 171-194, août, Niamcy.

- 264 MICHEL P. (1969).- Les grandes étapes de la morphogenèse dans les bassins des fleuves Sénégal et Gambie pendant le Quaternaire. Commun. 6<sup>e</sup> congrès panaf. Préhist. Et. Quatern. Dakar 1967 - in Bull. Inst. fond. Afri. noire, t. 31, n<sup>o</sup> 2, pp. 293-324. Dakar.
- 265 MICHEL P. (1973).- Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie - Etude géomorphologique. Mém. ORSTOM n<sup>o</sup> 63, 3 tomes, 752 p. - paru à Paris.
- 266 MICHEL P. (1977).- Recherches sur le Quaternaire en Afrique occidentale. Supplément au Bulletin AFEQ-INQUA - 1977-1, n<sup>o</sup> 50, pp. 143-153. Paris.
- 267 MICHEL P., BEAUDET G., RUELLAN A. & al. (1976).- Formes, formations superficielles et variations climatiques récentes du Sahara occidental. In Rev. Géogr. phys. Géol. dyn. (2), vol. XVIII, fasc. 2-3, pp. 157-174, Paris.
- 268 MICHEL P., ELOUARD P., FAURE H. (1968).- Nouvelles recherches sur le Quaternaire de la région de Saint-Louis (Sénégal). Bull. I.F.A.N., t. XXX, série A, n<sup>o</sup> 1, Dakar.
- 269 MICHEL P., NAEGELE A., TOUPET Ch. (1969).- Contribution à l'étude biologique du Sénégal septentrional. 1 - Le milieu naturel. Extrait du Bull. I.F.A.N., t. XXXI, série A., n<sup>o</sup> 3, pp. 756-836. Dakar, juillet.
- 270 MINISTERE DE LA COOPERATION FRANCAISE (1977).- Le milieu marin de la Guinée Bissao et ses ressources vivantes - Le point des connaissances. O.R.S.T.O.M., 151 p., par G.R. Berrit & al... en juin.
- 271 MINOT A. (1934).- Etude d'estuaires : Saloum -BCEOM, 60 p., 6 fig., 12 pl. Paris.
- 272 MITTELSTAEDT E., PILLSBURY R.B., SMITH R.L. (1975).- The structure and the response of the flow patterns in the North West african upwelling area. Deutsche Hydrographische Zeitschrift n<sup>o</sup> 4, pp. 145-167.
- 273 MONTEILLET J. (1974).- Etude quantitative d'un échantillon de faune du Quaternaire récent de la région de Saint-Louis (Sénégal). In Bull. I.F.A.N., t. XXXVI, sér. A, n<sup>o</sup> 2, Dakar.
- 274 MONTEILLET J. et PLAZIAT J.C. (1979).- Le milieu et la faune testacée de la basse vallée de la Gambie. In Bull. I.F.A.N., t. 41, sér. A, n<sup>o</sup> 3, pp. 443-475. Dakar, juillet.
- 275 MONTEILLET J. et PLAZIAT J.C. (1980).- Le milieu et la faune testacée de la basse vallée de la Casamance. In Bull. I.F.A.N., t. 42, sér. A, n<sup>o</sup> 1, pp. 70-95. Dakar, juin.
- 276 MOORMANN F.R. (1963).- Acid sulphate soils of the tropics. Soil Sci., vol. 95, pp. 271-275.
- 277 MOORMANN F.R. (1964).- Morphology, genesis, and occurrence of Acid Sulphate soils (cat-clays) in delta of the Humid tropics. Actes du colloque de Dacca, pp. 103-106.
- 278 MORAL P. (1965 et 1966).- Le climat du Sénégal. Le schéma climatique ; les saisons, Rev. Géogr. Afr. occid. Dakar, n<sup>o</sup> 1-2, pp. 49-70, 10 fig.. Le climat du Sénégal - Les types de temps ; les régions climatiques. Rev. Géogr. Afr. occid., Dakar, n<sup>o</sup> 3, pp. 3-25, 9 fig., bibliogr.

- 279 MOREAU N. (1981).- Apport des méthodes de traitement des documents de télédétection spatiale dans l'identification des mangroves. Rapport d'étude - Maîtrise de géographie tropicale, 104 p. + cartes h.t. U.E.R. de Géographie - Université de Bordeaux III - paru en décembre.
- 280 NAHON D. (1976).- Cuirasses ferrugineuses et encroûtements calcaires au Sénégal occidental et en Mauritanie - Systèmes évolutifs, Géochimie, structures relais et coexistence. Thèse Doctorat, Univ. Aix-Marseille III.
- 281 NAHON D., DEMOULIN D. (1970).- Essai de stratigraphie relative des formations cuirassées du Sénégal occidental. C.R. Acad. Sci. Fr., D, t. 270, pp. 2764-2767, 2 fig., bibliogr. (11 réf.), Paris.
- 282 NAHON D. and PARRON C. (1980).- Red bed genesis by lateritic weathering of glauconitic sediments - In Phosphatic and glauconitic sediments. Geol. Soc. Lond., vol. 137, n° 6, pp. 689-693, published in nov.
- 283 NAUROIS R. de et ROUX F. (1965).- Les mangroves d'*Avicennia* les plus septentrionales de la côte occidentale d'Afrique. Bull. I.F.A.N., sér. A, n° 3, pp. 843-854, Dakar.
- 284 NDIAYE H.G. (1980).- Etude physiographique de la Casamance d'après les images Landsat. In Actes du Séminaire de Télédétection de Dakar, avril, rapp. Rem. Sens. Inst. South Dakota State University, pp. 291-307.
- 285 NOIROT E. ( 1892).- Notice sur le Saloum. In Journ. off. du Sénégal, pp. 404-405 - 411-414... 451-452. Dakar.
- 286 NONN H. (1974).- Géographie des littoraux. In Coll. S.U.P. de Géographie - P.U.F. de Géographie, 255 p. - paru à Paris.
- 287 NGUYEN Van (1980).- Evaluation du potentiel de production de palmiers et du cocotier en Guinée Bissau - Etude pédologique - Document de projet + annexes et planche cartographiques.
- 288 OTTMANN F. (1965).- Introduction à la géologie marine et littorale. 259 p. In Masson et Cie Edit., 124 fig. + bibliogr. Paris.
- 289 PARADIS G. (1979).- Rôle de l'extraction traditionnelle du sel dans la formation des aires dénudées des mangroves de l'Afrique de l'Ouest. In Bull. Ass. sénégal. Et. Quatern. afr., Bull. Liaison, Sénégal, n° 41, pp. 43-58, 2 fig., 1 tabl., bibliogr. (8 réf.).
- 290 PARADIS G. (1986).- Rôle de l'homme dans les changements du paysage tropical : les mangroves ouest-africaines. In INQUA/ASEQUA Dakar, Symposium, pp. 357-361 - Coll. Trav. et Doc. n° 197, édit. par l'ORSTOM, Paris.
- 291 PEGUY Ch. P. (1961).- Précis de Climatologie. 1<sup>e</sup> ed., 468 p., 10 fig., 19 tabl. - Masson - Paris.
- 292 PELISSIER P. (1966).- Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. Imprimerie Fabrègue, St Yrieix, XV p. + 939 p. , 74 fig., 64 pl. photos.
- 293 PELISSIER P. (1967).- Une civilisation ouest-africaine. Les Diola de la Basse Casamance. In Acta Geographica, pp. 3-6. Paris.

- 294 PELNARD CONSIDERE R. (1959).- Amélioration des embouchures du Saloum et de la Casamance. Rapp. BCEOM, 33 p. 20 fig. Service des ouvrages d'Art - Paris.
- 295 PENMAN H. L. (1956).- Evaporation : An introductory Survey. Neth. J. Agr. Sci., vol. 4, pp. 9-29. Amsterdam.
- 296 PIMMEL A. (1984).- Contribution à l'étude sédimentologique des mangroves de Casamance (Sénégal). Etude granulométrique et exoscopique. Thèse de Doctorat de spécialité - Institut de Géographie - ULP, 127 p. + pl. photos et annexes - Strasbourg, juin.
- 297 PINSON-MOUILLOT J. (1980).- Les environnements sédimentaires actuels et quaternaires du plateau continental sénégalais (Nord de la presqu'île du Cap Vert). Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, n° 1554, 106 p. + annexes, Université de Bordeaux I.
- 298 PINTELON L. (1983).- Rapport de mission n° 8 à Bissao (Guinée Bissao) - du 11 au 19/12/1982, 6 p. + annexes - Rosta (Dak UNIT/Rap/88) - paru en janvier.
- 299 PINTO J. dos S. (1950).- Foraminiferos dos sedimentos marinhos da Guiné Portuguesa. Anais Da J.I.C., vol. V, tomo VI, fasc. II, 44 p. + planches h.t. Junta das Missões Geographicas, Lisboa.
- 300 PIRAZZOLI P. A. (1985).- Les anciens rivages, témoins des déformations de la lithosphère. In Bull. Soc. Géol. France, (8), t. 1, n° 3, pp. 343-351.
- 301 PITOT A. (1958).- Les "Racines échasses" de *Rhizophora racemosa* - Rhizophores et racines chez *Rhizophora* sp. In Bull. I.F.A.N., t. XX, série A, n° 4, pp. 978-1013 - pp. 1103-1138.
- 302 PLAUD M. (1967).- Les lentilles d'eau douce des Iles du Saloum. B.R.G.M. 83 p. multigr.+ fig. et tabl. annexes et 1carte au 1/50 000<sup>e</sup>.
- 303 PLAZIAT J. C. (1974).- Répartition des mollusques amphibiés de quelques littoraux et estuaires à mangrove (Nlle Calédonie et Cameroun) - Rôle de la salinité dans les modifications locales des peuplements de mangrove. In Rev. Haliotis, pp. 167-177, n° 4 (1-2).
- 304 PLIYA J. (1980).- La pêche dans le Sud-Ouest du Bénin - Etude de géographie appliquée sur la pêche continentale et maritime, 296 p.+ des cartes h.t.- publié par l'A.C.C.T. Paris.
- 305 POMEL R. (1979).- Géographie physique de la Basse Côte d'Ivoire au Sud du parallèle 6° N - Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, 623 p., Université de Caen U.E.R. des Sciences de la Terre.
- 306 PONS L.J. (1956).- Some Aspects of the improvement of pyrites containing old marine soils in the Netherlands. Rapp. VI C - Congrès Intern. de la Sci. du Sol, vol. B, pp. 727-734, Paris.
- 307 PONS L.J. (1966).- Geogenesis and pedogenesis in the young Holocene coastal plain of the three Guiana (South America). Tijdeschr. Kon. Ned. Acad. Gen. 83, pp. 153-172.
- 308 PONS L.J., KAVIE W. van der (1969).- Acid sulphate soils in Thailand UNSF/FAO projet - Report SSR 81.

- 309 POUPON H. (1973).- Influence de la sécheresse de l'année 1972-1973 sur la végétation d'une savane sahélienne du Ferlo septentrional (Sénégal). Centre ORSTOM, 13 p. multigr. + tabl., Dakar - Hann.
- 310 PRITCHARD D.W. (1967).- What is an estuary : physical view point. Lauff G. H. (ed.) - Estuaires, pp. 3-5. Ann. Ass. Adv. Sci. Publ. 83, New York.
- 311 REBERT J.P. (1977).- Aperçu sur l'hydrologie du plateau continental ouest-africain de la Mauritanie à la Guinée. Rapport COPACE/PACE, série 78, 10, 4 p., 1 fig.
- 312 REBERT J.P., DOMANIEWSKY S. (1976).- Hydrologie et courantométrie sur le plateau continental sénégalais en période d'hivernage. Résultats d'observations de la campagne du N.O.V.A.J.D.A. - CRODT - ISRA - Archive n° 50, 35 p. + fig. et profils. Dakar.
- 313 REBERT J.P. et PRIVE M. (1974).- Observations de courant sur le plateau continental sénégalais du Cap-Vert au Cap Roxo. Campagne 1974. Archive n° 4, Centre de Rech. Océanogr. de Thiaroye, Juin.
- 314 REBERT J.P. et PRIVE M. (1977).- Moyennes générales des observations océanographiques côtières au Sénégal. Arch. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 47 p.
- 315 REBERT J.P., PRIVE M., WAGNER J.J. (1978).- Observations océanographiques effectuées en 1977. Arch. Centre Rech. océanogr. Dakar - Thiaroye, 68 p.
- 316 REMENIERAS G. (1980).- L'hydrologie de l'ingénieur - Collection de la Direction des Etudes et Recherches d'Electricité de France - 2<sup>e</sup> édition, 456 p. Edition Eyrolles - Paris.
- 317 RICHARD A., DAVIS Jr., JOHN C.K. and al... (1978).- Coastal sedimentary Environments. 420 p. Springer Verlag, New York Inc.
- 318 RIFFAULT A. (1980).- Les environnements sédimentaires actuels et quaternaires du plateau continental sénégalais (Sud de la presqu'île du Cap Vert). Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, n° 1561, 145 p. + annexes - Université de Bordeaux I.
- 319 RIVIERE A. (1952).  
 - a. Sur la représentation graphique de la granulométrie des sédiments meubles. Interprétations des courbes et applications. Bull. Soc. Géol. Fr., sér. 6, t. II, pp. 145-167. Paris.  
 - b. Expression analytique générale de la granulométrie des sédiments meubles. Indices caractéristiques et interprétation géologique. Notion de faciès granulométrique. Bull. Soc. Géol. Fr., série 6, t. II, 1-3, pp.155-167 - Paris.
- 320 RIVIERE A. (1957).- Sur le caractère intrinsèque de l'indice d'évolution de la méthode des faciès granulométriques. C.R. Acad. Sci. t. 244, pp. 1389-1391. Paris.
- 321 RIVIERE A. (1960).- Généralisation de la méthode des "faciès granulométriques" par extension de la notion d'indice d'évolution, détermination de celui-ci. C. R. Acad. Sci., t. 250, pp. 2917-2919 - Paris.
- 322 RIVIERE A. (1977).- Méthodes granulométriques. Techniques et interprétations. Ed. Masson, 164 p. Paris.

- 323 RIVIERE A. et VERNHET S. (1973).- Nouvelle méthode d'interprétation des granulométries. C.R. Acad. Sci., t. 277, D, pp. 1613-1616 - Paris.
- 324 ROGNON P. (1976).- Essai d'interprétation des variations climatiques au Sahara depuis 40 000 ans. In Rev. Géogr. phys. Géol. dyn., XVIII, 2-3, pp. 251-282 - Paris.
- 325 ROLLET B. (1981).- Bibliography on mangrove research - 1600 - 1975 - 478 p. UNESCO - publié à Londres.
- 326 ROSSIGNOL M.(1973).- Contribution à l'étude du complexe guinéen. Document du Centre ORSTOM de Cayenne.
- 327 ROSSIGNOL M. et ABOUSSOUAN M.T. (1965).- Hydrologie marine côtière de la presqu'île du Cap-Vert - publié par le C.R.O., Dakar-Thiaroye - ORSTOM.
- 328 ROSSIGNOL M., MEYRUEIS A.M. (1964).- Etude des masses d'eau et de la circulation dans l'Atlantique entre les Iles du Cap-Vert, la Côte du Sénégal et de la Guinée. Rapp. ORSTOM, Dakar, 91 p. multigr., 27 fig., 8 cartes + bibliogr.
- 329 RUFFMAN A., MEAGHER L.J., STEWARD J. (1977).- Bathymétrie du talus et du plateau continental du Sénégal et de la Gambie, Afrique de l'Ouest - dans le Baffin - levé au large du Sénégal et de la Gambie, vol. 1, 130 p., 2 cartes h.t., New Scotia - Canada.
- 330 SAENGER P., HEGERL E.J. & DAVIE J.D.S. eds. (1983).- Global Status of Mangrove Ecosystems. Commission on Ecology Papers Number 3. Gland Switzerland. IUCN & natural Ressources, 88 p., printed in the Netherlands.
- 331 SALL M. (1983).- Dynamique et morphogenèse actuelles au Sénégal occidental. Thèse de Doctorat d'Etat ès-Lettres, 2 tomes + pl. h.t. 604 p. Université Louis Pasteur, Strasbourg, février.
- 332 SALL S., POSNER J., KAMUANGA M. (1985).- Les systèmes de production en Basse Casamance et les stratégies paysannes face au déficit pluviométrique - Communication au séminaire national sur la désertification, 17 p. dactyl., du 22 au 26 avril, St-Louis.
- 333 SARR A. (1985).- Le réseau fluvial de la Casamance et de ses affluents. Etudes bathymétrique et sédimentologique - T.E.R. Mémoire de maîtrise, 43 p. + fig. Fac. des Lettres, Dépt. de Géographie, Univ. Dakar - paru en décembre.
- 334 SARR R. (1979).- Contribution à l'étude hydrogéologique des calcaires paléocènes de la région de Joal-Fadiouth et de la lentille d'eau douce de Samba Dia. Mémoire de D.E.A., rapport n° 3 - Nouvelle série - Dépt. de Géologie, Fac. des Sciences, Dakar, décembre.
- 335 SARR R. & GAYE Ch B. (1985).- Problèmes hydrogéologiques dans les zones d'estuaires à mangrove, exemple de la lentille de Samba Dia - In Rapports de l'UNESCO sur les Sciences de la Mer n° 32 - résultats d'un atelier régional tenu à Dakar (Sénégal), pp. 48-53 - UNESCO.
- 336 SAVORY H.J. (1853).- A note on the ecology of Rhizophora in Nigeria. Kew. Bull., pp. 127-128.

- 337 SCHEFFERS W. J. et CONAND F. (1976).- A study of *Ethmalosa fimbriata* (Bowdich) in the Senegambian region. Rapport du CRODT/ISRA - Document Scientifique n° 59, 19 p., 10 fig., 3 tabl. Dakar.
- 338 SAOS J.L., FAURE H. & al. (1981/82).- Etude préliminaire de deux sondages dans les sédiments holocènes du Lac de Guiers (Sénégal). In Cah. ORSTOM, série Géol., vol.XII, n° 1, pp. 61-71 - Paris.
- 339 SCHNELL R. (1947).- Esquisse de la végétation côtière de la basse Guinée française - 2<sup>e</sup> conférence internationale des Africanistes de l'Ouest, communication n° 2, pp. 203-214 - Lisbonne.
- 340 SCHNELL R. (1950).- Contribution préliminaire à l'étude botanique de la basse Guinée française - Etudes Guinéennes n° 6, I.F.A.N. - Centre de Guinée, pp. 29-76.
- 341 SCHNELL R. (1951).- La mangrove. In Nature, pp. 321-323 - paru à Paris
- 342 SCHNELL R. (1970/1971).- Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux, vol. 1. Les flores. Les structures, vol. 2. Les milieux. Les groupements végétaux - publiés par Gauthier-Villars, pp. 799-841 et pp. 894 - paru à Paris.
- 343 SCHOLL David W. (1964).- Recent sedimentary record in Mangrove Swamps and rise in sea level over the South Western Coast of Florida - In Marine Geology, vol. I.
- 344 SENASOL (1978).- Rapport de prospection pédologique campagne 1977-1978 - Conakry - Kindia - Téliélé - Bull. n° 2 - Service National des Sols - par Y. Baldé & A. Kawalec - Conakry - mai.
- 345 SENASOL (1979).- La végétation de la basse et moyenne Guinée et sa valeur indicatrice pour la typologie des sols. Bull. n° 5 - par S. Lisowski (FAO) - Service National des Sols - projet PNUD/FAO Gui 72/004 - Conakry, juillet.
- 346 SENASOL (1980).- Classification des sols de Guinée (2<sup>e</sup> approximation) et leur évaluation en vue d'une utilisation agricole - Bull. n° 8 par Y. Baldé & M. C. Girard - Service National des Sols - projet CNUD /FAO - Gui 72-004 - Conakry, octobre.
- 347 SIMMONS M. B. (1966).- Field experience in Estuaries. Estuary and coastline hydrodynamics, 744 p., Ippen Ed., Mc Craw Hill Inc., New-York.
- 348 SNEDAKER S.C. (1974).- A bibliography of the mangroves literature. Int. Symp. on Biology and Management of mangroves, oct., 8-11 - East West Center. Honolulu.
- 349 SNEDAKER S.C., POOL D.J. & LUGO A.E. (1977).- Structure of Mangrove Forests in Florida, Puerto Rico, Mexico and Coasta Rica in Rev. Biotropica 9 (3), pp. 195-212.
- 350 SNEDAKER S. C. (1984).- The mangrove ecosystem : Research methods. 251 p. published on behalf of the UNESCO/SCOR Working Group 60 on Mangrove Ecology - UNESCO.
- 351 SOW A.A. (1984).- Pluies et écoulement dans le bassin du fleuve Sénégal. Contribution à l'hydrologie fluviale en domaine tropical humide africain. Thèse de Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle, 408 p. + annexes - Université de Nancy II - paru en octobre.



- 352 SPENGLER A. (de) & al. (1968).- Le bassin secondaire-tertiaire du Sénégal. In "Bassins sédimentaires" du littoral africain. 1<sup>ère</sup> partie : Littoral Atlantique, D. Reyre ed., Assoc. Serv. Géol. Afric. (ASGA), pp. 80-94.
- 353 SPIJKERMAN A.T.C. et VAN SCHAGEN R.H. (1986).- Développement de la riziculture submergée sur les sols sulfatés acides de Basse Casamance au Sénégal - 3<sup>e</sup> Symposium Intern. sur les sols sulf. acides. Communication présentée à Dakar, du 6 au 11 janvier - Sénégal.
- 354 STEENIS G.G.G.J. VAN (1962).- The distribution of the mangrove, genesis and their paleogeographical implication. Proc. Kon. Ak-Wet. Adam Ser. C., pp. 164-169.
- 355 STEVENSON, KELLOG (1978).- Etudes portuaires en Casamance - Rapport multigr., 28 p., 7 photos.
- 356 STREIF H. (1978).- A new method for the representation of sedimentary sequences in coastal regions. Proc. 16<sup>th</sup> Coastal engineering Conference, ASCE, August 8 - September 2, 1978, pp. 1245-1255, Hamburg.
- 357 SURET-CANALE J. (1971).- La république de Guinée. 430 p. + photos. Editions sociales - Paris.
- 358 SY A. (1982).- Etude géomorphologique des flèches sableuses du littoral sénégalais. T.E.R. Maîtrise de Géographie, Fac. des Lettres, 103 p. multigr. + fig. et planches.
- 359 SYLLA M.M. (1982).- Etude des lithométéores au Sénégal durant la saison sèche 1980-1981. Mémoire de Maîtrise, 74 p. Dépt. de Géographie, Fac. des Lettres, Université de Dakar.
- 360 TASTET J.P. (1979).- Environnements sédimentaires et structuraux quaternaires (Côte d'Ivoire, Togo, Bénin). Thèse d'Etat n° 621, 181 p. + pl. h.t., Université de Bordeaux I.
- 361 TASTET J.P. (1985).- De l'intérêt de l'étude géologique des lagunes. Communication au séminaire Unesco sur les méthodologies d'étude des lagunes, 9 p. Abidjan du 6 au 11 mai 1985.
- 362 TEAS H.J. et MACWAN R.I. (1982).- An Epidemic Deeback Gall Disease of Rhizophora Mangroves in Gambia, West Africa - In Plant Disease, vol. 66, n° 6.
- 363 TECASEN, Equipe (1979-1980-1981-1983).- Rapports de télédétection n° 1, 2, 3, et 4 Département de Géographie, Université C.A.D. de Dakar.
- 364 TEIXEIRA A.J. da (1959).- The soils of Portuguese Guinea. III Conf. Int. Sols - Dabala, pp. 467-477.
- 365 TEIXEIRA A.J.D.S. (1962).- Os Solos Da Guine Portuguesa - Carta Geral - Caracteriscas, formacao E utilizacao - Junta de Investigacoes do ultramar, 397 p. + pl. photos - Lisboa.
- 366 TEIXEIRA J.E. (1952).- Geologia Da Guiné Portuguesa, 100 p. + bibliographie + planches h.t. - Lisboa.

- 367 TESSIER F. (1952).- Contribution à la stratigraphie et à la paléontologie de la partie ouest du Sénégal (Crétacé et Tertiaire). Th. Sci. Univ. Marseille, 1950. Bull. Dir. Mines A.O.F. n° 14, t. I et II, 571 p.
- 368 TESSIER F. (1952).- Alimentation en eau de la Pointe de Sangomar. Rapport de la Direction Générale des Mines et de la Géologie, 9 p., 9 pl. h. t. - paru à Dakar.
- 369 TESSIER F., FLICOTEAUX R., LAPPARTIENT J. R. & al. (1975).- Réforme du concept de "Continental terminal" dans les bassins sédimentaires côtiers de l'ouest-africain. IX<sup>e</sup> Congrès intern. de Sédimentologie, t. 1, pp. 207-211 - Nice.
- 370 TEXIER H., DOSSOU Ch. & al. (1980).- Le lac Nokoué, environnement du domaine margino-littoral Sud-Bénois : bathymétrie - lithofaciès - salinités - mollusques et peuplements végétaux. In Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine - Bordeaux, n° 28, pp. 115-142, 13 fig., 5 tabl., 1 h.t.
- 371 THERY J.M. (1953).- Mission de préreconnaissance pétrolière en A.O.F. Rapport de fin de sondage Ziguinchor (Casamance). 8 p. + coupes géologiques sommaires. Dir. Mines et Géol. Dakar.
- 372 THILMANS G. (1985).- Les amas coquilliers du delta du Saloum. Livret-guide rédigé pour le Symposium ASEQUA/INQUA de Dakar, avril 1986, 4 p. + bibliographie.
- 373 THILMANS G. et MORAES N. I. de (1972).- La description de la côte de Guinée du père Balthazar Barreira - 1606 - in Bull. IFAN, t. XXXIV, sér. B., n° 1, janvier, pp. 1-50 - Dakar.
- 374 THORNTHWAITE C. W. (1948).- An approach towards a Rational Classification of Climate. Geogr. Rev., vol. 38, pp. 55-94.
- 375 TISSOT C., MARIUS C., FELLER C. (1983).- Continuité des paléofaciès palynologiques et physico-chimiques de sédiments récents en milieu de mangrove au Sénégal. In Travaux et Documents de Géographie tropicale - Géomorphologie littorale - CEGET n° 49, 3<sup>e</sup> trimestre.
- 376 TRAORE RAY AUTRA M. (1980).- Société de tradition agraire et sociétés de tradition pastorale en Guinée. In Bull. I.F.A.N., t. 42, série B, n° 2, pp. 400-432.
- 377 TRASK P.D. (1932).- Origin and Environment of Sources sediments of Petroleum - In Journ. Amer. Petrol. Inst. - Gulf publication Co. 322 p. Houston - Texas.
- 378 TRICART J. (1956).- Types de fleuves et systèmes morphologiques en Afrique occidentale. Com. Trav. hist. Sc. Bull. Sect. Géogr., vol. 68, pp. 303-344.
- 379 TRICART J. (1962).- L'épidémie de la Terre - Esquisse d'une géomorphologie appliquée (Travaux Publics, Urbanisme, Prospection des ressources actuelles). Masson, Paris, 1 vol., 163 p., 35 fig., 26 pl. h.t.
- 380 TRICART J., MICHEL P. (1965).- Morphogenèse et pédogenèse. Application à l'Ouest-africain. Bull. Sci. Sol., Fr. n°1, pp. 69-85. n° 2, pp. 149-171, 4 fig.
- 381 TROMEUR J. (1939).- Mission hydrographique du Saloum. In Ann. hydrogr. 3<sup>e</sup> série, t. 16, p. 5-33.

- 382 TURC L. (1954).- Le bilan de l'eau des sols. Annales agronomiques, vol. 5, pp. 491-596 ; vol. 5, pp. 5-131 - Paris.
- 383 UNESCO (1979).- Map of the world Distribution of Arid Regions (1/25 000 000). Paris, UNESCO, 54 p. (MaB technical Notes, 7).
- 384 UNIVERSITY OF MICHIGAN (1984a).- Food plain Ecology - Gambia river, the Gambia - Working Document n° 21, AID/OMVG report 21 p., January.
- 385 UNIVERSITY OF MICHIGAN (1984b) Acid sulphate soils : the constraints they impose on the Gambia's antisalinity barrage scheme - Gambia River Basin Studies. Working document n° 41. AID/OMVG. Report, 39 p., July.
- 386 VAN SLEEN L.A. (1980).- L'analyse physiographique pour des buts pédologiques à partir des images télédéteectées au Sénégal. In Rapport SDSU-RSI-C.R. du Séminaire de Télédétection de Dakar, vol. 1, pp. 180-234.
- 387 VATAN A. (1967). Manuel de sédimentologie. Editions Technip., 397 p., juin.
- 388 VERGER F. (1968).- Marais et Wadden du littoral français - Etude de Géomorphologie. Thèse d'Etat, 541 p. Biscaye Frère imprimeurs - paru à Bordeaux - octobre.
- 389 VERGER F. (1971).-L'expression cartographique de la dynamique littorale. Mémoire du Laboratoire de Géomorphologie de l'E.P.H.E. n° 20, 26 p.
- 390 VERGER F., AUPHAN E., MONIOT C1. (1971).- Construction d'un modèle dynamique en cartographie géomorphologique. In Mém. et Doc. du Service de Documentation et de Cartographie géographiques, Ed. C.N.R.S. Paris.
- 391 VERSTAPPEN H. Th. (1963).- The application of aerial photograph interprétation in geomorphological research. Inst. of Geogr. Polish Acad. Sci. Geogr. Studies n° 46, pp. 121-126.
- 392 VESTAPPEN H. Th. (1964).-The use of aerial photographs in deltâ studies. UNESCO Symposium on Humid Tropical Zone Deltas 5 p. Dacca.
- 393 VERSTAPPEN H. T. (1977).- Remote sensing in geomorphology, Elsevier Publ. Company, 214 p.
- 394 VIEILLEFON J. (1967).- Sur l'existence de bourrelets éoliens ou lunettes dans les mangroves de Casamance. Commun. VI<sup>e</sup> Congrès panaf. Préhist. Et. Quatern. 10 p. multigr., 4 tabl., 3 fig., bibliogr. Dakar.
- 395 VIEILLEFON J. (1968).- Recherche sur la genèse et l'évolution des sols de mangroves et de tannes du Sénégal. ORSTOM Bondy, 47 p. multigr., 12 fig., tabl. Paris.
- 396 VIEILLEFON J. (1969).- La pédogenèse dans les mangroves tropicales. In Science du Sol n° 2, pp. 115-148.
- 397 VIEILLEFON J. (1970).- Le problème des repères stratigraphiques quaternaires en Casamance (Sénégal). Ass. sénégal. Et. Quatern. afr., Bull. Liaison, Sénégal, n° 26, pp.13-23, 5 fig., bibliogr. Dakar, juin.
- 398 VIEILLEFON J. (1974).- Contribution à l'étude de la pédogenèse 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. Thèse de Doctorat ès-Sciences Naturelles, Université de Paris VI, 361 p. + annexes, 1 carte couleurs h.t. ORSTOM Paris.

- 399 VIEILLEFON J. (1975).- Notice explicative de la carte pédologique au 1/100 000<sup>e</sup> de la Basse Casamance (Domaine fluvio-marin) - ORSTOM, 58 p. Paris.
- 400 VIEILLEFON J. (1977).- Les sols des mangroves et tannes de Basse Casamance. Mém. ORSTOM n° 83, 291 p. Paris.
- 401 VIGNE P. (1888).- Les peuplades des Rivières du Sud de la Sénégambie. In Rev. Scient., p. 450, Paris.
- 402 VISHNER G. S. (1969).- Grain size distribution and depositional processes. J. Sed. Petrology, n° 39, pp. 1074-1106.
- 403 WATTS J. C. D. (1958).- The hydrology of a tropical West African Estuary. In Bull. I.F.A.N., t. XX, sér. A, n° 3, pp. 698-750 - Dakar.
- 404 WEYDERT P. et LEBIGRE J. M. (1984).- Cadre sédimentologique de la séquence de mangrove - Tanne de la Moka (Baie de la Mondah - Gabon). In Paleoecol. of Af., vol. 16, pp. 89-108. A. A. Balkema - Rotterdam.

Salif DIOP

## **LA CÔTE OUEST-AFRICAINE**

DU SALOUM (SÉNÉGAL) A LA MELLACORÉE (RÉP. DE GUINÉE)

Microfiches (Annexes 1 à 4) - (Planches photographiques 9 à 20)

---

**Editions de l'ORSTOM**

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Collection **ÉTUDES et THÈSES**

PARIS 1990

## **ANNEXE 1**

**A - Paramètres et calcul du bilan de l'eau pour les stations de  
Kaolack, Banjul, Ziguinchor, Bissau et Conakry**

**B - Classification des climats selon Thornthwaite**

## A - PARAMETRES UTILISES POUR LE CALCUL DU BILAN DE L'EAU

STATION	Année	Mois	a	Lat.	h	e	t	v	H.R.
Kaolack	1971/80	J		14°08'	1 273	10.7	24.8	2.6	36.9
		F			2 27.4	12.1	26.5	2.7	37.5
		M			3 302	14.4	27.5	2.8	40
		A			4 305	16.2	29.6	2.2	41.7
		M			5 306	21.1	30.3	2.2	50.2
		J			6 269	26.8	30	2.7	65.2
		J			7 242	29.5	28.7	1.1	76.1
		A			8 235	30.2	27.6	1	82.3
		S			9 225	30.7	28.1	0.7	83
		O			10 266	28.1	28.8	0.6	73.8
		N			11 257	19	27.8	1	54
		D			12 230	12.9	25.2	1.8	42
Banjul Airport	1968/77	J		13°21'	1 279	14.3	23	2.6	51
		F			2 260.4	15.6	23.9	3.2	53
		M			3 288.3	18	25.3	3.7	56
		A			4 297	19.1	24.8	4	61
		M			5 300.7	21.9	24.8	3.3	70
		J			6 252	25.9	26.9	3.2	73
		J			7 204.6	28	26.7	2.6	81
		A			8 189.1	29.2	26.4	2.6	85
		S			9 189	29.6	26.4	1.9	88
		O			10 238.7	28.9	26.6	1.4	83
		N			11 255	22.3	25.2	1.5	70
		D			12 248	17	23.5	2.3	59
Ziguinchor	1971/80	J		12°35'	1 296	15.5	24	1.6	55.2
		F			2 271	16.2	25.7	1.5	56.6
		M			3 303	19.6	27.3	1.8	58.5
		A			4 308	21.5	28	1.8	60.6
		M			5 309	25.7	28.5	2.2	68.1
		J			6 256	28.6	28.4	1.9	75.3
		J			7 192	30.4	27	1.2	85.3
		A			8 173	30.4	26.4	1	88.5
		S			9 184	31.7	27	0.2	88.4
		O			10 240	31.3	27.8	0.2	84.8
		N			11 266	20.4	27	0.9	75.5
		D			12 257	19.4	24.5	1.4	65.3
Bissau	1971/80	J		11°51'	1 245.8	14.2	25.4	3	44
		F			2 243.4	17.9	26.4	3	52
		M			3 259.1	20.3	27.1	2.1	57
		A			4 265.3	21.9	27.7	3.1	59
		M			5 263.9	26.4	27.4	3.2	65
		J			6 211.7	27	27.5	3	74
		J			7 161.1	26.7	26.6	2.8	82
		A			8 135.2	28.7	26.3	2.9	85
		S			9 148.8	28.5	26.5	2.6	83
		O			10 198.6	28.6	27.4	2.4	79
		N			11 233	27.2	27.2	2.5	66
		D			12 225.4	17	25.7	2.8	52
Conakry	1971/80	J		9°34'	1 198	24.2	26	2.7	72
		F			2 207	24.4	26.4	3	71
		M			3 256	24.8	26.9	3.1	70
		A			4 216	26.1	27.7	3.3	70
		M			5 181	27.7	27.4	3.3	76
		J			6 122	28.4	26.5	3.3	82
		J			7 80	27.9	25.4	3	86
		A			8 55	28.4	25.2	3.2	88
		S			9 110	28.2	25.6	3.2	86
		O			10 177	28.2	26.2	2.5	83
		N			11 181	28	26.9	2.4	79
		D			12 162	25.9	26.5	2.4	75

Lieu : KAOLACK sur 10 ans (71/80) - 14°08' Lat. N -

BILAN DE L'EAU

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Précipitations (1966-1977)	0	0	0	0	3	32	139	204	178	54	0	1	609
E.T. Potentielle	140	140	149	185	188	172	144	136	128	136	121	119	1801
Variations de la réserve								68 +	32 +	-82	-18		
Réserve utile								68	100	18	0		
E.T. Réelle	0	0	0	0	3	32	139	136	128	136	18	1	593
Déficit d'alimentation (D)	140	149	185	183	185	140	5				103	118	1208
Excédent (Ex)									16				-16
Ecoulement souterrain									8	4	2	2	16
P. T.P.													

Indice d'humidité :  $I_h = \frac{100 \cdot Ex}{E.T.P.} = \frac{100 \cdot 16}{1801} = 0,89$

Indice d'aridité :  $I_a = \frac{100 \cdot D}{E.T.P.} = \frac{100 \cdot 1208}{1801} = 67$

Indice global d'humidité :  $I_h - 0,60$   $I_a = -39$   
0,9 - 402

Variation saisonnière de l'humidité effective : W2

Indice d'efficacité thermique : A'4  
Concentration estivale d'efficacité thermique a'  
Formule climatique : DW2 A'4 a'  
Semi-aride avec un grand déficit hivernal  
mégathermal avec des variations sensibles  
de température au cours de l'année.

Lieu : BANJUL - 13°21' Lat. N. - sur 10 ans (68/77)

BILAN DE L'EAU

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Précipitation (1968/77)	0	2	0	0	0	29	218	341	212	74	1	0	875
E.T. Potentielle	121	142	175	175	165	153	133	123	115	125	114	114	1662
Variations de la réserve							83+	17+		-51	-49		
Réserve utile							83	100	100	49	0		
E.T. Réelle	0	2	0	0	0	21	133	123	115	125	50	0	577
Déficit d'alimentation (D)	128	140	175	175	165	124					64	114	1085
Excédent (Ex)								201	97				-298
Ecoulement souterrain	6	3	1	1	1			100	99	49	25	13	298
P.T.P.													

Indice d'humidité :  $I_h = \frac{100 \cdot Ex}{E.T.P.} = \frac{100 \cdot 298}{1662} = 18$

Indice d'aridité :  $I_a = \frac{100 \cdot D}{E.T.P.} = \frac{100 \cdot 1085}{1662} = 65$

Indice global d'humidité :  $I_h - 0,60$   $I_a = -21$   
Variation saisonnière de l'humidité effective : W2

Indice d'efficacité thermique : A'3  
Concentration estivale d'efficacité thermique a'  
Formule climatique : C1W2 A'3a'  
Climat sec subhumide présentant un excédent  
estival modéré, l'hiver étant la saison sèche  
mégathermal avec de faibles variations de  
température au cours de l'année.

Lieu : ZIGUINCHOR sur 10 ans (71/80) - 12°35' Lat. N. -

BILAN DE L'EAU

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Précipitations (1966-77)	0	0	0	0	4	73	301	453	329	121	3	1	1285
E.T. Potentielle (Penman)	127	129	164	170	176	150	120	108	109	125	120	112	1610
Variations de la réserve							100+			-4	-98		
Réserve utile							100	100	100	98			
E.T. Réelle	0	0	0	0	4	73	120	108	109	125	99	1	-639
Déficit d'alimentation (D)	127	129	164	170	172	77					21	111	971
Excédent (Ex)							81	345	220				-646
Ecoulement souterrain	13	7	3	2	1		41	193	206	103	51	26	646
P.T.P.													

Indice d'humidité :  $I_h = \frac{100 \cdot Ex}{E.T.P.} = \frac{100 \cdot 646}{1610} = 40$

Indice d'aridité :  $I_a = \frac{100 \cdot D}{E.T.P.} = \frac{100 \cdot 971}{1610} = 60$

Indice global d'humidité :  $I_h - 0,60$   $I_a = 4$   
40 - 36  
Variation saisonnière de l'humidité effective : W2

Indice d'efficacité thermique : A'3  
Concentration estivale d'efficacité thermique a'  
Formule climatique : C2W2 A'3a'  
Climat subhumide à humide avec grand déficit  
hivernal, mégathermal avec quelques variations  
de température au cours de l'année.



Lieu : BISSAU sur 10 ans (71/80) - 11°51' Lat.N. -

BILAN DE L'EAU

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Précipitations (1966-77)	0	0	0	0	18	121	417	530	366	234	7	0	1591
E.T. Potentielle (Penman)	145	150	170	173	164	142	123	107	109	126	125	132	1666
Variations de la réserve							+100				-100		
Réserve utile							100	100	100	100	0		
E.T. Réelle	0	0	0	0	18	121	123	107	109	126	107	0	709
Déficit d'alimentation (D)	145	150	170	173	148	121					18	132	957
Excédent (Ex)							184	423	257	8			882
Écoulement souterrain	17	8	4	2	1	1	97	260	259	133	67	33	882
P.T.P.													

Indice d'humidité :  $I_h = \frac{100 \times Ex}{E.T.P.} = \frac{100 \times 882}{1666} = 53$

Indice d'efficacité thermique : A3  
Concentration estivale d'efficacité thermique a'  
Formule climatique : C2W2 A3a'

Indice d'aridité :  $I_a = \frac{100 \times D}{E.T.P.} = \frac{100 \times 957}{1666} = 57,4$

Climat subhumide à humide avec grand déficit hivernal, mégothermal avec quelques variations de température au cours de l'année.

Indice global d'humidité :  $I_h - 0,60 I_a = +18$   
53 - 35

Variation saisonnière de l'humidité effective : W2

Lieu : CONAKRY - sur 10 ans (71/80) - 9°34' Lat.N.

BILAN DE L'EAU

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Précipitations (1966-77)	2	2	3	27	132	351	1231	1008	571	321	75	5	3729
E.T. Potentielle	120	132	160	152	135	103	85	75	94	114	110	108	1388
Variations de la réserve							-100				-35	-65	
Réserve utile							100	100	100	100	65		
E.T. Réelle	2	2	3	27	132	103	85	75	94	114	110	71	818
Déficit d'alimentation (D)	118	130	157	125	3							35	568
Excédent (Ex)						148	1148	933	477	207			-2911
Écoulement souterrain	52	26	13	7	6	74	810	771	825	415	208	107	2911
P.T.P.													

Indice d'humidité :  $I_h = \frac{100 \times Ex}{E.T.P.} = \frac{100 \times 2911}{1388} = 210$

Indice d'efficacité thermique : A1  
Concentration estivale d'efficacité thermique a'  
Formule climatique : AW2A1a'

Indice d'aridité :  $I_a = \frac{100 \times D}{E.T.P.} = \frac{100 \times 568}{1388} = 41$

Climat hyperhumide avec un grand déficit hivernal chaud avec très peu de variations de la température au cours de l'année.

Indice global d'humidité :  $I_h - 0,60 I_a = 185$   
210 - 246

Variation saisonnière de l'humidité effective : W2

## B - CLASSIFICATION DES CLIMATS SELON THORNTHWAITE

### 1° - Détermination du type climatique d'après l'indice global d'humidité

Type		Indice global d'humidité
Perhumide	A	Supérieur à 100
	P <sup>4</sup>	compris entre 80 et 100
	B <sub>3</sub>	" " 60 et 80
	B <sub>2</sub>	40 et 60
	B <sub>1</sub>	20 et 40
Subhumide à humide	C <sub>2</sub>	0 et 20
Sec à subhumide	C <sub>1</sub>	-20 et 0
Semi-aride	D	-40 et -20
Aride	E	-60 et -40

### 2° - Détermination de la variation saisonnière de l'humidité effective d'après I<sub>h</sub> et I<sub>a</sub>

a) Dans les climats humides A B et C<sub>2</sub>

Variations de I <sub>a</sub>	symbole	caractères
I <sub>a</sub> < 16,7	r	climat humide avec pas ou peu de déficit en quelque saison que ce soit.
16,7 < I <sub>a</sub> < 33,3	s	Déficit estival modéré, l'été étant la plus sèche.
	w	Déficit hivernal modéré, l'hiver étant la saison la plus sèche.
I <sub>a</sub> > 33,3	S <sub>2</sub>	grand déficit estival
	W <sub>2</sub>	grand déficit hivernal

b) Dans les climats secs C<sub>1</sub> D.E.

Variation de I <sub>h</sub>	symbole	caractères
I <sub>h</sub> < 10	d	Peu ou pas d'excédent en quelque saison que ce soit.
10 < I <sub>h</sub> < 20	S	Excédent hivernal modéré, l'été étant la saison la plus sèche.
	W	Excédent estival modéré, l'hiver étant la saison la plus sèche.
I <sub>h</sub> > 20	S <sub>2</sub>	Grand excédent hivernal
	W <sub>2</sub>	Grand excédent estival

3°- Indice d'efficacité thermique d'après les valeurs annuelles de E.T.P. (en mm)

<i>E.T.P.</i>	<i>Symbole</i>	<i>Type de climat</i>
1568 et 1710	A'3	quatrième mégathermal
1426 et 1567	A'2	troisième mégathermal
1283 et 1425	A'1	second mégathermal
1141 et 1282	A'0	premier mégathermal
997 et 1140	B'4	quatrième mésothermal
855 et 997	B'3	troisième mésothermal
712 et 855	B'2	second mésothermal
570 et 712	B'1	premier mésothermal
427 et 570	C'2	second microthermal
285 et 427	C'1	premier microthermal
142 et 285	D'	climat de toundra
< 142	E'	climat de gel

4°- Concentration estivale de l'efficacité thermique. Elle est le rapport entre E.T.P. des 3 mois les plus chauds et l'évaporation annuelle.

$$= \frac{100 \times \text{E.T.P. des 3 mois les plus chauds}}{\text{E.T.P. annuelle}}$$

<i>Valeur du rapport</i>	<i>symbole</i>
inférieur à 48	a'
compris entre 48 et 51,9	b'4
"    "    51,9 et 56,3	b'3
"    "    56,3 et 61,6	b'2
"    "    61,6 et 68	b'1
"    "    68 et 76,3	c'2
"    "    76,3 et 88	c'1
supérieur à 88	d'

Un rapport inférieur à 48 indique une faible variation de la température au cours de l'année.

**A N N E X E 2**

**Coupes et sondages réalisés dans diverses unités  
géomorphologiques des "Rivières du Sud"**

**SALOUM**

**Foundiougne - Rive gauche**

Unités géomorphologiques	Echantillons	Profondeur	Descriptif sommaire
Vasières	F1 1	0.15 m	Sable gris pH = 5
	F1 2	0.80 m	Sable gris à taches rouille
	F1 3	1.15 m	pH = 5 Sable argileux à passées rouges - pH = 5
Tanne nu inondable	F1 1	0.35-0.45 m	Sable gris foncé plus ou moins argileux
	F2 2	1.40 m	Argile sableuse avec un niveau coquillier
Salinité Saloum = 50 ‰ - Salinité Bôlon = 59 ‰			

**Foundiougne - Rive droite**

Limite vasière - tanne	F3 1	0.15-0.25 m	Sable argileux, beige à taches rouille pH = 5
	F3 2	0.5-0.7 m	Argile sableuse grise plus ou moins foncée avec restes racinaires pH = 5
Tanne nu à efflorescences salines	F4 1	0.15 m	Sable gris à beige à taches rouille pH = 4.5
	F4 2	0.60 m	Argile gris beige à taches rouille pH = 4.5
	F4 3	1.20 m	Argile gris sombre pH = 4.5

Salinité flaques d'eau dans la zone à Avicennia = 102 ‰.

**Baout - Rive gauche**

Unités géomorphologiques	Echantillons	Profondeur	Descriptif sommaire
En arrière vasières sur accumulation sableuse	1 BA 1	0.50 m	Sable gris, fin à moyen
	1 BA 2	0.75 m	Sable gris à gris foncé à coquilles (C. gasar, A. senilis)
	1 BA 3	1.60 m	Argile sableuse gris foncé avec restes racinaires et coquilles ramifiées
Niveau de la nappe = 1,20 m			
Tanne nu à efflorescences salines	2 BA 1	0.30 m	Sable gris clair plus ou moins sombre
	2 BA 2	0.65 m	Sable beige à brun clair
	2 BA 3	1.730m	Sable argileux gris sombre
Salinité bôlon principal (Saloum) - 42 ‰			

**Baout - Rive droite**

Tanne	3 BA 1	0.15-0.30 m	Sable gris à taches rouille
	3 BA 2	0.45 m	Sable argileux gris foncé
	3 BA 3	0.8-1 m	Argile gris sombre
Tanne	4 BA 1	0.20-0.30 m	Horizon marron à taches jaunes servant de transition avec l'horizon inférieur
	4 BA 2	0.70-0.80 m	Argile sableuse gris-brun à tache jaune et rouille très fluide
Niveau de la nappe à 70/80 cm avec une salinité = 136 ‰.			
Tanne	5 BA 1	0.10-0.20 m	Argile gris sableuse
	5 BA 2	0.35-0.50 m	Argile grise avec niveau coquillier à la base (aspect crayeux : attaque acide) pH = 4 à 4.5
	5 BA 3	0.75-0.90 m	Argile grise
Flaque d'eau : zone à Avicennia - S = 99 ‰ - Salinité bôlon = 58 ‰.			

Iles du Diable - Rive gauche

Unités géomorphologiques	Echantillons	Profondeur	Descriptif sommaire
Vasière	ID 1 1	0.30-0.45 m	Sable gris (N/5)
	ID 1 2	0.70-0.80 m	Sable argileux gris sombre (N/4)
	ID 1 3	1.90-2 m	Argile sableuse gris foncé - 5Y4/1 pH = 7
Salinité flaqué d'eau dans la zone à Avicennia = 50 ‰			
Limite vasière/ tanne	ID 2 1	0.40 m	Sable gris clair - N/7 à taches rouilles + quelques taches sombres (N/5)
	ID 2 2	0.50 m	Sable gris sombre avec quelques taches gris clair
	ID 2 3	1.80-1.90 m	Argile sableuse gris sombre 5 Y4/1 pH = 6
Salinité flaqué de la zone à Avicennia = 50 ‰			

Iles du Diable - Rive droite

Vasière	ID 3 1	0.35 m	Sable gris clair 5Y6/1 à taches rouille - 5/6
	ID 3 2	0.60 m	Sable gris clair 5Y6/1 à taches gris sombre 5/1
	ID 3 3	1.81-1.90 m	Argile gris sombre 5Y4/1 à fibres racinaires
Salinité ( de la mare à Avicennia ) = 60 ‰			
Tanne	ID 4 1	0.15-0.30 m	Sable argileux gris clair à gris sombre Coquilles à A. senilis
	ID 4 2	0.80-0.90 m	Sable gris à tache rouille 5Y6/1 et 5/6
	ID 4 3	1.30-1.40 m	Argile sableuse gris sombre 5Y4/1 pH = 6 à 6.5
Salinité Saloum au niveau de l'île du Diable = 50 ‰			

Djirnda - Rive gauche

Unités géomorphologiques	Echantillons	Profondeur	Descriptif sommaire
Vasière	Dj 1 1	0.30 m	Sable à taches rouilles
	Dj 1 2	0.70 m	Argile gris foncé à traces et fragments de racines (Rhizophora)
	Dj 1 3	0.70-1.40 m	Vase et échantillons de coquilles
Tanne	Dj 2 1	0.50 m	Sable argileux fin (avec coquilles dissoutes)
	Dj 2 2	1.80-2 m	Concrétions ferrugineuses pH = 5
Salinité du Saloum = 52 ‰.			

Djirnda - Rive droite

Vasière	Dj 3 1	0.15 m	Tourbe à Rhizophora fibreuse, ligneuse
	Dj 3 2	0.85 m	Argile grise à fragments racinaires
Salinité flaqué d'eau sous Avicennia = 60 ‰			pH = 4.5
Tanne	Dj 4 1	0.15-0.25 m	Sable argileux gris à taches marron.
	Dj 4 2	0.50-0.70 m	Argile sableuse gris foncé pH = 5

Djifère - Rive gauche

"Pointes-aux-mangroves" Banc découvert à l'avant	Dr 1 1	0.10 m	Sable vaseux gris
	Dr 1 2	0.80-0.90 m	Sable gris bleuté

Djifère - Rive droite

Sur cordon (limite zone à Rhizophora)	Dr 2 0	0-0.20 m	Sable beige
	Dr 2 1	1 m - 1.20 m	Sable vaseux à racines de Rhizophora
	Dr 2 2	1.30-1.40 m	Sable argileux, gris foncé

**SALOUM (partie orientale des ILES)**  
**Gouk**

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à Mangroves	T Gou 12	0-12 cm	Niveau sableux grisâtre avec des racines de palétuvier
	T Gou 13	12-30 cm	Niveau sableux avec des traces de racines
	T Gou 14	30-50 cm	Niveau sableux avec des coquilles et quelques débris de racines
	T Gou 15	50-70 cm	Niveau gris olive, sableux avec des coquilles
	T Gou 16	70-100 cm	" "
	T Gou 17	100-125 cm	Niveau gris olive sableux avec intercalations d'éléments plus fins, de petites coquilles brisées et des débris de racines
	T Gou 18	125-150 cm	" "
	T Gou 19	150-200 cm	" "
	T Gou 20	200-235 cm	" " avec des argiles et des sables très fins à la base

**Soukouta (face Toubacouta)**

Vasières à Mangroves	T Sou 74	0-30 cm	Sable beige azoïque avec des passées rouges
	T Sou 75	30-50 cm	Niveau argileux gris foncé, azoïque
	T Sou 76	50-100 cm	Horizon argileux, gris verdâtre, azoïque
	T Sou 77	100-150 cm	Niveau azoïque avec intercalations de sables et de racines
	T Sou 78	150-175 cm	" "
	T Sou 79	175-200 cm	Niveau coquillier gris verdâtre avec des sables à la base
	T Sou 80	200-250 cm	Niveau coquillier gris verdâtre avec des sables à la base
	T Sou 81	250-300 cm	" "

Salinité Bôlon 50 ‰ (marées basse)

SIPO

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à Mangroves	T SIP 82	0-25 cm	Niveau argilo-sablonneux gris avec coquilles
	T SIP 83	25-50 cm	Niveau plus sableux avec des passées argileuses
	T SIP 84	50-65 cm	Niveau sableux avec des passées argileuses
	T SIP 85	65-100 cm	Niveau argileux avec des racines et des coquilles
	T SIP 86	100-150 cm	"
	T SIP 87	150-175 cm	avec des sables plus fins
	T SIP 88	175-200 cm	avec des sables grossiers
	T SIP 89	200-250 cm	Différents niveaux de sables fins gris olive avec des coquilles disséminées
	T SIP 90	250-300 cm	"
	T SIP 91	300-350 cm	avec à la base des sables blancs plus grossiers
T SIP 92	350-400 cm	"	
T SIP 93	400-450 cm	avec quelques coquilles	

Baout (rive droite du Saloum)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à Mangroves	T BAO 132	0-30 cm	Horizon azotique, argileux gris foncé à racines
	T BAO 133	30-50 cm	Niveau racinaire moins argileux gris foncé
	T BAO 134	50-75 cm	Horizon argileux gris foncé avec des racines
	T BAO 135	75-100 cm	Horizon argileux, avec moins de racines, intercalations de passées sableuses plus claires
	T BAO 136	100-131 cm	Horizon gris, sableux avec passées franches de sables blancs (5 cm)
	T BAO 137	131-150 cm	Horizon plus argileux gris avec des racines
	T BAO 138	150-200 cm	Horizon homogène argileux gris avec des passées sableuses et quelques racines
	T BAO 139	200-250 cm	Horizon gris foncé avec peu de racines et peu de coquilles
	T BAO 140	250-300 cm	Horizon argilo-sableux avec moins de racines
	T BAO 141	300-350 cm	Horizon argilo-sableux avec moins de racines
	T BAO 142	350-400 cm	Même horizon gris foncé sans débris des racines
	T BAO 143	400-425 cm	Même horizon gris foncé sans débris des racines
	T BAO 144	425-450 cm	Même horizon avec des passées sableuses plus franches et quelques débris de racines

\* T = Transect principal nord-sud.

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à Mangroves	T BAO 145	450-471 cm	Horizon à stromatolites argileux de couleur gris
	T BAO 146	471-500 cm	Même horizon - des intercalations sableuses et des racines
	T BAO 147	500-550 cm	Horizon argileux avec beaucoup de passées sableuses et de coquilles
	T BAO 148	550-575 cm	Horizon grisâtre avec du sable et des coquilles
	T BAO 149	575-597 cm	Même horizon avec des passées sableuses
	T BAO 150	597-600 cm	Même horizon avec des passées sableuses et des coquilles

Salinité = 50 ‰

Vélingara (Sud du Baout)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à Mangroves	T VEL 151	0-20 cm	Horizon organique gris sableux
	T VEL 152	20-25 cm	Niveau coquillier sablo-argileux beige
	T VEL 153	25-50 cm	Horizon plus argileux beige avec des coquilles
	T VEL 154	50-100 cm	Horizon argilo-sableux gris avec des racines et des coquilles
	T VEL 155	100-150 cm	Niveau argilo-sableux gris avec des coquilles et des passées sableuses
	T VEL 156	100-200 cm	Niveau plus sableux avec des coquilles et des passées argileuses
	T VEL 157	200-250 cm	" avec rares coquilles
	T VEL 158	250-270 cm	Niveau sablo-argileux avec des racines

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à Mangroves	T VEL 159	270-300 cm	Niveau sableux gris foncé avec des passées argileuses
	T VEL 160	300-350 cm	Niveau sableux plus

Salinité Baout = 45 ‰

Sud de Vélingara (Bâton Sangako)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à Mangroves	TS VEL 161	0-17 cm	Horizon sableux beige à gris azotique
	TS VEL 162	17-50 cm	Horizon gris sableux avec des coquilles
	TS VEL 163	50-71 cm	Niveau azotique gris et argileux avec des racines
	TS VEL 164	71-100 cm	Niveau plus sableux avec quelques rares coquilles
	TS VEL 165	100-125 cm	Horizon de sables fins gris foncé avec des coquilles
	TS VEL 166	125-150 cm	Horizon gris clair avec des sables grossiers et des coquilles
	TS VEL 167	150-200 cm	Horizon gris à gris clair sableux et des coquilles
	TS VEL 168	200-250 cm	Horizon coquillier sableux gris clair
	TS VEL 169	250-300 cm	Niveau sableux gris foncé avec des racines et des coquilles
	TS VEL 170	300-350 cm	"
	TS VEL 171	350-371 cm	Sable compacte gris foncé qui résiste à la tarière
	TS VEL 172	371-390 cm	" avec des coquilles
	TS VEL 173	390-400 cm	Niveau sableux gris avec intercalations d'argile compacte barbotée ocre en plus de coquilles et de débris de roches (beach-rock).

Salinité Baout = 44 ‰

Nord de Goul (Sud de Sangako)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à Mangroves	T Gou 1	0-13 cm	Niveau gris argileux avec des passées ocre passant à des sables très fins
	T Gou 2	13-15 cm	Niveau argilo-sableux gris
	T Gou 3	15-50 cm	"
	T Gou 4	50-75 cm	Niveau argileux gris-ocre avec des racines
	T Gou 5	75-100 cm	"
	T Gou 6	100-120 cm	Niveau argileux gris avec des racines
	T Gou 7	120-150 cm	" avec des coquilles (Crassostrea gasar) -niveau de plus en plus siliceux à la base gris verdâtre
	T Gou 8	150-200 cm	Horizon argileux gris, verdâtre au sommet
	T Gou 9	200-230 cm	Niveau argileux grisâtre avec des intercalations sableuses
	T Gou 10	230-250 cm	Niveau plus sableux très fin avec des coquilles à la base
	T Gou 11	250-280 cm	Niveau argileux avec des sables très fins et des racines

Salinité Baout = 45 ‰

Ndangara Teul

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à Mangroves	T Nds 94	0-19 cm	Niveau sableux gris à beige
	T Nds 95	19-50 cm	Niveau sableux plus grossier avec de nombreuses racines de palétuviers
	T Nds 96	50-73 cm	"
	T Nds 97	73-90 cm	Niveau sableux gris très fin qui résiste à la pénétration de la Tarière

Misakrah

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à Mangroves	T Mds 98	0-30 cm	Horizon sableux beige avec des passées rouges
	T Mds 99	30-50 cm	Horizon sableux gris avec des passées blanches
	T Mds 100	50-100 cm	Horizon azotique gris sableux avec quelques racines
	T Mds 101	100-114 cm	Niveau sableux gris avec des racines
	T Mds 102	114-150 cm	Niveau sableux beige clair

Salinité Baout 43 ‰



Sud-Bien Miosrah

T MS 103	0-30 cm	Niveau brun sableux avec des racines
T MS 104	30-60 cm	Niveau sableux gris verdâtre

Nord-Est de Djinah

Vasières à Mangroves	TNDJ 106	0-12 cm	Niveau argileux brun
	TNDJ 106	12-30 cm	Niveau de transition verdâtre argileux
	TNDJ 107	30-60 cm	Horizon vert grisâtre argileux
	TNDJ 108	60-100 cm	Même horizon avec sédiments très compacts, vert olive avec intercalations de sables à -75 cm et à -80 cm en plus de racines de palétuviers
	TNDJ 109	100-160 cm	
	TNDJ 110	160-200 cm	

Saline du Bon à proximité = 41 ‰

Kourène (rive droite du Diomboss)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Tanne ru à efflorescences salines	P Kou 21	0-26 cm	Niveau sableux beige avec des passées rougeâtres et des coquilles
	P Kou 22	25-80 cm	
	P Kou 23	60-66 cm	Niveau sableux beige à rougeâtre avec des coquilles
	P Kou 24	65-77 cm	Horizon plus argileux avec des coquilles
	P Kou 25	77-100 cm	Niveau plus sableux beige avec des coquilles
	P Kou 26	100-110 cm	Niveau gris plus argileux avec des coquilles
	P Kou 27	110-140 cm	Niveau sableux grisâtre avec des coquilles résistants à la pénétration de la tarière
Vasière à Rhizophora	P Kou 28	0-23 cm	Niveau sableux grisâtre avec des coquilles d'Anadara
	P Kou 29	23-60 cm	Niveau sableux plus fin grisâtre avec des coquilles
	P Kou 30	60-100 cm	Niveau sableux gris avec des coquilles d'Anadara
	P Kou 31	100-110 cm	

Sourou-Est (rive gauche du Diomboss)

Tanne ru à efflorescences salines	P Sou 50	0-30 cm	Horizon sableux gris clair de plus en plus foncé
	P Sou 51	30-60 cm	Niveau gris clair, argileux avec des intercalations de sable
	P Sou 52	60-70 cm	Sables alternant avec des niveaux gris argileux et blanchâtres. Sables fins à la base résistants à la tarière
Vasières à Mangroves	P Sou 53	0-17 cm	Horizon sablo-argileux superficiel rougeâtre
	P Sou 54	17-38 cm	Horizon plus argileux gris olive avec des racines de Rhizophora
	P Sou 55	38-60 cm	Horizon plus sableux avec intercalations de racines de Rhizophora
	P Sou 56	60-90 cm	Niveau gris sableux, avec des passées rougeâtres et des racines
	P Sou 57	90-100 cm	Horizon plus sableux avec intercalations de niveau blanc et de sables gris clair à la base
	P Sou 58	100-120 cm	Niveau avec des racines, sables à la base
	P Sou 59	120-133 cm	Horizon constitué d'intercalations d'argiles fines et de sables blancs
	P Sou 60	133-160 cm	Argile gris sombre plus du sable gris clair à la base

Bakelou (rive droite du Diomboss)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Tanne ru inondable	P BAK 32	0-16 cm	Sables beiges passant à des sables rougeâtres
	P BAK 33	16-60 cm	Niveau sableux grisâtre avec intercalations de passées blanches argileuses
	P BAK 34	60-66 cm	Niveau sableux gris très résistants
Vasières à Rhizophora et Avicennia	P BAK 35	0-10 cm	Horizon sableux beige à rougeâtre
	P BAK 36	10-60 cm	Niveau gris argileux plus des restes de racines de mangroves
	P BAK 37	60-83 cm	Niveau gris argileux
	P BAK 38	83-100 cm	Horizon argilo-sableux avec du sable au sommet
	P BAK 39	100-123 cm	Niveau argileux gris foncé avec quelques coquilles et des débris de racines
	P BAK 40	123-160 cm	Niveau gris clair avec un coquillier plus sableux à la base
	P BAK 41	160-167 cm	Niveau sablo-argileux gris avec des racines et des coquilles
	P BAK 42	167-200 cm	Niveau plus sableux plus clair avec plus de coquilles
	P BAK 43	200-320 cm	Sable argileux gris avec des coquilles
	P BAK 44	320-260 cm	Horizon nettement plus sableux et plus clair avec des coquilles

Dioudioué (en amont du Diomboss)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Tanne ru inondable	P Dio 61	0-26 cm	Niveau strogue : sable beige avec intercalations d'horizon rougeâtres
	P Dio 62	26-46 cm	Niveau coquillier avec sable beige à grisâtre
	P Dio 63	46-100 cm	Niveau plus argileux gris foncé avec des coquilles et des racines de palétuviers
	P Dio 64	100-160 cm	Même horizon avec des intercalations de sables blancs
	P Dio 65	160-176 cm	Horizon argileux gris sombre plus des feuilles de palétuviers
	P Dio 66	176-200 cm	avec des coquilles à déterminer
	P Dio 67	200-260 cm	Même horizon, plus suide
	P Dio 68	260-300 cm	Même horizon, plus des coquilles
	P Dio 69	300-310 cm	gris sombre
	P Dio 70	310-360 cm	Niveau brun avec des passées de sables de plus en plus grossiers et des coquilles
	P Dio 71	360-383 cm	
	P Dio 72	383-400 cm	sans coquilles
	P Dio 73	400-460 cm	Niveau brun avec des passées de sables de plus en plus grossiers et des coquilles à la base

La vasière adjacente présente les mêmes horizons avec, cependant une teneur en eau plus élevée.

Sourou-Ouest (rive gauche du Diomboss)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Limite Cordon sableux	P Sou 46	0-76 cm	Niveau sableux beige avec des passées rouges
	P Sou 48	76-86 cm	Niveau sableux beige foncé avec des intercalations d'argile ocre
	P Sou 47	86-110 cm	Niveau sableux plus verdâtre
Tanne herbé	P Sou 48	110-126 cm	Niveau sableux gris sombre
	P Sou 49	126-160 cm	Niveau sableux gris sombre (intercalations des sables et d'argiles avec des coquilles et des racines)

Face Oudeuola (rive gauche du Bandiela)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à Rhizophora et Avicennia	P Fou 111	0-8 cm	Sable beige avec des passées rouges
	P Fou 112	8-40 cm	Sable gris plus argileux et plus humide
	P Fou 113	40-80 cm	Horizon argileux gris plus compact
	P Fou 114	80-100 cm	Horizon argileux gris verdâtre avec des racines et des coquilles
	P Fou 115	100-150 cm	
	P Fou 116	150-200 cm	
	P Fou 117	200-250 cm	plus des coquilles et des passées sableuses
	P Fou 118	250-278 cm	
	P Fou 119	278-300 cm	Même niveau avec des passées sableuses plus franches
<b>Oudeuola (rive droite du Bandiela)</b>			
Vasières à Rhizophora	P Oud 120	0-18 cm	Horizon sableux gris clair
	P Oud 121	18-80 cm	Horizon de sable plus fins gris olive
	P Oud 122	80-80 cm	Sable plus compact gris olive très résistant à la pénétration de la tarière
Terre nu inondable	P Oud 123	80-90 cm	Sable compact avec des coquilles empêchant la pénétration de la tarière
	P Oud 124	0-80 cm	Matériau sableux gris à verdâtre avec des racines et des feuillages
	P Oud 125	80-74 cm	Matériau sablo-argileux gris foncé argileux
	P Oud 126	74-100 cm	Matériau sablo-argileux gris avec des coquilles
	P Oud 127	100-116 cm	Matériau sablo-argileux avec des passées franches de sables et des intercalations de débris de coquilles
	P Oud 128	116-160 cm	Même niveau avec intercalations de sables et de coquilles plus grossières
	P Oud 129	160-200 cm	
P Oud 130	200-250 cm		
P Oud 131	250-300 cm		

In Rapport E.P.E.E.C (1983)

GAMBIE

Bara

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à mangroves (Avicennia)	BAR 1	0-20 cm	Horizon sablo-argileux gris à beige - 5Q3,5/1
	BAR 2	20-60 cm	5Q5/2
Vasières sous Rhizophora mangrove	BAR 5	en surface	Horizon sableux à sablo-argileux gris - 5Y2,5/2
	BAR 3	-80 cm	Horizon sablo-argileux grisâtre - 5Y4/2
	BAR 4	-120 cm	Horizon sablo-argileux gris beige avec des racines - 5Y4/1
Salinité Solon = 38 ‰			
<b>Kuntair</b>			
Terre nu inondable	Kun 6	0-20 cm	Horizon sableux gris - 5Y5/6 avec traces rouges (2,5YR4/8)
	Kun 7	-80 cm	Horizon sableux 5Y4/1 avec 2,5Y5/4
	Kun 8	-100 cm	Horizon sableux gris - 5Y4/1
	Kun 9	-140 cm	Niveau argilo-sableux gris - 5Q2,5/1
Salinité Solon = 64 ‰			
Vasières à Mangroves s/Rhizophora	Kun 10	-40 cm	Horizon sableux avec traces rouges 5Y5/6 avec 2,5Y4/6 - 5Q5/2
	Kun 11	-100 cm	Horizon sablo-argileux grisâtre 5Q4/2 plus traces de 7,5YR5/6
	Kun 12	-140 cm	Horizon plus argileux 5Y5/2
Salinité Indique = 60 ‰			

Kerawan

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Terre nu parfois inondable	KER 13	0-40 cm	Niveau argileux gris-clair 10YR3/2
	KER 14	- 70 cm	Niveau argileux plus argileux avec traces de racines - 7,5YR5/4
	KER 15	- 110 cm	Niveau plus fin argileux gris foncé - 5Y2/2
	KER 16	- 170 cm	Niveau argileux fin plus traces de matières organiques - 5Y3/2
	KER 17	- 190 cm	Horizon argileux gris, azoïque plus matières organiques - 5Y5/2
	KER 18	- 200 cm	Niveau argileux gris légèrement verdâtre - 5Y5/2
	KER 19	- 220 cm	Horizon argileux fin plus matières organiques - 5Q4/1
	KER 20	- 250 cm	Niveau de plus en plus verdâtre fin et argileux - 5Q4/1
	KER 21	- 300 cm	Horizon argileux, gris vert plus matières organiques - 5Q6/1
	KER 22	- 325 cm	Niveau argileux plus quelques racines - horizon fin et gris verdâtre - 5Q6/1
	KER 23	- 350 cm	
	KER 24	- 400 cm	Horizon argileux verdâtre avec intercalations de sables gris plus de la matière organique - 5Y5/2
	KER 25	- 450 cm	
	Les mêmes successions "stratigraphiques" ont été observées par sondages dans la vasière à Rhizophora adjacente - Salinité Solon = 59 ‰		

Banjul : avec 1 prélèvement de fond BAN 26 - vase et sables fins.

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires	
Sable de plage recent au nord du cordon sableux de Banjul	BAN 27	- 80 cm	Sable beige avec des traces d'ilménite - 10 YR6/1 - 7,5YR3/2	
	BAN 28	- 80 cm	Sable beige couleur 10YR6/2 avec des passées d'ilménite	
	BAN 29	- 100 cm		
	Zone supracostale			
	BAN 30	en surface	Sable gris blanc - 10YR7/1	
	BAN 31	- 60 cm	Sable beige - 10YR7/1	
	BAN 32	- 60 cm	Sable beige - 10YR6/1 avec des passées d'ilménite	
BAN 33	- 90 cm			

N.B. : Malgré les tentatives de stabilisation de la plage par l'implantation "droits" perpendiculairement au littoral, les phénomènes de recul du trait de côte sont encore perceptibles.

Jeswang

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Terre nu parfois inondé	JES 34	- 30 cm	Horizon sablo-argileux, gris 2,5Y4/2 plus des passées rouges
	JES 35	- 70 cm	Horizon plus argileux beige à grisâtre - 2,5Y5/2 et 2,5YR4/6
	JES 36	- 140 cm	Horizon argileux gris avec intercalations de sables et de coquilles d'Anadara senilis et de matières organiques 5Q4/1
Vasières s/ Avicennia	JES 37	- 40 cm	Horizon sablo-argileux compact gris des traces rouges 2,5Y4/2
	JES 38	- 100 cm	Horizon légèrement plus argileux gris - 2,5Y6/4
	JES 39	- 145 cm	Horizon gris argileux avec des passées sableuses plus de la matière organique - 5Q4/1
Salinité eaux superficielles : 106 ‰ nappe : 80 ‰			

Bakau

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Flèche sableuse récente	BAK 40	- 40 cm	Sable beige clair avec beaucoup de minéraux noirs - 2 5YR8/2
	BAK 40' (partie proximale)	- 80 cm	
	BAK 41 (partie médiane)	- 40 cm	Sable blanc avec traces de minéraux noirs - 10YR7/2
	BAK 42	- 40 cm	Niveau sableux beige avec toujours des passées de sables noirs - 10YR7/2
	BAK 42' (partie distale)	- 80 cm	

**Silang**

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Terre nu	BIT 43	- 60 cm	Horizon sableux grisâtre avec des traces rouges : 10YR6/2
	BIT 44	- 150 cm	Horizon plus argileux gris avec quelques gravillons 50A/2 à la base : la roche-mère du Continental terminal
Vasières S/Rhizophora mangrove	BIT 46	- 60 cm	Niveau argileux gris avec des racines plus des traces rouges : 5Y4/2
	BIT 46	- 100 cm	Niveau plus argileux gris avec des racines : 50A/1
	BIT 47	- 150 cm	Horizon argileux gris plus matières organiques : 50A/2
	BIT 48	- 200 cm	Niveau gris et argileux avec des restes des racines de mangroves 50A/1
Salinité eaux superficielles : 39 ‰			

**Bretel**

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasière S/ Avicennia	BRE 49	en surface le long du fleuve Gambie	Niveau très rude, argileux gris : 50B/1
Vasière S/ Avicennia nida	BRE 50	- 20 cm	Horizon argileux grumeleux beige avec passées ocres : 10YR6/6
	BRE 51	- 100 cm	Horizon argileux beige (10YR6/6) avec des passées rouges (10R4/8)
	BRE 52	- 120 cm	Niveau argileux beige (10YR6/3) avec des traces rouges (10R4/8)
	BRE 53	- 140 cm	Horizon argileux gris verdâtre 50G/1
Terre nu	BRE 54	- 200 cm	Niveau atteignant le bedrock argileux de plus en plus vert et sériciteux : 50S/1
	BRE 55	- 40 cm	Horizon argileux beige avec des passées ocres : 10YR5/6
	BRE 56	- 90 cm	Niveau argileux beige avec des passées rouges : 10YR5/6 et 10R4/8
	BRE 57	- 130 cm	Horizon beige fin (10YR6/3) avec traces rouges (10R4/8)
Terre herbu	BRE 58	- 150 cm	Horizon argileux beige (10YR6/3) avec des passées rouges (10R4/8)
	BRE 59	- 50 cm	Niveau grumeleux beige et ocre argileux : 10YR6/3
	BRE 60	- 100 cm	Niveau plus argileux avec de la matière organique gris à beige avec des passées rouges (10YR6/3) et 10R4/8

Salinité rive gauche Gambie : 34 ‰  
à noter l'importante mortalité de Rhizophora sur les deux rives.

**CASAMANCE**

**Localité d'Elinkine**

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires	
Vasière à Rhizophora et Avicennia	Eli 6	Surface	Sablo-argileux sous Avicennia 5Y2.5/2	
	Eli 6	- 60 cm	5Y7/3 aux passées rouges (2.5Y4/8)	
	Eli 7	- 110 cm	Horizon argilo sableux 5Y8/2 plus sableux Salinité du bûton = 50 ‰	
Terre nu inondable	Eli 3	- 10 cm	Horizon sableux : 10YR7/2	
	Eli 4	- 45 cm	" : 10YR6/4	
	Eli 5	- 100 cm	" des passées (7.5YR4/6)	
Cordon sableux	Nappe d'eau salée = 65 ‰			
	Eli 1	- 200 cm	Horizon sableux : 10YR3/2	
		Eli 2	- 220 cm	Horizon sableux : 10YR4/3
Nappe d'eau douce = 10 ‰				
<b>Localité d'Etrane Elinkine</b>				
	Etr 9	- 80 cm	Horizon sableux beige clair : 7YR7/2	
	Etr 10	- 135 cm	Horizon sableux plus ou moins rubette : 10YR7/8	
	Etr 11	- 210 cm	Horizon sableux beige clair : 10YR7/6	
avec des phénomènes de sapement latéral de beige				
Marée basse - Salinité bûton 40 ‰				

**Localité de Diogué**

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Cordon sableux	Dié 12	Surface	Horizon sableux, belles typique de "dune" isolée : 10YR6/6
	Dié 13	- 120 cm	Sableux beige : 10YR6/6
	Dié 14	- 140 cm	Sable beige mouillé : 5Y6/4
	Dié 15	domaine intertidal	" : 5Y6/4
2e profil	Dié 16	"	" : 5Y6/4
	Dié 16	"	" : 5Y6/4
- Salinité canal de Diogué (34 ‰) - Marée montante			
- Phénomène de recul du rivage de côté assez impressionnant entre COQUE et DEMISSIEN			

**Localité de Dimassane**

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à Rhizophora et Avicennia	DIM 17	- 20 cm	Horizon sableux beige : 5Y5/3
	DIM 18	- 40 cm	" : 5Y5/3
	DIM 19	- 100 cm	Horizon de plus en plus foncé argileux : 5Y3/1
	DIM 20	- 150 cm	Horizon argilo sableux 5Y3/2
	DIM 21	- 175 cm	Niveau argileux gris : 5Y3/1
	DIM 22	- 180 cm	Horizon argileux noir 5Y3/2
	DIM 23	- 185 cm	" : 5Y3/2
Cordon sableux	DIM 24	- 200 cm	Niveau argileux gris : 5Y3/1
	DIM 25	en surface M	Sableux beige clair : 10YR7/8
	DIM 26	- 90 cm	" : 10YR7/8
Marée montante - Salinité = 38 ‰			

**Karabane**

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Cordons sableux	KAR 26	en surface	Sableux beige clair : 10YR7/8
	KAR 27	- 120 cm	" : 10YR7/8
Salinité à Karabane 34 ‰ - dique de Booby : - 150 cm			
" à Elaine 36 ‰ - " : - 140 cm			
<b>Oubateum Béton</b>			
Vasières à Rhizophora	OUB 28	en surface	Argileux 5Y2.5/1 B
	OUB 29	"	" : 1.2.5/2
Salinité = 35 ‰			
<b>Localité de Djirémayle (à la confluence entre le Kamobou et Oussouye Béton)</b>			
Vasière sous Rhizophora et Avicennia	Dj 31	- 10 cm	Horizon argileux foncé : 5Y4/4
	Dj 33	- 10 cm	Horizon argileux : 5Y4/4
	Dj 31	- 60 cm	Horizon argileux : 5Y3/2
Salinité Béton principal (Kamobou) = 39 ‰			
" eau de nappe = 64 ‰			

**POINTE ST-GEORGES**

**Ouest St-Georges**

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à Rhizophora mangrove	1W-GEO	- 30 cm	Horizon sableux humide : 5Y8/2
	2W-GEO	- 60 cm	Horizon sableux beige : 5Y7/2
	3W-GEO	- 80 cm	Horizon sableux gris avec racines : 5Y6/1
	4W-GEO	- 100 cm	Horizon sableux gris clair avec racine humide : 5Y6/2

**Est St-Georges**

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Contact Vasières à Rhizophora mangrove	6E-GEO	- 25 cm	Horizon argilo-sableux gris avec des traces rouges : 5Y5/1
	6E-GEO	- 60 cm	Horizon argilo-sableux gris et bariolé : 5Y4/1 + 5Y7/8
	7E-GEO	- 100 cm	Horizon gris plus rude avec traces de racines : 2.5Y4/1
	8E-GEO	- 160 cm	Horizon argileux gris rude avec présence de matière organique : 5Y5/1
Terre nu	9E-GEO	- 102 cm	Horizon plus sableux avec passées d'argiles et des racines 2.5Y6/0
	10E-GEO	- 225 cm	Horizon nettement sableux (= sable des cordons ?) avec moins de racines : 5Y6/1
Salinité Béton = 40 ‰			
Cordon sableux	11-GEO	- 20 cm	Sable beige clair avec traces d'argile : 7.5YR4/2
	12-GEO	- 40 cm	Sable plus grossier beige plus humide avec lentilles minérales noires : 5Y6/2
	13-GEO	- 80 cm	Mélange de sable plus coquilles brisées beige à brun : 5Y6/0

**Saleulou**

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Cordon sableux ancien	Sal 5	en surface	Horizon sableux gris sombre humifère : 5Y6/2
	Sal 6	- 60 cm	Horizon sableux beige avec traces ocres : 5Y8/2
	Sal 7	- 75 cm	Horizon sableux plus clair avec traces de racines : 5Y8/1
	Sal 9	- 110 cm	Horizon sableux beige clair : 5Y8/1
	Sal 12	- 140 cm	" plus humide : 5Y7/1
<b>Kalisséye</b>			
Banc sableux récent	Kal 10	en surface	Sable blanc azoïque : 7.5Y8/0
	Kal 11	- 60 cm	" légèrement plus foncé : 7.5Y8/0
Saturé Béton = 40 %			
<b>Hilol</b>			
Lambeau de bas plateau ou "Continental terminal"	Hi 13	- 40 cm	Horizon sablo-argileux compacté - Humifère - gris : 2.5Y8/0
	Hi 19	- 60 cm	Horizon sablo-argileux gris brun avec traces concrétions et des tâches de rouilles : 5Y8/3
	Hi 20	- 100 cm	Horizon brun foncé, plus argileux plus traces racines et concrétions : 5Y4/2
<b>Kouba</b>			
Vasière s/collusion de terrasses du "Continental terminal"	Kou 14	- 20 cm	Horizon argileux gris clair plus traces de racines : 2.5Y5/2
	Kou 15	- 60 cm	Horizon argileux pis compact gris plus traces de racines : 2.5Y4/0
	Kou 16	- 90 cm	Horizon argileux plus humide avec des traces ocres : 2.5Y4/0 - 5Y8/6
	Kou 17	- 110 cm	Horizon argileux plus humide avec des traces ocres et brun-jaune : 2.5Y4/0 - 5Y7/6

**Presqu'île-aux-Oiseaux**

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Flèche sableuse récente	Pre.oi. 23	- 20 cm	Sable gris à beige, azoïque : 5Y8/2
	Pre.oi. 25	- 75 cm	Sable beige clair avec des traces d'hydromorphie brunes : 5Y8/1
	Pre.oi. 26	- 120 cm	Sable plus clair, blanc azoïque et sans racines : 5Y8/1
Saturé Béton = 39 %			
<b>Kaloutine</b>			
Vasière s/Rhizophora mangro	Kal 3	en surface	Horizon argilo-sableux beige : 5Y7/1
	Kal 27	- 50 cm	Horizon argilo-sableux gris clair avec traces ocres : 5Y8/1
	Kal 28	- 100 cm	Horizon plus argileux gris : 5Y4/1
<b>Benkeouk</b>			
Cordon sableux ancien (fixe)	Ban 29	- 20 cm	Horizon beige humifère - sables moyens : 5Y8/2
	Ban 30	- 80 cm	Horizon sableux beige clair avec traces de racines : 5Y8/1
	Ban 31	- 40 cm	Horizon beige - sables moyens : 2.5Y8/2
	Ban 32	- 110 cm	Sable plus fins, humide avec traces ocres (battement rappé?) : 2.5Y8/2 - 5Y7/6

**Hiteu**

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Cordon sableux ancien (fixe)	Hi 33	- 40 cm	Horizon humifère gris clair sableux : 5Y7/2
	Hi 34	- 100 cm	Niveau sableux plus clair : 5Y8/1
	Hi 35	- 25 cm	Sable humifère beige fin : 5Y7/1
	Hi 36	- 90 cm	Sable fins beige avec traces racines : 5Y8/1
<b>Nitine</b>			
Cordon sableux ancien (plus éolisé)	Nik 37	en surface	Horizon sableux gris clair avec traces (minéraux noirs) : 5Y8/2
	Nik 38	- 75 cm	Horizon sableux blanc plus minéralisé : 5Y8/1
	Nik 39	- 40 cm	Horizon sableux beige avec des sp. d'humifère - moyen à grossier : 5Y8/2
	Nik 40	- 110 cm	Sable beige clair plus grossier : 5Y8/1

**Cap Skirling**

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Plage développée sur cordon sableux récent	CAP 61	en surface	Sable beige humide avec des traces de minéraux noirs : 2.5Y4/2
	CAP 61' domaine infratidal	- 60 cm	"
	CAP 62	en surface	Sable blanc avec intercalations de minéraux noirs : 2.5Y7/2
	CAP 62' domaine infratidal	- 80 cm	"
	CAP 63	en surface	Sable blanc sec avec des minéraux noirs : 2.5Y8/4
	CAP 63' domaine supratidal	- 80 cm	"
	CAP 64 zone infratidale	- 50 cm	Sable à limante : 2.5Y4/1
	CAP 66 zone intertidale	- 60 cm	" : 2.5Y7/2
	CAP 66 zone supratidale	- 60 cm	Sable blanc de dunes semi-fixées : 2.5Y8/4
	Plage développée sur cordon sableux récent	Bou 67	en surface
Bou 67' domaine infratidal		- 80 cm	"
Bou 68		en surface	"
Bou 68' domaine intertidal		- 100 cm	"
Bou 69		en surface	"
Bou 69' domaine supratidal		- 80 cm	"
Bou 70 zone infratidale		en surface	"
Bou 71 zone intertidale	en surface	"	
Bou 72 zone supratidale	en surface	"	

GUINEE BISSAU

Bacor

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Terrasse de colluvionnements région des bordures	SAC 1	- 80 cm	Sable brun foncé avec quelques galets cuivres : 10R4/8
	SAC 2	- 180 cm	Sable brun plus foncé : 10R4/8
	SAC 3	- 190 cm	Éléments de cuirasse à analyser
<b>Bleau-Est</b>			
Tanneau Inondable	Bis 4	- 26 cm	Niveau argilo-sableux gris : 2.5Y4/4
	Bis 6	- 60 cm	avec quelques restes de racines SG6/1
	Bis 6	- 70 cm	Horizon gris argileux : SG4/1 - des intercalations brun foncé : 2.5Y4/4
	Bis 7	- 100 cm	Niveau argileux gris : 5Y5/1 avec des intercalations 5Y5/4 plus de la matière organique
	Bis 8	- 150 cm	Niveau argileux gris : 3Y5/1 plus de la matière organique
	Bis 9	- 200 cm	Horizon plus argileux, gris, plus des restes de matière organique : SB4/1
	Bis 10	- 250 cm	Niveau argileux gris : SB4/1 avec des restes de coquilles et de la matière organique
	Bis 11	- 300 cm	"
	Bis 12	- 360 cm	Niveau argileux gris : SB5/1 plus de la matière organique
	Bis 13	- 400 cm	"
	Bis 14	- 450 cm	Même horizon que le niveau précédent plus de la matière organique mais le substrat n'est pas atteint : SB5/1

Les mêmes successions stratigraphiques ont été relevées par sondages dans la vasière et le tanneau herbou environnants - 5 % bûlon = 30%.

Cuméré

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasière à Mangroves S/Rhizophora	Cum 16	- 30 cm	Horizon argilo-sableux gris : 5Y5/4
	Cum 16	- 60 cm	Horizon plus argileux gris avec des racines : SB5/2
	Cum 17	- 100 cm	Horizon argileux gris avec beaucoup de restes de racines SG6/1
	Cum 18	- 150 cm	Niveau argileux gris : SB5/2 plus de la matière organique
	Cum 19	- 200 cm	Horizon argileux avec intercalations de racines : SB4/2
	Cum 20	- 250 cm	" : SB4/2
	Cum 21	- 300 cm	Même horizon avec des sédiments plus fins et peu de racines
	Cum 22	- 320 cm	"
	Cum 23	- 360 cm	Niveau argileux gris plus des intercalations de sables : SB5/2
	Cum 24	- 400 cm	Niveau argilo-sableux gris plus traces de racines : SB5/2
	Cum 25	- 450 cm	Horizon argileux plus gris avec des intercalations de sables : SB4/1

Saînie Rio de Imperial = 20% deux autres échantillons GEB 26 et GEB 27 (sable + vase) ont été prélevés dans le canal du Rio Gaba.

Joao Landim

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasière S/Rhizophora (rive droite du Rio Mansoa)	Joa 28	- 20 cm	Horizon argileux beige : 10YR6/4
	Joa 29	- 60 cm	Niveau argileux gris plus de la matière organique : 2.5Y4 à 6/0
	Joa 30	- 100 cm	Niveau argileux gris vert intercalations de matière organique : SG6/1
	Joa 31	- 150 cm	Niveau argileux gris vert avec des traces de matière organique : SG5/1
	Joa 32	- 200 cm	Horizon plus argileux, "sulfureux" plus de la matière organique : SG6/1
	Joa 33	- 260 cm	Horizon argileux plus de la matière organique sulfureux : SG4/1
	Joa 34	- 300 cm	Même horizon plus argileux
	Joa 35	- 360 cm	" plus de la matière organique
	Joa 36	- 400 cm	Niveau argileux plus en plus séricieux avec de la matière organique : SG4/1
	Joa 37	- 448 cm	Argile de plus en plus fine verte, très résistante à l'analyse : SG4/1

5 % bûlon : 29 à 30 %  
Le pH est trop bas entre 2 et 4 sur papier pH si bien que les coquilles se présentent toujours à l'état dissous.

Cacheu

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasière S/Rhizophora racemosa	Cac 38	- 60 cm	Horizon argilo-sableux gris plus des coquilles d'Anadara senilis et des racines : SB5/1
	Cac 39	- 100 cm	Horizon argilo-sableux gris plus des coquilles et de la matière organique : SB5/1
	Cac 40	- 150 cm	Horizon argileux gris avec des intercalations de sables et de coquilles plus des racines : SB5/1 - 5Y7/1
	Cac 41	- 200 cm	Niveau sablo-argileux gris avec des racines et des coquilles : 2.5Y5/0
	Cac 42	- 250 cm et à - 300 cm	Niveau sablo-argileux avec beaucoup de coquilles : 2.5Y5/0

Saînie du Rio Cacheu : 22 % à mi-marée descendante.

Localité entre Saehil et Canchungo sur le Rio Coma

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Limite tanneau Inondable tanneau herbou	Com 43	- 30 cm	Horizon argileux au sommet gris foncé : 2.5Y3/0
	Com 44	- 60 cm	Horizon argilo-sableux gris avec vases brunes : 6Y8/2 à 5Y2.5/2
	Com 45	- 90 cm	"
	Com 46	- 130 cm	Horizon argileux gris vert avec des racines : SG2.5/1
	Com 47	- 150 cm	Horizon argileux gris faisant transition à du beige à la base : 10YR6/3
	Com 48	- 200 cm	Niveau de transition argileux gris avec des coquilles à la base : 10YR6/2
	Com 49	- 260 cm	Niveau gris à beige avec des racines et des coquilles : SB6/1
	Com 50	- 300 cm	Niveau argileux gris au sommet, beige à la base avec des racines : SB5/1
	Com 51	- 310 cm	Horizon sableux très résistant gris à beige, sable marin : 5Y6/1
	Com 52	- 380 cm	Sable gris foncé à gris clair très résistant à la base plus de la matière organique : 5Y8/2

Saînie Rio Gaba : marée haute = 28 %

Jose Landim

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasière s/Rhizophora (rive gauche du Mansoa)	Lan 53	- 40 cm	Niveau argileux beige au sommet (2.5YR7/4), gris à la base (5B6/1) strié avec des racines de mangroves
	Lan 54	- 80 cm	
	Lan 55	- 130 cm	Même niveau argileux plus gris : 5B6/1
	Lan 56	- 190 cm	Horizon argileux gris avec des racines : 5B6/1
	Lan 57	- 240 cm	
	Lan 58	- 290 cm	Même niveau plus argileux et très verdâtre
	Lan 59	- 340 cm	Niveau très argileux gris avec des restes de racines (5B4/1)
	Lan 60	- 380 cm	Horizon très argileux plus de la matière organique (5B4/2)
	Lan 61	- 440 cm	Horizon argileux gris vert avec des traces de racines : 5B2.5/2
	Lan 62	- 480 cm	Niveau très argileux gris vert avec de la matière organique : 5B2.5/2
Lan 63	- 630 cm	Horizon très argileux gris vert avec quelques racines : 5B2.5/2	
Lan 64	- 600 cm	Niveau très argileux gris avec des racines : 5B2.5/2	

Salinité Mansoa = 30 ‰  
- MAN 65 = Sédiment de fond du chenal du Rio Mansoa (échantillon très argileux) - 10YR4/1

Cuméré

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Tanne nu	Cum 9	0- 20 cm	Horizon argileux gris - pH : 6.5 - 5Y4/3
	Cum 10	- 80 cm	Horizon argileux de plus en plus résistant, gris avec passées rouges : 5Y3/2 avec passées : 2.5YR4/8 - traces de racines - pH : 6.6
Vasière s/Rhizophora	Cum 11	en surface	Vase fluide gris, fine : 5Y5/3 à 5/4 - pH : 7.6
Tanne nu avec un micro-relief en digal	Cum 12	- 40 cm	Horizon sablo-argileux gris-noir à structure "gruméuse" avec des traces de radicelles 2.5Y4/2 et des passées rouges 7.5YR4/4
	Cum 13	- 140 cm	Horizon gris nettement plus argileux et plus fluide : 2.5Y4/2 et 3/2
Vasières à mangroves s/Rhizophora	Cum 16	en surface	Horizon argileux gris : 5Y3/3 avec des passées rouges : pH : 7.5
	Cum 14	- 40 cm	Horizon argileux fluide avec des racines de Rhizophora : 5Y5/4 - pH = 7
	Cum 15	- 120 cm	Horizon plus argileux plus fluide avec des racines de mangroves prépondérantes : pH : 7 - 5Y3/2

N.B. : on retrouve beaucoup de *Typanotus f. radula* dans les vasières et des traces de racines ferrugineuses dans les tannes nus.  
8 ‰ bolon : 30 ‰

Varela

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Plage sableuse (sables marins récents)	Var 66	en surface	Couasse en bordure de la plage 5YR6/4
	Var 67		Sable de plage beige avec traces de minéraux noirs : 5YR7/1
	Var 67'	- 80 cm	
	Var 68	en surface	Niveau humide, brun foncé, sablo-argileux : 2.5YR4/8
	Var 68'	- 80 cm	
	Var 69	en surface	Sable minéralisé blanc avec des passées de sédiments noirs 10YR6/1
	Var 69'	- 80 cm	
	Var 70	en surface	
	Var 70'	- 80 cm	(10YR6/2)
	Var 71	en surface	
	Var 71'	- 80 cm	(10YR6/2)
	Var 72	- 80 cm	Sable brun foncé (altération du substrat du Continental Terminal) : 2.5YR4/8
	Var 73	- 70 cm	Horizon sableux blanc à limonite : 10YR6/1
	Var 74	- 110 cm	
	Var 76	- 40 cm	Horizon sableux coquillier, brun : 10YR6/2
	Zone intertidale		
Var 76	en surface	Niveau sableux blanc avec des passées d'émersion : 10YR7/1	
Domaine intertidal			
Var 77	- 80 cm		

N.B. : front pas été inclus dans ces annexes, les prélèvements de fond issus des Reuves Saloum/Domboss/Bandiale/Casamance Gèba/Dubrèka et Mellacorée soit plusieurs dizaines d'échantillons au total, qui ont été étudiés dans le présent travail.

Nhesra

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières s/Avicennia	Nha 17	- 20 cm	Horizon argileux gris, fluide 5Y5/3 à 4/3 - pH : 6.6 à 7
	Nha 18	- 100 cm	Horizon gris foncé, argileux : 5Y3/2 - pH : 7 à 7.6
Tanne nu avec un micro-relief en digal	Nha 19	- 20 cm	Niveau sablo-argileux résistant, gruméux, brun-gris : 10YR4/8
	Nha 20	- 80 cm	Niveau plus fluide, argileux toujours brun : 10YR4/6 avec des passées rouges (2.5Y4/4) pH : 7
	Nha 21	- 100 cm	Niveau argileux plus foncé, plus brunâtre : 5Y7/6 + 10YR6/8 - pH : 7
	Nha 22	- 180 cm	Niveau argileux brun foncé : 5Y6 + 5YR6/6 - pH : 6.6 avec traces de racines
	Nha 23	- 206 cm	Argile très fluide, grise avec traces de racines : 5Y5/3 - pH : 6.6
	Nha 26	en surface	M. Argileux très humide, gris 5Y4/3
Vasières à Avicennia	Nha 24	- 20 cm	M. Argileux plus résistant gris : 5Y5/3 - pH : 7
	Nha 25	- 80 cm	Horizon gris, argileux nettement plus fluide : 5Y4/3 pH : 7.6

Salinité Boon : 30 ‰  
alors que la salinité de la nappe peut dépasser 100 ‰

GUINÉE BISSAU (suite)

Ilheu-de-Rel

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières s/Avicennia	IDR 1	en surface	M. Argilo-sableux gris : 5Y4/2 - pH : 6.6 et 7
	IDR 2	- 40 cm	M. Argilo-sableux gris : 5Y4/3 - pH : 7.5 à 8
Plage dont substrat	IDR 3	en surface	M. Sableux : 7.5YR6/6
	IDR 4	- 80 cm	Plus vaseux avec passées grises : 5Y4/2 et 5Y3/1
	IDR 5	- 90 cm	M. Sableux avec débris de coquilles rouges : 5YR6/8
couasse	IDR 6	en surface	Placage de vase sableuse très fluide : 5Y4/3 avec des passées : 5Y3/1 - pH : 6 et 7
	IDR 7	en surface	M. Vaseux : pH : 6.6 - gris : 5Y4/2
Vasière s/Avicennia	IDR 8	- 76 cm	M. Vaseux : pH : 7.5 - gris : 2.5 YN/6

Salinité epou de Gèba = 29 ‰

REPUBLIQUE DE GUINEE

Localité Ilheu-de-Rei (face Bissau)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasière sur formation de cuirasse	It 1	en surface	Vaseux, gris foncé : 2.5YR N2.6/0
	It 2	"	"
Vas. à Avicennia	It 3	- 40 cm	Vaseux gris : 2.5YR5/0
Cuirasse du bas plateau	It 4	sur "falaise"	2.5YR6/8
Vas. à Avicennia et Rhizophora	It 5 à It 9	en surface	Gris, vaseux : 5YR5/1
S % eau de mer : 28 %			
Vasière nue "natural"	Qu 10	- 40 cm	Gris, vaseux : 5YR5/1
Bissau (Bacor) rebord du Pt.	Bis 11	- 300 cm	Sableux, rouge foncé : 10R4/8
Bissau : S % eau de mer : 30 %			
<b>Cachou</b>			
Vasière à Rhizophora mangrove	Cac 12	en surface et	Argileux, fins, gris : 5Y4/1
	Cac 13	- 40 cm	"
** échantillons renvoyant du Néogène marin d'après G. Carbonnel et études microfaunistiques			
Terre nu inondable	Cac 14	- 20 cm	Argilo-sableux : 5Y4/2
	Cac 15	- 80 cm	" : 5Y4/2
	Cac 16	- 120 cm	Horizon argileux : 5Y7/3
	Cac 17	- 200 cm	" : 5Y8/2 plus traces de matière organique
Terre nu à efflorescences salines	Cac 18	- 60 cm	Horizon argileux sableux poudreux en surface : 5Y5/2
	Cac 19	- 120 cm	Horizon argileux gris : 5Y7/1
	Cac 20	- 200 cm et	Horizon vaseux plus traces
	et 20bis - 210 cm	ocre et matière organique : 5Y7/2	
Salinité Reuve Cachou : 40 ‰			

Canchungo

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasière à Rhizophora	Can 21	Surface	Sablo-argileux : 10YR7/2
	Can 22	"	" : 10 YR7/3
Bâton Canchungo	Can 23	- 40 cm	Sableux gris clair : 10YR7/3
	Can 24	- 110 cm	Sableux avec beaucoup de coquilles d'Anadara, s. notamment
Vasière à Rhiz. mangrove	Can 25	- 20 cm	Sableux gris clair : peu de matière organique
Salinité Bâton : 40 ‰			

San Vicente

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières à mangroves Rhizophora	San 28	- 40 cm	Vase épaisse très argileuse grise à jaunâtre avec consistance de beurre : 10YR3/1 avec passées : 2.5YR7/8 passant à 2.5YR8/8 en profondeur
	San 28	- 100 cm	Vaseux, rude plus traces de racines en profondeur
	San 29	- 120 cm	"
	San 30	- 180 cm	10YR3/1 avec traces jaunes
Salinité Reuve (Cachou) : 23 ‰			

Sao Jose

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Plage récente "cordon littoral récent" sur formation continentale gréseuse	Sao 31	- 20 cm	Sable beige clair avec traces de minéraux lourds
	Sao 32	- 80 cm	"
	Sao 33	- 100 cm	10YR8/1 en profondeur, on atteint des passées de vases pulvé substrat gréseux
Salinité : 32 ‰			

Cobumba (près de Callé)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Terre herbu aménagée en rizière	Cob 34	- 20 cm	Argile très compacte résistante, jaune : 2YR4/2
	Cob 36	- 80 cm	Argile moins résistante : 7YR3/2
	Cob 36	- 120 cm	Même taches avec des racines ferrugineuses : 10YR5/8 à 8/8
	Cob 37	- 160 cm	Argile plus fluide : 7YR3/2 - 10YR6/8
Vasière à Avicennia	Cob 38	en surface	Argileux gris foncé : 2.5YR5/0
	Cob 39	- 40 cm	Argileux gris : 5Y4/2
Cuirasse sur falaise	Cob 40	- 100 cm	Brun plus traces de fer : 2.5YR5/8
Salinité Reuve Rio Cobumba : 31 ‰			

Doupreu

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasière à mangroves (Avicennia)	Dpr 1	entre 20 et 40 cm	Argileux - pH 7/7.5 : 5Y4/2
	Dpr 2	- 80 cm	Argilo-sableux - pH : 6.5/7 : 5Y5/3
	Dpr 3	- 80 cm	Argileux - pH : 7 à 7.5 : 5Y4/2
	Dpr 4	- 120 cm	Argileux avec beaucoup de racines - pH : 7 à 7.5 : 5Y3/2 à 4/2
	Dpr 9	Surface	Argileux - pH : 7.5 : 5Y3/2
Plage récente	Dpr 5	Surface - 20 cm	H. Sableux beige clair : 10YR6/4
	Dpr 6	- 90 cm	"
	Dpr 7	- 40 cm	H. Sableux beige : 7.5YR7/2 avec grains de quartz
	Dpr 8	- 110 cm	Rouge en profondeur : 10YR8/4
S % eau de mer : 4 ‰ avec Avicennia en front de mer			
<b>Boffa</b>			
Vasières à Rhizophora	Bof 10	- 40 cm	H. Argileux surtout en surface 5Y5/2 - pH 6.5 à 7
	Bof 11	- 80 cm	H. Argileux plus des racines : 5Y4/2 - pH : 6.5
Salinité eaux Rio Pongo : 10 ‰			
<b>Koba / Talema</b>			
Vasière à Rhizophora	Kob 12	en surface	H. Argileux gris foncé : 5Y4/4 - pH : 7 et 7.5
	Kob 13	- 80 cm	5Y4/1 - pH : 6.5
	Kob 14	- 100 cm	5Y4/4 - pH : 7.5
	Kob 15	- 120 cm	5Y6/3 - pH : 7
Vasière à Avicennia	Kob 16	- 40 cm	H. Argileux gris plus moins foncé : 5Y4/2 - pH : 7.5
	Kob 17	80 cm	5Y4/2 - pH : 6.5 et 7
	Kob 18	- 100 cm	5Y5/1 - pH : 7 et 7.5
Cordon sableux	Kob 19	- 20 cm	H. Sableux beige clair : 2.5Y6/4
	Kob 20	- 80 cm	H. Sableux beige clair : 2.5Y7/4 et 8/2
	Kob 21	- 80 cm	H. Sableux beige clair : 2.5Y6/2 et 5/2
Salinité eaux Bâton : 10 ‰			

Localité de Benty (rive droite de la Mellacorde)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Cordon sableux	Ben 40	en surface	Alès (très riche en fer)
	Ben 36	- 75 cm	Horizon sableux beige clair : 5Y6/3
	Ben 39	- 75 cm	Horizon beige sablo-argileux ocre avec des intercalations d'argile
	Ben 35	- 90 cm	Horizon sableux beige avec présence de minéraux noirs : 5Y6/3
	Ben 34	- 110 cm	Horizon sableux beige avec présence de minéraux noirs : 5Y6/3
Vasières sous Rhizophora	Ben 38	en surface	Horizon argileux avec des passées rouges : 5Y4/2 + des passées : 5Y3/2
	Ben 37	- 80 cm	Matériau argileux : 5Y4/1
Salinité au cours d'eau : 26 ‰			

Benty (rive gauche de la Mellacorde)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasières sous Rhizophora	Ben 44	- 85 cm	Horizon argileux gris : 5Y3/1
	Ben 41	- 80 cm	" : 5Y3/1
	Ben 43	- 70 cm	" : 5Y3/1
	Ben 42	- 110 cm	" : 5Y3/1
Plateau cuirasse avec des dépôts de couverture sableux	Ben 45	- 100 cm	Horizon sableux ocre : 2.5Y6/2
	Ben 46	"	"
	Ben 47	- 200 cm	Horizon sableux (2.5Y4/2 et 5Y4/1)

Dubrèta (rive droite de la rivière)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasière sous Rhizophora 1er profil	Dub 48	en surface	Horizon argileux gris : 5Y4/1
	Dub 49	- 4 20 m	" " " " 5Y3/1
	Dub 50	- 4 40 m	" " " " 5Y3/1
	Dub 51	- 6 m	Horizon argileux avec des débris de coquilles nautes plus des sables quartzes marins : 5Y3/1
Vasière sous Rhizophora 2e profil	Dub 52	- 6 m	Horizon argileux avec des grains de quartz et des fragments de coquilles : 5Y3/1
	Dub 53	- 6 20 cm	Horizon argileux avec des grains de quartz et des fragments de coquilles : 5Y3/2
	Dub 54 51 55	- 6 6 m	Horizon argileux avec des grains de quartz et des fragments de coquilles : 5Y4/1
	Dub 56	- 6 m	Horizon argileux avec des grains de quartz et des fragments de coquilles : 5Y3/1 - sables quartzes (origine marine possible)
Dub 57	- 6 76 m	" " " " 5Y3/1	
Dubrèta (rive gauche de la rivière)			
3e profil	Dub 58 51	en surface	Argileux : 5Y3/2
	Dub 59		
	Dub 61	- 2 61 m	Horizon argileux : 5Y3/1
	Dub 60	- 3 m	H. Argileux avec beaucoup de racines (tourbeux) : 5Y3/2
Dub 62	- 6 m	Horizon argileux avec un substrat de base plus ou moins cuirassé (5Y3/2)	
Saligne rivière : 30 %			

Kamear (rive gauche du Nunez)

Unités morphologiques	N° échantillons	Profondeur	Caractéristiques sommaires
Vasière nue et sous Rhizophora 1er profil	Kam 62	en surface	Horizon argileux gris : 5Y3/1
	Kam 63	"	" " " " 5Y3/1
	Kam 64	- 1 26 m	" " " " 5Y3/1
	Kam 65	- 1 50 m	" " " " 5Y4/1
Vasière nue et sous Rhizophora 2e profil	Kam 66	en surface	Horizon argileux gris : 5Y4/2
	Kam 67	- 0 76 m	" " " " 5Y3/2
	Kam 68	- 1 m	" " " " 5Y3/2
	Kam 69	- 1 60 m	" " " " 5Y4/1
Kam 70	- 1 70 m	" " " " 5Y4/1	
Saligne le substratum cuirassé			
Saligne du Nunez : 20 à 30 %			

Tadi (rive droite du Nunez)

Cordon	Tadi	Profondeur	Caractéristiques sommaires
sableux	Tadi 71	en surface	Horizon sableux beige à gris : 10YR8/4
	Tadi 72	- 60 cm	" " " " 10YR8/2
	Tadi 73	- 70 cm	" " " " 10YR7/3
	Tadi 74	- 100 cm	" " jaunâtre 10Y7/3
	Tadi 75	- 1 6 m	Horizon sableux avec des passées rouges : 2.5Y3/2 et des passées (5Y5/8)
Vasières sous Avicennia (sapées en bordure de mer) 1er profil	Tadi 76	en surface	Horizon argilo-sableux : 2.5Y3/2 avec des passées : 5YR6/8
	Tadi 77	- 60 cm	Horizon argilo-sableux : 5Y6/1 jaunâtre avec des passées rouges
	Tadi 78	- 1	Horizon argileux gris : 5Y5/1
	Tadi 79	- 1 6 m	" " " " Mn :
2e profil (prélèvements effectués dans la vasière submergée à marée basse)	Tadi 80	- 1 m	Horizon argileux gris fin : 5Y4/1
	Tadi 81	- 1 6 m	" " " " 5Y4/1
Saligne du Nunez à Tadi : 30 %			

\* noter les phénomènes d'érosion latérale et le recul consécutif du trait de côte. Et bien que Avicennia apparait par endroits en bord de côte sur cette rive droite du Nunez.

In E.S. DIOP (1983)



**A N N E X E 3**

**Programme de traitements statistiques utilisé à partir des  
paramètres texturaux de R.L. Folk et W.C. Ward (1957, 1966)**

**Annexe 3 : Programme de traitement statistique utilisé à partir des paramètres texturaux de R.L. Folk et W.C. Ward - 1957, 1966 -**

```
4 CLS
5 INPUT " le clavier est-il en position MAJUSCULES (O/N)?", R$
6 IF R$ <> "O" THEN 5
10 CLS
20 PRINT TAB(20); " NOM DU SEDIMENT" : INPUT NOM$
30 PRINT : PRINT
40 PRINT TAB(20); "introduisez vos paramètres:"
45 PRINT
50 PRINT TAB(30); "1) , phi (5) :"; : INPUT PHI5
60 PRINT TAB(30); "2) phi (16):"; : INPUT PHI16
65 PRINT TAB(30); "3) phi (25):"; : INPUT PHI 25
70 PRINT TAB(30); "4) PHI (50):"; : INPUT PHI 50
80 PRINT TAB (30); "5) phi (75):"; : INPUT PHI75
90 PRINT TAB(30); "6) phi (84):"; : INPUT PHI 84
100 PRINT TAB(30); "7) phi(95):"; : INPUT 95
110 PRINT
120 PRINT TAB(20)" les paramètres sont-ils corrects (O/N) ?" ; : INPUT R$
125 IF R$ <> "O" AND R$ <> "N" THEN 120
130 IF R$="O" THEN 200
140 PRINT TAB(20)"tapez le no du paramètre à modifier (1 à 7)" ; INPUT N
150 IF N<1 OR N>7 THEN 140
155 PRINT TAB(40); "nouvelle valeur"; : INPUT V
160 ON N GOTO 161,162,163,164,165,166,167,
161 PHI5=V : GOTO 170
162 PHI 16=V : GOTO 170
163 PHI 25=V : GOTO 170
164 PHI 50=V : GOTO 170
165 PHI 75=V : GOTO 170
166 PHI 84=V : GOTO 170
167 PHI 95=V
170 CLS : PRINT TAB (20) "paramètres:"
172 PRINT TAB (30) "1) phi (5)=" ; PHI5
174 PRINT TAB(30)"2) PHI(16)=" ; PHI 16
176 PRINT TAB(30)"3) phi(25)=" ; PHI 25
178 PRINT TAB(30)"4) phi (50)=" ; PHI 50
180 PRINT TAB(30)"5) phi (75)=" ; PHI 75
182 PRINT TAB(30)"6) phi(84)=" ; PHI 84
184 PRINT TAB(30)"7) phi(95)=" ; PHI 95
186 GOTO 110
200 REM calculs des paramètres sedimentologiques
210 P1= SQR (PHI75/PHI25)
220 P2=PHI 25*PHI75/(PHI50*PHI50)
230 P3=PHI 84-PHI16
240 P4=.5*P3
250 P5=P3/4+(PHI95-PHI15)/6.6
260 P6=(PHI16+PHI50+PHI84)/3
270 P7=(PHI25+PHI75)/2-PHI50
280 P8=(PHI16+PHI84-2*PHI50)/P3
290 P9=P8/2+(PHI5+PHI95-2*PHI50)/(2*(PHI95-PHI15)
300 P10=(PHI75-PHI25)/2
310 P11=(PHI95-PHI5)/(2.44*(PHI75-PHI25))
320 P12=P11-P10
350 REM impression des résultats
```

```

370 LPRINT STRING$(75, "*")
380 LPRINT          NOM DU SEDIMENT", NOM$
390 LPRINT STRING$(75, "-")
400 LPRINT "PHI Utilises : "
410 LPRINT" 5 16 25 50 75 84 95"
420 LPRINT USING"#####.###; PHI5, PHI16, PHI25, PHI50, PHI75, PHI84, PHI95
425 LPRINT STRING$(75, "-")
430 LPRINT TAB (10)"SO DE TRASK"; TAB(35)" : "P1
440 LPRINT : LPRINT TAB(10)"SK*"; TAB(35)" : "P2
450 LPRINT : LPRINT TAB(10)"SIG"; TAB(35)" : "P3
460 LPRINT : LPRINT TAB(10)"SIG' STANDARD DEVIATION : "P4
470 LPRINT : LPRINT TAB(10)"SIG" "; TAB(35)" : "P5
480 LPRINT : LPRINT TAB(10)"T.M. taille moyenne"; TAB(35)" ; "P6
490 LPRINT : LPRINT TAB(10)"SKQ"; TAB(35)" : "P7
500 LPRINT : LPRINT TAB(10)"SKG"; TAB(35)" : "P8
510 LPRINT : LPRINT TAB(10)"SK1"; TAB(35); "P9
520 LPRINT : LPRINT TAB(10)"QD"; TAB(35)" ; "P10
530 LPRINT : LPRINT TAB(10)"KG"; TAB(35); "P11
540 LPRINT : LPRINT TAB(10)"F.H."; TAB(35); "P12
550 LPRINT STRING$(75, "*")
560 CLS : INPUT "AVEZ-VOUS UN AUTRE SEDIMENT (O/N) ?", R$
570 IF R$ <> "O" AND R$ <> "N" THEN 560
575 IF R$ = "O" THEN 10
580 PRINT "TRAVAIL TERMINE ...": STOP

```

## **A N N E X E 4**

**Mesures hydrodynamiques (vitesses et directions des courants)  
réalisées dans les "Rivières du Sud"**

MESURES HYDRODYNAMIQUES (VITESSES ET DIRECTIONS DES COURANTS) REALISEES DANS LES "RIVIERES DU SUD"  
 Résultats des mesures de courant (vitesses et directions)

Station : SARA  
 Rivière : Gambie  
 Date : 21.09.83  
 Profondeur max. : 16 à 20 m

Mesures hydrologiques  
 (mesures de surface)

Heure	Surface			Profondeur intermédiaire			Fond			T°C	S %	Profondeur de départ du disque de Becchi
	n (15g)	v (cm/s)	d	n (15g)	v (cm/s)	d	n (15g)	v (cm/s)	d			
14 h 20' (Egal)	17	31.1	33/32	22	49.3	31/40	13	24.1	31	...	34	80 cm
14 h 35'	25	45.7	32/33	23	41.9	32	14	25.7	30	...	35	...
15 h 00'	24	43.8	31/40	16	29.5	31/32	11	20.3	32/33	...	38	64 cm
15 h 15'	17	31.1	32	16	29.5	32/40	13	24.1	32	...	...	...
15 h 30'	16	29.5	32	16	27.6	32/33	13	24.1	32	...	...	...
15 h 45'	13	24.1	30/31	13	24.1	32	11	20.3	27/28	...	...	...
16 h 00'	17	30.1	29/30	16	27.6	31/40	10	16.7	28/32	...	38	...
16 h 15'	14	25.7	30/31	14	25.7	31/32	8	11.4	28/32	...	...	...
16 h 30'	6	11.4	34/35	8	14.9	33/34	8	14.9	34/40	...	...	...
16 h 45'	6	11.4	1/2	3	6.1	22/23	6	11.4	30/31	...	...	...
17 h 00'	6	11.4	13/14	8	14.9	18/19	3	6.1	17/18	...	39	...
17 h 15'	15	27.6	13	10	16.7	14/15	9	16.8	16/18	...	40	103 cm
17 h 30'	23	41.9	14	18	33	13/16	11	20.3	14/15	...	...	...
17 h 45'	24	43.8	14/16	24	43.8	16/18	17	31.1	13/14	...	...	...
18 h 00'	26	47.3	13	24	43.8	13/14	21	38.4	14	...	40	100 cm
18 h 15'	32	66.1	14	27	49.3	14/15	21	38.4	14/15	...	...	...
18 h 30'	37	67.3	14	30	64.6	13/14	25	46.7	12/13	...	...	...
18 h 45'	37	67.3	13/14	36	63.6	13/14	26	46.7	13/14	...	...	70 cm
19 h 00'	41	74.3	14	34	61.9	13/14	23	41.9	12/13	...	...	...
19 h 30'	36	63.6	13/14	24	43.8	13	33	60	12/14	...	...	...
19 h 45'	31	66.8	12/13	30	64.6	13/14	24	43.8	13/14	...	...	...
20 h 00'	32	68.1	13/14	20	36.5	13/14	18	33	13/14	...	...	...
20 h 15'	33	69	12/13	24	43.8	13	30	64.6	14	...	...	...
20 h 30'	25	45.7	13/13	27	49.3	12	19	34.9	13/14	...	...	...
20 h 45'	24	43.8	13	21	38.4	12/13	16	27.6	12/13	...	...	...
21 h 00'	23	41.9	12/13	22	41.9	13/14	15	27.6	12/13	...	...	...
21 h 15'	22	40.3	13/13	20	36.5	11/13	14	25.7	13/14	...	...	...
21 h 30'	18	33	12/15	19	34.9	12/14	16	27.6	12	...	...	...
21 h 45'	16	29.5	13	16	33	12/13	14	26.7	11/12	...	...	...
22 h 00'	16	29.5	12/13	10	16.7	10/11	10	16.7	12/13	...	...	...
22 h 15'	14	26.7	13/14	11	20.3	10/11	8	14.9	12/13	...	...	...
22 h 30'	13	24.1	8/9	9	16.8	13/14	8	14.9	12/13	...	...	...
22 h 36'	Fin des observations											

Station : BANDALA  
 Rivière : Bandala  
 Date : 23.09.83  
 Profondeur max. 16 m

Heure	Surface			Profondeur intermédiaire			Fond			Mesures de surface		
	n (15g)	v (cm/s)	d	n (15g)	v (cm/s)	d	n (15g)	v (cm/s)	d	T°C	S %	Becchi
7 h 15'	23	41.9	7	18	33	7/8	12	22.2	6/7	...	42	87 cm
7 h 30'	31	66.8	7	28	47.3	7	21	38.4	6/7	...	...	...
7 h 45'	32	68.1	7	27	49.3	7	23	41.9	7	...	...	...
8 h 00'	29	62.7	7	26	46.7	7	6	14.9	6	...	...	...
8 h 15'	30	64.6	6/7	28	47.3	6	16	27.6	7/8	...	40	90 cm
8 h 30'	30	64.6	6/7	28	47.3	5/6	14	25.7	6/7	...	...	...
8 h 45'	32	68.1	6	27	49.3	6/7	15	27.6	6/7	...	40	95 cm
9 h 00'	33	69	6/7	29	62.7	7	10	18.7	7/8	...	...	...
9 h 15'	34	69.9	6	28	61.1	6	13	24.1	6/7	...	40	95 cm
9 h 30'	38	69.9	7	30	64.6	6	17	31.1	6/7	...	...	...
9 h 45'	37	67.3	6/7	32	68.1	6/7	11	20.3	6	...	40	115 cm
10 h 00'	31	66.8	6/7	27	49.3	6/7	10	18.7	5/6	...	...	...
10 h 15'	31	66.8	6/6	20	36.5	6/7	10	18.7	4/5	...	40	115 cm
10 h 30'	25	45.7	6	18	33	7	4	7.9	6/9	...	...	...
10 h 45'	19	34.9	6	16	27.6	6	4	7.9	6/7	...	38	125 cm
11 h 00'	17	31.1	6	13	24.1	7/8	3	6.1	7	...	...	...
11 h 15'	10	18.7	6	8	11.4	7	1	3	4/40	...	37	135 cm
11 h 30'	2	4.4	6	2	4.6	6	1	3	11/15	...	...	...
12 h 00'	0	0	34/35	1	3	18/25	5	9.5	3/6	...	38	135 cm
12 h 30'	17	31.1	26/27	20	36.5	24	13	24.1	24	...	39	165 cm
12 h 45'	31	66.8	24/25	31	66.8	25/26	30	64.6	24/25	...	38	135 cm
13 h 00'	40	72.7	22/24	36	68.9	24/25	34	61.9	26/27	...	40	...
13 h 30'	47	85.1	24	41	74.3	24/26	39	70.8	26/28	...	40	75 cm
14 h 00'	47	85.1	24/25	44	79.4	25/26	39	62.7	23/25	...	42	65 cm
14 h 30'	41	74.3	24	43	77.6	26	29	52.7	24/25	...	41	60 cm
15 h 00'	40	72.7	24	37	67.3	24/26	22	40.3	23/25	...	42	60 cm
15 h 30'	33	66	19/24	26	61.1	25/26	16	29.6	26/29	...	40	60 cm
16 h 00'	16	29.5	26/29	21	38.4	26	10	16.7	26/28	...	42	75 cm
16 h 30'	7	13.3	16	13	24.1	27/28	4	7.9	23/25	...	41	80 cm
17 h 00'	0	0	9/10	3	6.1	32/34	5	9.5	1/2	...	40	95 cm
17 h 30'	8	14.9	11/12	8	11.4	16	4	7.9	4	...	40	150 cm
18 h 00'	4	7.9	4	20	36.5	8	9	16.8	6/5	...	40	155 cm
18 h 30'	32	68.1	7	27	49.3	6	15	27.6	5/6	...	40	165 cm
19 h 00'	34	69.9	6/7	32	68.1	6	19	34.9	6/6	...	40	165 cm
19 h 15'	34	69.9	6/7	30	64.6	6	20	38.4	6	...	...	...
19 h 30'	33	66	7/8	30	64.6	6	22	40.4	6/7	...	...	...
19 h 45'	29	47.3	6	29	47.3	6/7	19	34.9	6/6	...	...	...
19 h 50'	Fin des observations											

Station : BARA  
 Fleuve : Ombé  
 Date : 3/11/83  
 Profondeur max. : 15 à 17 m

Heure	Surface			Profondeur Intermédiaire			Fond			Mesures de surface		
	n	v	d	n	v	d	n	v	d	T°C	S‰	Secchi
7 h 45' (Essai)	45	85.1	15	39	70.8	15	35	63.5	15/16	-	38	- 125 cm
8 h 15'	49	88.6	15/11	45	81.6	15	32	58.1	15/14	-	-	-
8 h 45'	47	85.1	15	40	72.7	14/15	33	60	15	-	37	- 135 cm
9 h 15'	38	65.4	14/15	34	61.9	14/16	22	40.3	15/14	-	38	-
9 h 45'	25	45.7	14/15	17	31.1	15/14	14	25.7	13/15	-	-	-
10 h 15'	8	14.9	12/13	4	7.9	16/17	1	3	17/18	-	37	-
10 h 45'	3	6.1	31/32	18	14.9	32	5	9.5	27/32	-	-	-
11 h 15'	23	41.9	35/36	20	36.5	33	10	18.7	32/33	-	-	-
11 h 45'	34	61.9	33/40	30	54.6	33	18	33	32	-	-	-
12 h 15'	43	77.8	26/33	37	67.3	32/33	17	31.1	32	-	36/37	- 120 cm
12 h 30'	47	85.1	27/34	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
12 h 45'	49	88.6	33/34	39	70.8	32/33	27	49.2	33	-	-	-
13 h 00'	49	88.6	33/34	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
13 h 15'	47	85.1	33/34	43	77.8	32/33	27	49.2	32/33	-	-	-
13 h 45'	43	77.8	32/33	40	72.7	33/34	40	72.7	33/34	-	35/36	- 60 cm
14 h 15'	45	81.6	33/34	38	68.9	32/33	28	51.1	33/34	-	-	-
14 h 45'	35	63.5	32	30	54.6	33/34	25	45.7	33/34	-	36	- 65 cm
15 h 15'	28	51.1	33/34	25	45.7	33	21	38.4	33/34	-	-	-
15 h 45'	8	14.9	11/3	14	25.7	32/33	8	14.9	33	-	-	- 65 cm
16 h 15'	5	9.5	14/16	4	7.9	4/6	2	4.4	4	-	-	-
16 h 45'	12	22.2	14/15	11	20.3	16	8	14.9	15	-	-	-
17 h 15'	30	54.6	14	28	51.1	14/15	20	36.5	14	-	-	-
17 h 45'	38	65.4	13/14	28	51.1	13/14	27	49.2	15/16	-	-	-
18 h 15'	43	77.8	14/16	41	74.3	15/16	25	45.7	14/16	-	39	-
18 h 45'	48	87	14/15	42	76.2	15/16	20	33.5	14/15	-	-	-
19 h 15'	49	88.6	14/15	48	87	14/15	39	70.8	16	-	-	-
19 h 45'	47	85.1	15/14	39	70.8	14/15	35	63.5	14/15	-	-	-
20 h 00'	48	87	15/14	42	76.2	15/14	32	58.1	15/14	-	-	-
20 h 05'	Fin des mesures											

Station : KARABANE  
 Fleuve : Casamance  
 Date : 6/11/83  
 Profondeur max. : 16 m

Heure	Surface			Profondeur Intermédiaire			Fond			Mesures de surface		
	n	v	d	n	v	d	n	v	d	T°C	S‰	Secchi
7 h 45'	44	79.4	9/10	34	61.9	8/9	28	51.1	8/9	-	35/36	-
8 h 15'	43	77.8	8/9	38	85.4	8/9	24	43.8	8/9	-	-	-
8 h 30'	44	79.4	11/12	42	76.2	8/9	26	47.3	7/8	-	35	- 75 cm
8 h 45'	49	88.6	9	39	70.8	8/9	29	52.7	8/9	-	-	-
9 h 00'	44	79.4	9/10	41	74.3	7/9	30	54.6	8/9	-	36	- 75 cm
9 h 15'	43	77.8	9/10	41	74.3	8/9	32	58.1	8	-	-	-
9 h 45'	44	79.4	8/9	38	68.9	7/8	28	51.1	8	-	-	-
10 h 15'	42	76.2	6/8	36	65.4	8/9	30	54.6	8	-	-	-
10 h 45'	30	54.6	7/8	28	51.1	6/7	11	20.3	2/3	-	-	-
11 h 00'	29	52.7	8/9	20	38.5	8/9	11	20.3	7/9	-	36	-
11 h 30'	27	49.2	8/9	20	36.5	7/8	11	20.3	5/7	-	-	-
11 h 45'	15	27.6	7/9	9	16.8	8/9	3	6.1	7/8	-	-	-
12 h 15'	9	16.8	10/12	9	16.8	3/8	3	6.1	3/6	-	-	-
12 h 45'	9	16.8	21/23	3	6.1	31/32	4	7.9	27	-	-	-
13 h 15'	21	38.4	21/26	20	36.5	26/27	18	33	26/27	-	38	- 165 cm
13 h 45'	38	68.9	26/27	33	60	27/28	21	38.4	27	-	-	-
14 h 15'	49	88.6	27	45	81.6	27	30	54.6	27	-	-	-
14 h 45'	53	95.9	26/27	45	81.6	26/27	29	52.7	27/28	-	37	-
15 h 15'	54	97.8	27	48	87	26/27	31	56.5	26/27	-	36	- 90 cm
15 h 45'	50	90.5	26/27	43	77.8	26/27	29	52.7	26/27	-	-	-
16 h 15'	50	90.5	26/27	42	76.2	26/27	32	58.1	26/27	-	-	-
16 h 45'	43	77.8	26	40	72.7	26/27	27	49.2	26	-	36	- 60 cm
17 h 15'	37	67.3	26	35	63.5	26/27	24	45.8	27	-	-	-
17 h 45'	29	52.7	26	22	40.3	26/27	13	24.1	27	-	-	-
18 h 15'	16	27.6	24	7	13.3	26	3	6.1	29/30	-	-	-
18 h 45'	5	9.5	20	5	9.5	10	10	18.7	6	-	-	-
19 h 00'	12	22.2	11/12	13	24.1	8/9	14	25.7	7/8	-	-	-
19 h 15'	20	36.5	10/11	15	27.6	7/8	15	27.6	6/7	-	-	-
19 h 45'	38	65.4	8/9	38	51.1	8/9	22	40.3	8	-	-	-
20 h 15'	47	85.1	9	32	58.1	7/9	27	49.2	8/9	-	-	-
20 h 20'	Fin des mesures											

Station : BISSAU  
 Fleuve : Oébo  
 Date : 23/12/83  
 Profondeur max. : 22 m

Heure	Surface			Profondeur Intermédiaire			Fond			Mesures de surface		
	n	v	d	n	v	d	n	v	d	T°C	S‰	Secchi
9 h 45'	26	47.3	5	41	74.3	4/5	30	54.6	6/7	-	-	-
10 h 00'	43	77.8	4	45	81.6	4/5	45	81.6	4/5	-	21	- 38 cm
10 h 30'	54	97.8	4	62	112.1	4/5	60	108.6	5	-	-	- 60 cm
10 h 45'	85	117.5	4	73	132.1	5	71	128.3	4	-	21	-
11 h 00'	72	130.2	5	72	130.2	5	66	110.4	4/5	-	21	- 60 cm
11 h 15'	72	130.2	5	57	103.2	5	60	108.6	4/5	-	-	-
11 h 30'	57	103.2	5	60	108.6	4/5	56	101.3	4	-	-	-
11 h 45'	50	90.5	5	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
12 h 00'	54	97.8	5	53	95.9	5/6	53	95.9	4/5	-	20	- 65 cm
12 h 15'	47	85.1	4/5	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
12 h 30'	53	95.9	5	58	105.1	5	50	90.5	5	-	20	- 70 cm
12 h 45'	49	88.6	4/5	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
13 h 00'	48	87	5	45	81.6	4/5	30	54.6	4/5	-	-	-
13 h 15'	45	81.6	4/5	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
13 h 30'	41	74.3	5	44	79.4	5	25	45.7	5	-	20	- 70 cm
13 h 45'	30	54.6	4/5	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
14 h 00'	28	51.1	5	34	61.9	5	24	43.8	5	-	20	- 80 cm
14 h 15'	24	43.8	5	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
14 h 30'	17	31.1	6	22	40.3	5	14	25.7	5	-	-	-
14 h 45'	11	20.3	8	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
15 h 00'	11	20.3	14/15	9	16.8	3	4	7.9	35/36	-	20	- 82 cm
15 h 05'	18	29.5	18	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
15 h 15'	24	43.8	20	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
15 h 30'	33	60	20	20	36.5	22	15	27.6	23/24	-	-	-
15 h 45'	47	85.1	21/22	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
16 h 00'	49	88.6	22	38	68.9	22	19	34.9	24	-	20	- 60 cm
16 h 30'	72	130.2	21/22	60	108.6	22	54	97.8	22	-	-	-
16 h 45'	73	132.1	22	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
17 h 00'	66	119.4	21/22	54	97.8	22/23	50	90.5	22/23	-	20	- 35 cm
17 h 15'	75	135.8	21/22	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
17 h 30'	76	137.5	22/21	68	122.9	23	50	90.5	21/22	-	21	- 10 cm
17 h 45'	70	126.7	22	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
18 h 00'	58	105.1	22/23	50	90.5	22/23	40	72.7	23	-	-	-
18 h 15'	48	87	22	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
18 h 30'	46	83.2	22	41	74.3	23/24	25	45.7	22	-	-	-
18 h 45'	37	67.3	22	mesure de contrôle			-	-	-	-	-	-
19 h 00'	36	63.5	22	34	61.9	23/24	23	41.9	22	-	-	-
19 h 30'	33	60	22	30	54.6	23	28	61.1	23/24	-	-	-
20 h 00'	30	54.6	22/23	24	43.8	23/24	18	33	24/23	-	-	-
20 h 30'	28	51.1	24/26	20	36.5	20/22	18	33	23	-	-	-
21 h 00'	15	27.6	22/24	10	18.7	22/24	6	11.6	23	-	-	-

Station : CACHEU (chenal)  
 Fleuve : Cacheu  
 Date : 24/12/83  
 Profondeur max. : 12 m

Heure	Surface			Profondeur intermédiaire			Fond			Mesures de surface		
	n	v	d	n	v	d	n	v	d	T°C	S %	Secchi
8 h 00'	37	67.3	28	27	49.2	28/29	28	51.1	27/28	-	36	- 60 cm
8 h 15'	28	51.1	27/28	mesure de contrôle								
8 h 30'	25	45.7	27/28	32	58.1	28/29	9	16.8	29/30	-	-	-
8 h 45'	30	54.6	27	mesure de contrôle								
9 h 00'	43	77.8	26/27	44	79.4	27/29	37	67.3	27	-	36	- 35 cm
9 h 15'	37	67.3	28	mesure de contrôle								
9 h 30'	46	83.2	27/28	33	60	26/27	25	45.7	27	-	-	-
9 h 45'	37	67.3	26/27	mesure de contrôle								
10 h 00'	27	49.2	26/27	22	40.3	27/28	19	34.9	28/29	-	35	- 35 cm
10 h 15'	19	34.9	22	mesure de contrôle								
10 h 25'	3	6.1	24	mesure de contrôle								
10 h 30'	9	16.8	29	3	6.1	20/21	6	11.4	9/10	-	-	-
10 h 45'	6	11.4	14/15	mesure de contrôle								
11 h 00'	36	65.4	10	36	65.4	9	21	38.4	12	-	-	-
11 h 15'	37	67.3	10/11	mesure de contrôle								
11 h 30'	36	65.4	9/10	34	61.9	9	33	60	9/10	-	-	-
11 h 45'	33	60	9	mesure de contrôle								
12 h 00'	35	63.5	7	37	67.3	9	36	65.4	9/10	-	35	- 46 cm
12 h 15'	15	27.6	10/10	mesure de contrôle								
12 h 30'	22	40.3	8	30	54.6	8	25	45.7	9/10	-	-	-
12 h 45'	34	61.9	8	mesure de contrôle								
13 h 00'	30	54.6	8	30	54.6	8	13	24.1	9/10	-	33	- 57 cm
13 h 15'	34	61.9	9	mesure de contrôle								
13 h 30'	34	61.0	10	33	60	9	19	34.9	10	-	31	- 60 cm
13 h 45'	33	60	8	mesure de contrôle								
14 h 00'	30	54.6	8	33	60	9	24	43.8	9/10	-	-	-
14 h 15'	30	54.6	7	mesure de contrôle								
14 h 30'	27	49.2	7	30	54.6	9/10	21	38.4	10	-	-	-
14 h 45'	24	43.8	7	mesure de contrôle								
15 h 00'	24	43.8	7	28	51.1	8	22	40.3	10	-	-	-
15 h 15'	22	40.3	5/6	mesure de contrôle								
15 h 30'	18	33	6	25	45.7	10	17	31.1	11/12	-	32	- 85 cm
15 h 45'	15	27.6	7	mesure de contrôle								
16 h 00'	12	22.2	5/6	12	22.2	7	9	16.8	7/8	-	-	-
16 h 15'	7	13.3	24	mesure de contrôle								
16 h 30'	12	22.2	24	6	11.4	25/26	4	7.9	20/22	-	-	-
16 h 45'	24	43.8	27	mesure de contrôle								
17 h 00'	30	54.6	27	27	49.2	28	10	18.7	27/28	-	31	- 104 cm
17 h 15'	41	74.3	28	mesure de contrôle								
17 h 30'	52	94	28/29	42	76.2	27	27	49.2	26	-	-	-
17 h 45'	53	95.9	27/28	mesure de contrôle								
18 h 00'	57	103.2	28	51	92.4	27/28	26	47.3	26	-	31	- 100 cm
18 h 15'	68	122.9	27/28	mesure de contrôle								
18 h 30'	66	119.4	27/28	48	97	27/28	27	49.2	26/27	-	-	-
18 h 45'	58	101.3	27/28	mesure de contrôle								
19 h 00'	53	95.9	28	52	94	27	30	54.6	27/28	-	-	-
19 h 15'	53	95.9	28	mesure de contrôle								
19 h 30'	51	92.4	26/28	48	87	26/27	27	49.2	27/28	-	31	- 100 cm
19 h 45'	43	77.8	24/26	mesure de contrôle								
20 h 00'	41	74.3	27/28	22	40.3	24/26	18	33	24/26	-	-	-
20 h 15'	27	49.2	27/28	mesure de contrôle								
20 h 30'	16	29.5	30	17	31.1	28/29	12	22.2	30	-	-	-
20 h 35'	Fin des observations											

341

Station : CACHEU (Pont)  
 Fleuve : Cacheu  
 Date : 26/12/83  
 Profondeur max. : 4 m

Heure	Surface			Profondeur intermédiaire			Fond			Mesures de surface		
	n	v	d	n	v	d	n	v	d	T°C	S %	Secchi
8 h 00'	25	45.7	27	18	33	29/27	19	34.9	26/28	-	36	- 70 cm
8 h 15'	19	34.9	27/29	mesure de contrôle								
8 h 30'	17	31.1	27/28	6	11.4	30/29	9	11.4	28/27	-	-	-
8 h 45'	20	36.5	27	mesure de contrôle								
9 h 00'	32	58.1	26/27	29	52.7	28/27	25	45.7	29/27	-	36	- 45 cm
9 h 15'	35	63.5	28	mesure de contrôle								
9 h 30'	34	61.9	28/27	22	40.3	26/28	17	31.1	27	-	-	-
9 h 45'	25	45.7	26/27	mesure de contrôle								
10 h 00'	18	33	25/26	15	27.6	28/29	13	24.1	29/27	-	36	- 40 cm
10 h 15'	13	24.1	22	mesure de contrôle								
10 h 20'	2	4.4	24	mesure de contrôle								
10 h 30'	6	11.4	29	2	4.4	21/20	4	7.9	8/10	-	-	-
10 h 45'	4	7.9	14/16	mesure de contrôle								
11 h 00'	24	43.8	9/10	24	43.8	10	14	25.7	12	-	-	-
11 h 15'	25	45.7	11/10	mesure de contrôle								
11 h 30'	24	43.2	10/9	23	41.9	9	22	40.3	10/9	-	-	-
11 h 45'	22	40.3	9	mesure de contrôle								
12 h 00'	23	41.9	7	25	45.7	9	14	25.7	10/9	-	36	- 50 cm
12 h 15'	23	41.9	10/11	mesure de contrôle								
12 h 30'	22	40.3	8	23	41.9	8	17	31.1	11/10	-	-	-
12 h 45'	23	41.9	9	mesure de contrôle								
13 h 00'	20	36.5	8	23	41.9	8	14	25.7	10/9	-	33	- 58 cm
13 h 15'	23	41.9	9	mesure de contrôle								
13 h 30'	23	41.9	10	22	40.3	9	13	24.1	10	-	-	-
13 h 45'	24	43.8	10	mesure de contrôle								
14 h 00'	20	36.5	9	22	40.3	10	16	29.5	9/11	-	32	- 60 cm
14 h 15'	20	36.5	8	mesure de contrôle								
14 h 30'	18	33	8	20	36.5	9/11	14	25.7	11	-	-	-
14 h 45'	16	29.5	7	mesure de contrôle								
15 h 00'	16	29.5	7	19	34.9	8	15	27.6	9	-	-	-
15 h 15'	15	27.6	4/5	mesure de contrôle								
15 h 30'	12	22.2	6	17	31.1	9	11	20.3	11/12	-	32	- 90 cm
15 h 45'	10	18.7	8	mesure de contrôle								
16 h 00'	8	14.9	5/6	8	14.9	7/8	16	11.4	7/8	-	-	-
16 h 15'	5	9.5	22/24	mesure de contrôle								
16 h 30'	6	14.9	25	4	7.9	26/24	3	6.1	25/22	-	-	-
16 h 45'	16	29.5	27/28	mesure de contrôle								
17 h 00'	20	36.5	27	18	33	28/26	7	13.3	28/26	-	-	-
17 h 15'	27	49.2	28	mesure de contrôle								
17 h 30'	35	63.5	28/29	28	51.1	27/28	18	33	26/27	-	-	-
17 h 45'	35	63.5	28/27	mesure de contrôle								
18 h 00'	38	68.9	29	34	61.9	28	17	31.1	25/26	-	32	- 100 cm
18 h 15'	45	81.6	29/28	mesure de contrôle								
18 h 30'	44	79.4	27/28	32	58.1	28/27	19	34.9	26/27	-	-	-
18 h 45'	37	67.3	29/28	mesure de contrôle								
19 h 00'	35	63.5	28/29	35	63.5	27/30	20	36.5	27/28	-	-	-
19 h 15'	35	63.5	28/32	mesure de contrôle								
19 h 30'	33	60	24/26	32	58.1	29/30	19	34.9	27/26	-	30	- 110 cm
19 h 45'	29	52.7	24/25	mesure de contrôle								
20 h 00'	27	49.2	27	15	27.6	24/25	12	22.2	25/24	-	-	-
20 h 15'	18	33	29/30	mesure de contrôle								
20 h 30'	12	22	30/32	9	16.8	26/27	8	14.9	28	-	-	-
20 h 45'	Fin des observations											

Station : Confluence DIOMBOSS / BANDIALA  
 Fleuve : Bandiala  
 Date : 04/07/84  
 Profondeur : 0 à 7 m

Heure	Surface			Profondeur Intermediaire			Fond			Mesures de surface		
	n	v	d	n	v	d	n	v	d	T°C	B‰	Socch
8 h 45'	10	18.7	17/18	8	14.9	18	6	11.9	19/20	-	40	-
9 h 00'	10	18.7	16	10	18.7	18	9	16.8	17	-	40	-
9 h 15'	19	27.6	11/12	13	24.1	13	14	26.7	12/13	-	41	-
9 h 30'	26	46.7	11	19	34.9	12	17	31.1	11/12	-	40	-
10 h 00'	21	36.4	12	17	31.1	11/12	13	24.3	13	-	40	-
10 h 30'	24	43.8	12/13	18	33	11/12	18	29.5	13/14	-	40	-
11 h 00'	19	34.9	11/12	19	34.9	11/12	18	29.5	10/11	-	40	-
11 h 30'	23	41.9	13/14	18	33	12	18	27.8	13	-	40	-
12 h 00'	17	31.1	11/12	23	41.9	12/13	18	29.5	14	-	40	-
12 h 30'	19	34.9	13/14	21	38.4	12/13	18	29.5	13	-	40	-
13 h 00'	19	34.9	13	19	34.9	12	18	33	12/13	-	40	-
13 h 30'	19	34.9	13	20	38.6	13/14	18	26.7	14/15	-	40	-
14 h 00'	26	46.7	12/13	19	34.9	12	18	27.8	13/14	-	41	-
14 h 30'	22	40.3	12	20	38.6	12/13	10	18.7	14/15	-	40	-
16 h 00'	8	14.9	10/11	13	24.1	12	8	9.6	10/11	-	40	-
16 h 15'	6	9.6	9/10									
16 h 30'	9	16.8	12/2	1	3	32/33	5	8.5	2/3	-	40	-
16 h 00'	18	29.5	33	15	27.8	31/32	9	18.8	31/32	-	40	-
16 h 30'	17	31.1	31/32	23	41.9	32/33	9	18.8	30/31	-	40	-
16 h 45'	26	47.3	33									
17 h 00'	30	64.6	32	30	64.6	31/32	27	49.2	31/32	-	40	-
17 h 15'	27	49.2	32									
17 h 30'	28	51.1	32	27	49.2	31	23	41.9	31/32	-	41	-
17 h 45'	26	46.7	32/33									
18 h 00'	29	52.7	32/33	26	46.7	32/33	22	40.3	31	-	41	-
18 h 15'	22	40.3	33/34									
18 h 30'	25	45.7	32/33	23	41.9	31	20	38.6	32	-	39/40	-
18 h 45'	17	31.1	34									
19 h 00'	16	29.5	31/32	16	27.8	30	11	20.3	28	-	40	-
19 h 30'	14	26.7	31/32	17	27.2	33	9	18.8	28/29	-	40	-
20 h 00'	9	16.8	32/33	8	14.9	33	6	11.4	28	-	40	-
20 h 30'	5	9.6	31	2	4.4	32/33	4	7.9	12/13	-	40	-
20 h 45'	4	7.9	28	4	7.9	28/29	11	20.3	13	-	40	-
20 h 46'						Fin des observations						

Station : BUBA  
 Fleuve : Rio Grande de Buba  
 Date : 27/12/84  
 Profondeur : 0 à 9 m

Heure	Surface			Profondeur Intermediaire			Fond			Mesures de surface		
	n	v	d	n	v	d	n	v	d	T°C	B‰	Socch
6 h 30'	31	56.5	24	26	47.3	24/25	22	40.3	24/25	-	38	-
6 h 00'	30	54.6	22/23	26	46.7	22/23	20	38.6	22/23	-	-	-
6 h 30'	28	51.1	24/25	24	43.8	24/25	18	33	24/25	-	-	-
7 h 00'	24	43.8	25/26	22	40.3	25/26	16	27.8	25/26	-	38	-
7 h 30'	20	38.6	25/27	19	34.9	25/27	13	24.1	25/27	-	37	-
8 h 00'	18	33	23/24	18	33	23/24	12	27	23/24	-	37	-
8 h 30'	16	29.5	22/23	13	24.1	22/23	9	16.8	22/23	-	-	-
9 h 00'	16	27.8	26	10	16.7	26	8	14.9	25	-	-	-
9 h 30'	16	27.8	6/6	12	22.2	6/7	8	14.9	7	-	40	-
10 h 00'	22	40.3	6/7	22	40.3	6/6	16	27.8	6	-	40	-
10 h 15'	26	46.7	6	18	33	6/6	16	27.8	6	-	40	-3 m
10 h 30'	31	56.5	6	26	47.3	6	21	38.7	6/7	-	40	-4 m
11 h 00'	38	65.4	6	33	60	4/5	27	49.2	6/7	-	40	-5 m
11 h 30'	34	61.9	6/7	33	60	6	26	47.3	6/7	-	32	-6 m
12 h 00'	32	58.1	7	30	54.6	5/6	22	40.3	6/7	-	30	-7 m
12 h 30'	27	49.2	7	26	47.3	6	22	40.3	6/7	-	30	-6 m
13 h 00'	24	43.8	5/6	22	40.3	6/6	16	27.7	6/7	-	-	-6 m
13 h 30'	20	38.6	6/7	19	34.9	6/7	13	24.1	6/7	-	30	-6.20 m
14 h 00'	18	33	7	18	33	7	12	22.2	6	-	30	-6 m
14 h 30'	14	26.7	6	13	24.1	6	9	16.8	6/5	-	30	-7 m
15 h 00'	7	13.3	7	7	13.3	8	4	6.1	5	-	-	-
15 h 30'	3	6.1	24	8	11.4	24/25	8	11.4	24	-	-	-
16 h 00'	12	22.2	24/25	12	22.2	26	11	20.3	24/25	-	31	-5 m
16 h 15'	18	29.5	24/25	22	40.3	26	24	43.8	24	-	-	-5 m
16 h 30'	28	51.1	24	24	43.8	23/24	25	45.7	24/25	-	37	-6 m
17 h 00'	41	74.3	24/25	41	74.3	24	29	52.7	24/25	-	40	-5 m
17 h 30'	46	81.6	24	39	70.8	24	24	43.8	24	-	40	-5 m
17 h 45'	41	74.3	24	40	72.7	23/24	35	63.5	24/25	-	38	-5 m
18 h 00'	41	74.3	24	40	72.7	24/25	29	45.7	23/24	-	40	-
18 h 30'	38	68.9	24	37	67.3	23/24	21	38.4	22	-	-	-
19 h 00'	34	61.9	22	32	58.1	22/23	15	27.8	21/22	-	-	-
19 h 05'						Fin des observations						



Station : JOAO LANDIM  
 Fleuve : Mansoa  
 Date : 27/12/83  
 Profondeur max. : 14 m

Heure	Surface			Profondeur intermédiaire			Fond			Mesures de surface		
	n	v	d	n	v	d	n	v	d	T°C	‰	Becchi
7 h 00'	27	49.2	24	28	51.1	23/25	12	22.2	24		34/33	70 cm
7 h 15'	35	63.5	24			mesure de contrôle						
7 h 30'	40	72.7	24	41	74.3	24	32	58.1	24		33	78 cm
7 h 45'	43	77.8	24			mesure de contrôle						
8 h 00'	50	90.8	24	48	87	24	44	79.4	24		35	80 cm
8 h 15'	53	95.9	24			mesure de contrôle						
8 h 30'	62	94	24/25	52	94	24	43	77.8	24			
8 h 45'	50	90.8	24			mesure de contrôle						
9 h 00'	55	99.4	24	48	87	24	41	74.3	24/23			
9 h 15'	46	63.2	24			mesure de contrôle						
9 h 30'	43	77.8	24	34	61.9	26	20	38.5	23		30	46 cm
9 h 45'	38	64.9	24			mesure de contrôle						
10 h 00'	36	63.5	24	31	56.5	24/25	14	25.7	29/25			
10 h 15'	31	56.5	24/25			mesure de contrôle						
10 h 30'	31	56.5	24/25	25	45.7	24	20	38.5	23		30	60 cm
10 h 45'	26	47.3	25			mesure de contrôle						
11 h 00'	23	41.9	25	19	34.9	24	11	20.3	24			
11 h 15'	27	40.3	25			mesure de contrôle						
11 h 30'	18	29.5	25	16	29.5	24	13	24.1	23			
11 h 45'	12	22.2	25			mesure de contrôle						
12 h 00'	9	18.8	26	8	13.3	27/26	1	3	18			
12 h 15'	1	3	18			mesure de contrôle						
12 h 30'	1	3	16	3	6.1	5	6	11.4	6/7		28	95 cm
12 h 45'	7	13.3	10			mesure de contrôle						
13 h 00'	12	22.2	8	19	34.9	5/8	15	27.6	6			
13 h 15'	24	43.8	6			mesure de contrôle						
13 h 30'	29	52.7	4	31	66.5	5	22	40.3	6			
13 h 45'	32	58.1	6/6			mesure de contrôle						
14 h 00'	48	83.2	6/7	39	70.8	6/3	33	60	6/6		28	82 cm
14 h 15'	50	91.5	6			mesure de contrôle						
14 h 30'	49	88.0	7/6	40	72.7	5/6	34	61.9	5			
14 h 45'	48	87	6			mesure de contrôle						
15 h 00'	47	83.7	6	39	70.8	6/5	36	65.4	6		29	84 cm
15 h 15'	48	87	6			mesure de contrôle						
15 h 30'	40	72.7	6	41	74.3	6	25	45.7	6/7			
15 h 45'	33	60	6			mesure de contrôle						
16 h 00'	30	54.6	6/7	28	47.3	6	18	29.5	5			
16 h 15'	28	51.1	7			mesure de contrôle						
16 h 30'	27	49.2	7/6	26	47.3	6	15	27.6	7		30	83 cm
16 h 45'	27	49.2	6			mesure de contrôle						
17 h 00'	25	45.7	6/7	23	41.9	6	16	27.6	5/6		28	81 cm
17 h 15'	21	38.4	6/7			mesure de contrôle						
17 h 30'	17	31.1	6	14	25.7	5/6	10	16.7	5			
17 h 45'	18	33	7/8			mesure de contrôle						
18 h 00'	11	20.3	7	9	16.8	4/5	5	9.5	5/6		28	
18 h 15'	6	9.5	10			mesure de contrôle						
18 h 30'	1	3	7/6	1	3	29	3	6.1	29			
18 h 35'						Fin des observations						

Station : BANDIALA  
 Fleuve : Bandiala  
 Date : 02/07/84  
 Profondeur max. : 6-7 m

Heure	Surface			Profondeur intermédiaire			Fond			Mesures de surface		
	n	v	d	n	v	d	n	v	d	T°C	‰	Becchi
9 h 00'	6	9.5	30/31	10	18.7	4/5	6	9.5	7/40		37	175 cm
9 h 15'	31	66.5	5	28	61.1	6	22	40.3	6/6		37	175 cm
9 h 30'	31	66.5	5	29	61.1	6	24	43.8	6/6		37	175 cm
10 h 00'	28	47.3	2/3	16	29.5	5/6	14	26.7	6/6		38	175 cm
10 h 30'	25	45.7	4	21	38.4	4	18	29.5	7		38	180 cm
11 h 00'	25	45.7	6	18	29.5	6	11	20.3	6/7		36	180 cm
11 h 30'	34	61.9	5	26	47.3	5	17	31.1	4/5		36	180 cm
12 h 00'	30	54.6	6	28	51.1	6	12	22.2	4/5		35	180 cm
12 h 30'	22	40.3	5/6	22	40.3	5	18	29.5	6		39	200 cm
13 h 00'	20	36.5	7	17	31.1	4/5	14	25.7	6/6		36	200 cm
13 h 30'	17	31.1	3	16	29.5	5/6	13	24.1	6/8		38	200 cm
14 h 00'	18	29.5	1	10	16.7	6/7	10	18.7	9/11		36	190 cm
14 h 30'	3	6.1	12/16	5	9.5	15	3	6.1	32/33		38	190 cm
14 h 45'	7	13.3	15/16	5	9.5	21/22	9	16.8	25		39/40	180 cm
16 h 00'	9	16.8	16/17	7	13.3	23/24	10	18.7	28		39/40	180 cm
16 h 30'	24	43.8	22/23	23	41.9	23	17	31.1	24/25			
16 h 00'	32	58.1	21/22	37	49.2	22	24	43.8	24/25		37	200 cm
16 h 30'	37	67.3	22	33	60	23	26	47.3	24		39	180 cm
17 h 00'	41	74.3	22	35	63.5	23/24	33	60	23/24		39	180 cm
17 h 30'	34	61.9	22	31	59.5	24/25	24	43.8	23		37	180 cm
18 h 00'	26	47.3	22/23	26	47.3	23	24	43.8	23/24		39	120 cm
18 h 15'	29	52.7	22			mesure de contrôle						
18 h 30'	22	40.3	21/22	20	36.5	22/23	17	31.1	24		39	120 cm
18 h 45'	18	33	22/23			mesure de contrôle						
19 h 00'	17	31.1	22/23	18	29.5	22/23	11	20.3	23		39	180 cm
19 h 30'	16	27.6	21/22	13	24.1	23	9	16.8	23		39	160 cm
20 h 00'	10	16.7	22/23	6	11.4	24	8	9.5	13/14		39	160 cm
20 h 30'	4	7.9	12/13	2	4.4	16	11	20.3	4/5		39	160 cm
20 h 36'						Fin des observations						

Station : DUBREKA  
 Fleuve : Dubreka  
 Date : 08/04/86  
 Profondeur max. : 8 à 10 m

(Mesures effectuées au Flowmeter 2030)

Heure	Surface		Fond		Mesures hydrologiques		
	Vitesse en cm/s	Direction	Vitesse en cm/s	Direction	S %	Turbidité	
8 h 45	86.10	flot	25.32	noi		34 %	- 80 cm
9 h 00	88.04	*	18.88	*		*	*
9 h 30	89.84	*	22.08	*		*	*
10 h 00	88.78	*	30.12	*		*	*
10 h 30	88.29	*	18.34	*		33 %	- 80 cm
11 h 00	84.30	*	18.88	*		*	*
11 h 30	43.88	*	8.70	*		*	*
12 h 00	32.72	*	8.88	*		*	- 70 cm
12 h 30	18.44	*	2.21	*		32	*
13 h 00	3.04	*	1.08	*		33	*
13 h 30	1.01	lusanf	7.04	*		32	*
14 h 00	29.07	*	22.01	*		*	*
14 h 30	84.30	*	52.44	*		*	*
15 h 00	70.50	lusanf	69.88	noi		32	- 70 cm
15 h 30	82.09	*	68.70	*		*	*
16 h 00	83.19	*	60.82	*		*	*
16 h 30	72.14	*	60.27	*		*	*
17 h 00	70.72	*	38.37	lusanf		31	- 80 cm
17 h 30	88.62	*	27.86	*		*	*
18 h 00	27.25	*	16.78	*		*	*
18 h 30	11.30	*	6.78	*		30	- 40 cm
19 h 00	7.24	*	12.80	*		29	- 30 cm
19 h 30	12.74	flot	8.72	*		*	*
20 h 00	34.33	*	14.88	*		*	*
20 h 30	89.78	*	32.87	*		*	*
20 h 45	69.79	*	34.34	*		*	*
20 h 50			Rn des	Observations			

Remarques : - La salinité s'est accrue par rapport aux mesures de 1983.  
 - La turbidité augmente lors du jusant tandis que la salinité diminue.

CASAMANCE : (Station de Karabane) le 30/03/83

Mesures hydrologiques  
 Mesure de surface

Heure	Surface			Profondeur intermédiaire			Fond			T°C	S %	Profondeur de la disparition du disque de Sacchi
	n (16s)	v (cm/s)	d	n (15s)	v (cm/s)	d	n (15s)	v (cm/s)	d			
9 h 30 (Essai)	61	92.4	80/90									
9 h 45'	61	110.2	100	47	88.1	90/100	41	74.3	90/100	25	40	- 48 cm
10 h 15'	68	101.3	80	42	76.2	90	28	60.8	80/90	25	40	- 80 cm
10 h 45'	58	101.3	80/90	52	94	80	41	74.3	80/90	*	*	*
11 h 15'	44	79.7	90	42	74.2	90	35	63.5	80/90	*	*	*
11 h 45'	38	65.4	80/100	35	63.5	80/90	29	36.5	80/90	24	38	- 90 cm
12 h 15'	23	41.9	100/110	23	41.9	90/100	14	25.7	80	24.5	38	- 90 cm
12 h 45'	11	20.3	110/120	15	27.8	70/80	8	11.4	50/60	25	33	- 110 cm
13 h 15'	1	2.7	250	1	2.7	270/280	0		270/280	25	32	- 130 cm
13 h 45'	14	25.7	220/230	20	36.5	270/280	19	34.6	270/280	25	32	- 135 cm
14 h 15'	37	87	240/250	33	60	260	28	51.5	250/260	25	30	- 155 cm
14 h 45'	42	78.2	280/270	40	72.7	270/280	23	41.9	280/270	25	34	- 90 cm
15 h 15'	48	87	270	42	78.2	270	23	41.9	270/280	25	33	- 50 cm
15 h 45'	47	85.1	280/270	45	81.6	270	28	51.1	260/270	*	35	- 40 cm
16 h 15'	44	79.4	280/270	41	74.3	280/270	28	61.1	270	24.5	35	- 40 cm
16 h 45'	45	83.2	280	46	83.2	270/280	27	49.2	270/280	24.5	36	- 30 cm
17 h 15'	40	72.7	280/270	43	77.8	280/270	18	33	250	*	35	- 27 cm

Stations de BENTY le 07/04/83 (Frontière Rép. de Guinée/Sierra Leone)

Heure	Surface			Profondeur intermédiaire			Fond			Mesures de surface		
	n	v	d	n	v	d	n	v	d	T°C	S %	Sacchi
9 h 06	12	22.2	220	11	20.3	280	5	9.5	140/280	29.9	27	- 128 cm
9 h 20	11	20.3	230/240	8	14.9	260	5	9.5	280/290	30	24	- 138 cm
9 h 35	9	18.8	240	8	14.9	270	3	6.1	280	30	24	- 140 cm
9 h 50	9	18.8	230/240	7	13.3	280/290	2	4.4	230/240	*	22	- 142 cm
10 h 20	8	14.9	240	5	9.5	200	3	6.1	240/260	31	21	- 140 cm
10 h 35	3	6.1	280	2	4.4	280/290	1	3	210/220	30.5	22	- 145 cm
10 h 50	1	3	340/350	4	7.9	310/320	7	13.3	110	*	21	- 147 cm
11 h 05	4	7.9	140	4	7.9	50/60	9	16.8	70	31	20	- 155 cm
11 h 20	8	8.5	130	6	11.4	50/60	12	22.2	70	31.5	19	- 150 cm
11 h 35	7	13.3	100	10	18.7	70	8	14.9	70/80	31.5	19	- 160 cm
11 h 50	14	25.7	40/50	11	20.3	80/90	11	20.3	70/80	31	19	- 157 cm
12 h 05	11	20.3	90/100	20	36.5	50	8	14.9	90/100	30.8	21	- 155 cm
12 h 20	21	38.4	40/50	16	29.5	90	13	24.1	80/90	30.5	20	- 160 cm
12 h 35	23	41.9	40	18	34.9	90	12	22.2	90/100	30.5	22	- 180 cm
12 h 50	22	40.3	80	22	40.3	100	9	16.8	90	31	21	- 188 cm

DUBREKA (Rép. de Guinée)

10 h 40	8	9.5	340/350	8	14.9	250/260	11	20.3	190	30.7	29
10 h 50	16	27.8	260	17	31.1	250/260	15	27.8	270		
11 h 40	3	6.1	340/350	8	14.9	300/310	7	13.3	300		

KAMBARI (Nord de la Rép. de Guinée)

14 h 48	22	40.3	60	23	41.9	90/80	9	16.8	60		
15 h 18	23	41.9	60	23	41.9	60	20	38.5	60		
15 h 48	18	29.6	70/80	19	34.9	60/70	22	40.3	40/60		
16 h 18	23	41.9	70	24	43.8	70	20	38.5	50/60		
16 h 48	18	33	40/50	27	49.2	70	22	40.3	50		
17 h 18	23	41.9	60	23	41.9	60/70	18	33	50		
17 h 48	27	49.2	70/90	24	43.8	80/90	27	49.2	80		
18 h 18	28	51.1	60	28	51.1	70/80	27	49.2	60/80		
18 h 48	14	25.7	40/50	15	27.8	60	11	20.3	60		

In E.S. DIOP (1983)



Photo n° 9 - BEN 35 (Cordon sableux) - République de Guinée (grossissement : X 360)

Aspect caractéristique d'un grain arrondi qui présente une surface nette avec quelques chocs à gradients de polissage. A noter les dépôts intertidaux siliceux dans les cavités profondes (A).

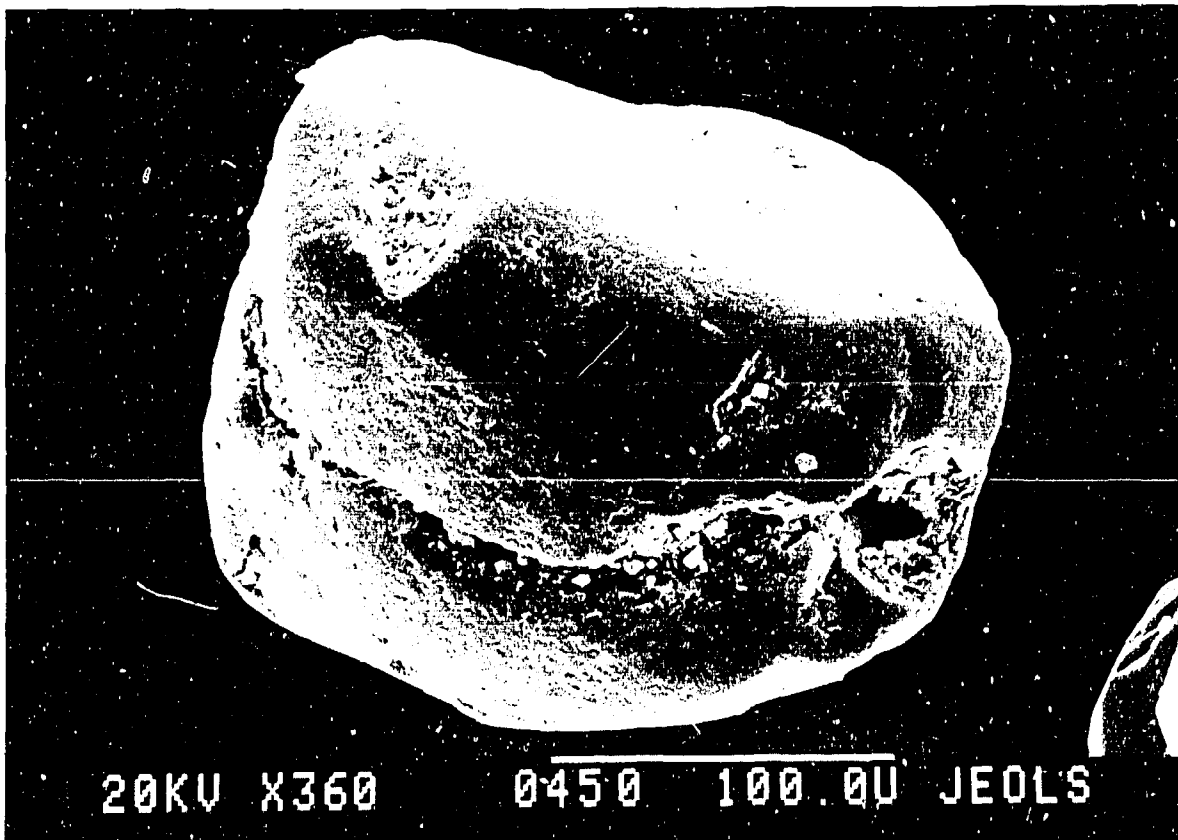


Photo n° 10 - BEN 34 (Cordon sableux) - République de Guinée (grossissement : X 360)

Aspect d'un grain arrondi dont les arêtes sont nettes. Les dépôts siliceux sont localisés aux dépressions (A) avec parfois des départs de silice. Comme pour BEN 35, le milieu de dépôt final est intertidal.

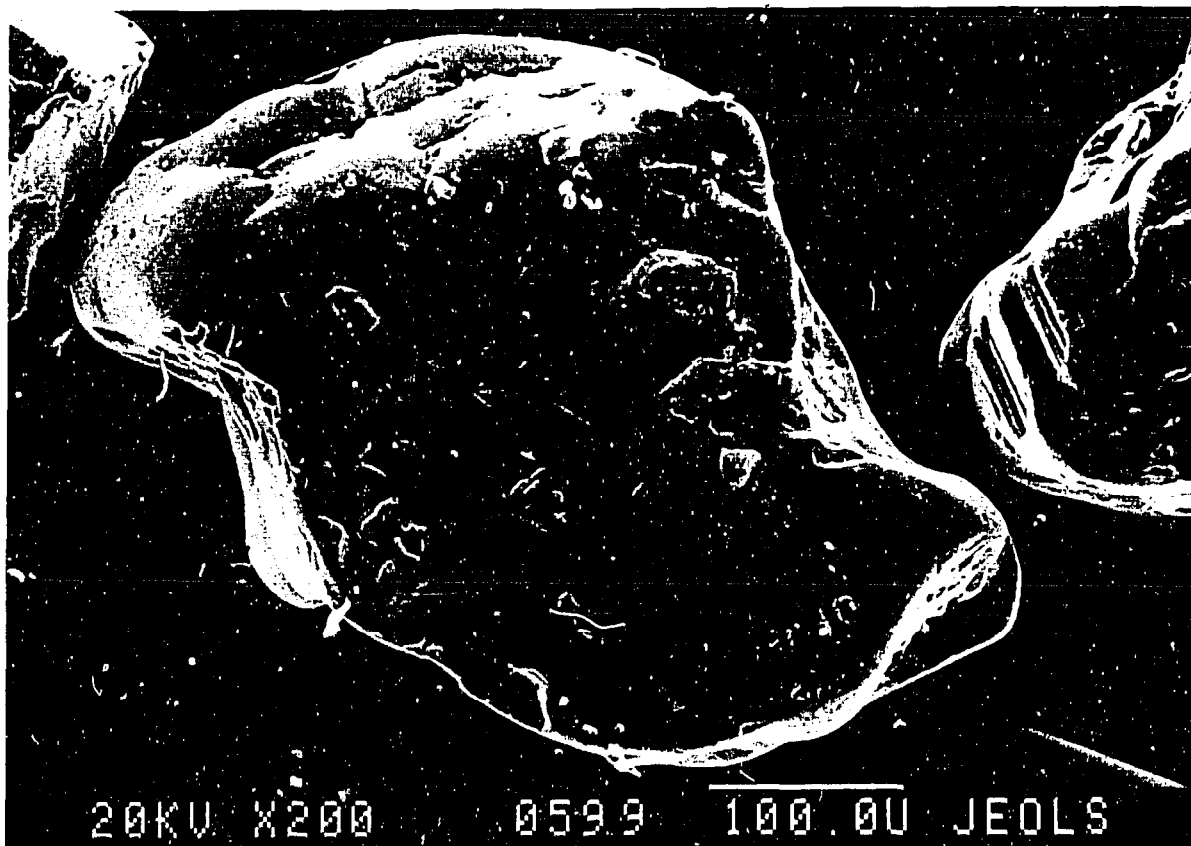


Photo n° 11 - TAD 74 (Cordon sableux) - République de Guinée (grossissement : X 200)

Grain subanguleux qui présente des "V" de chocs à gradient de polissage (1) et qui semble avoir subi trois stades dans son évolution : - une phase d'éolisation - une phase de transport de moyenne énergie - une immobilisation en milieu terrestre (avec des globules siliceux) (2). La phase d'éolisation semble suivie d'une reprise aquatique.

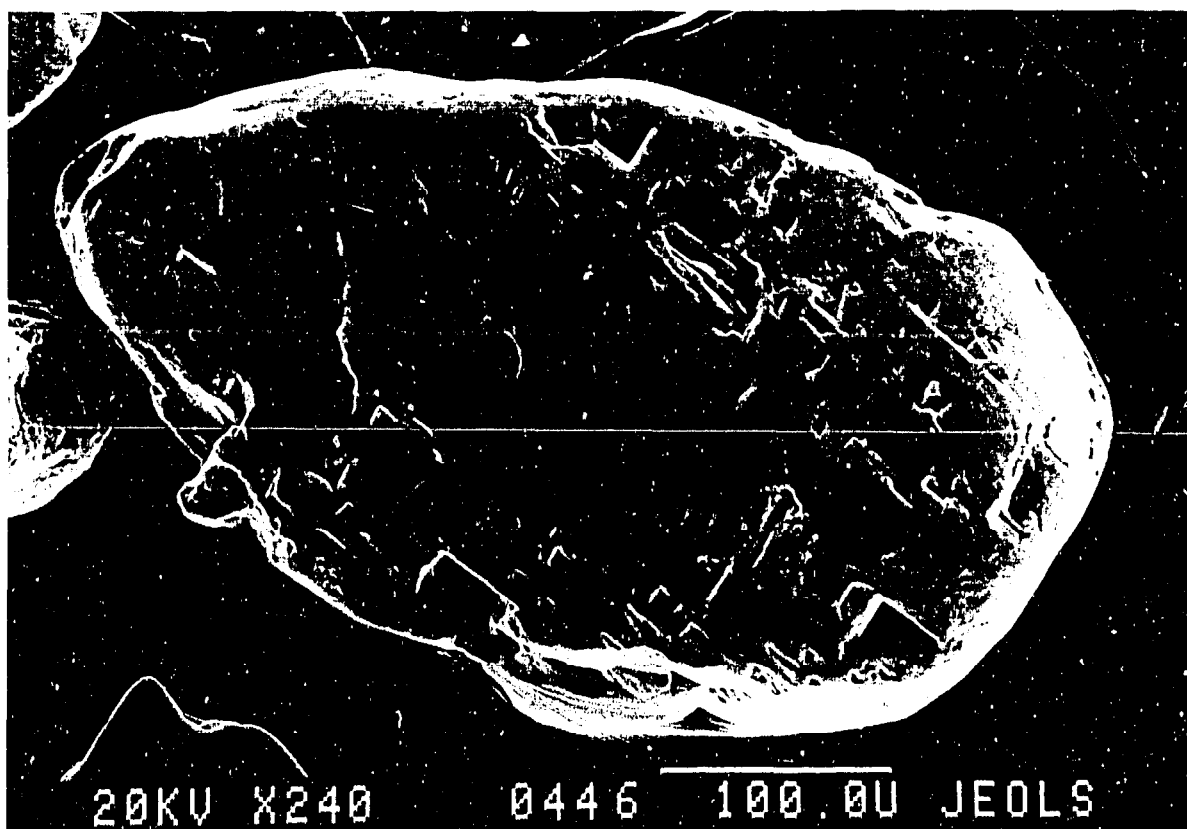


Photo n° 12 - KUM 7 (Tanne) - (grossissement : X 240)

Aspect d'un grain aux coins arrondis avec des "V" de chocs non encore polis (1), des lacunes de cristallisation (2) et des indices de néogénèse (3).

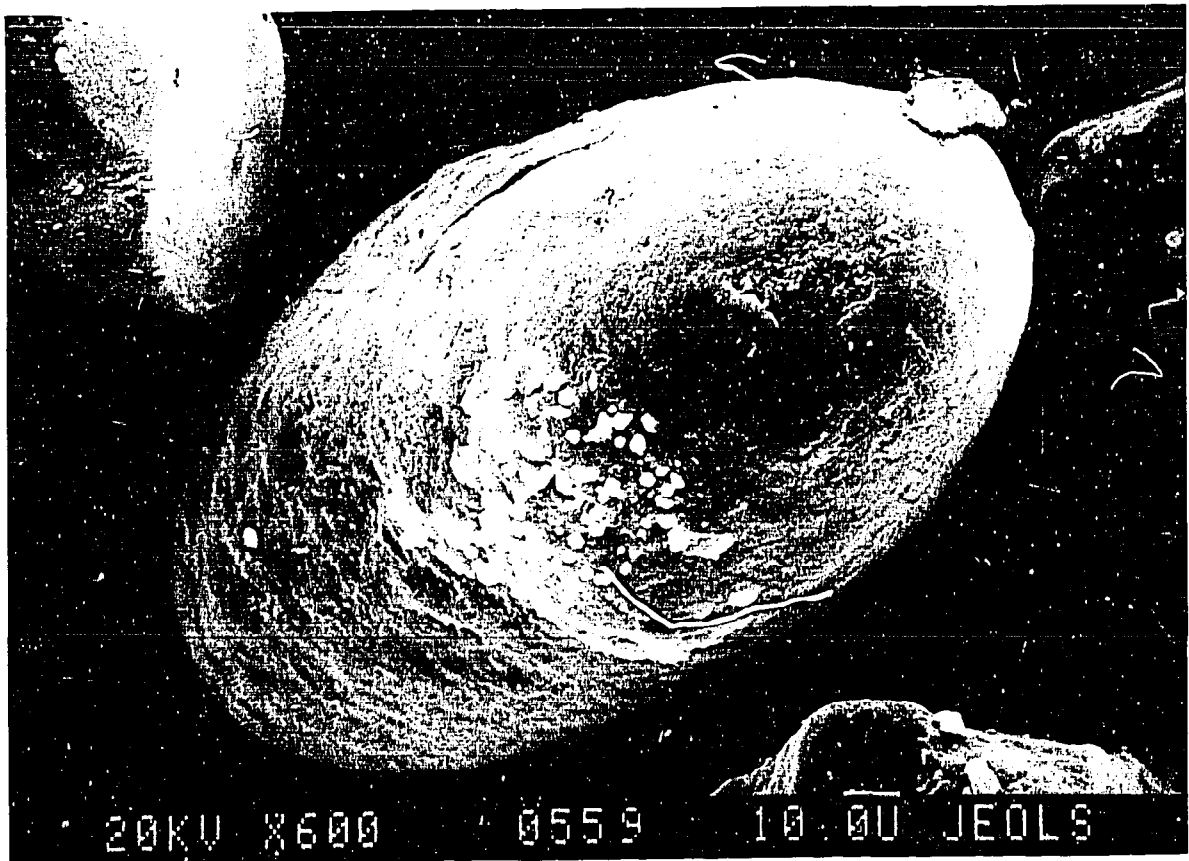


Photo n° 13 - BEN (Cordon sableux) - République de Guinée (grossissement : X 600)  
 Bel exemple de grain ovale avec un départ d'écaïlle (1).



Photo n° 14 - BIT 43 (Tanne) - Gambie (grossissement : X 300)  
 Aspect d'un grain aux coins arrondis. Les arêtes bien polies (A) et propres, portent des traces de choc à gradient de polissage. Ce grain semble ne pas porter de dépôts siliceux. Le stade final de son évolution (B) a dû se faire dans un milieu de basse énergie.

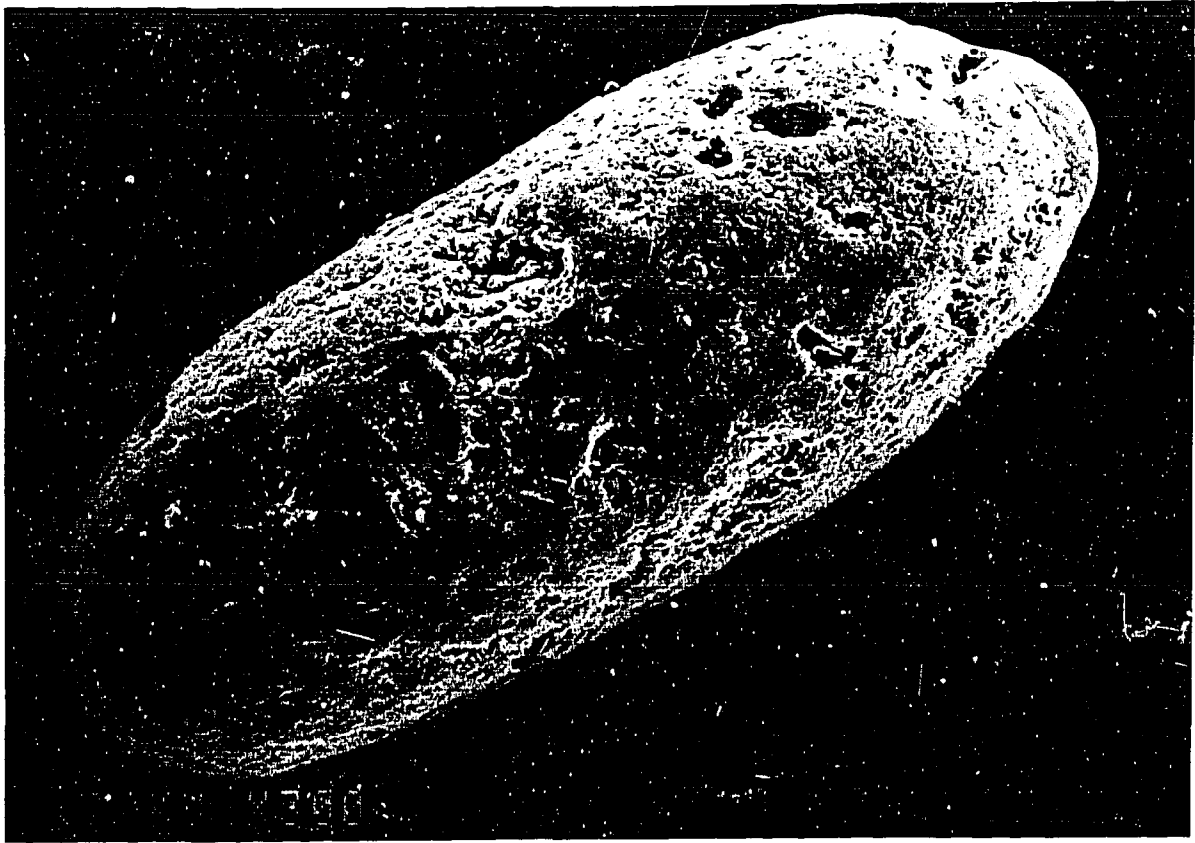


Photo n° 15 - KER 25 (Tanne) - Gambie (grossissement : X 300)

Très bel exemple d'un grain ovoïde prélevé en milieu de tanne. C'est le seul exemple de la série à être aussi régulier et à présenter des traces de "corrosion" aussi nettes.

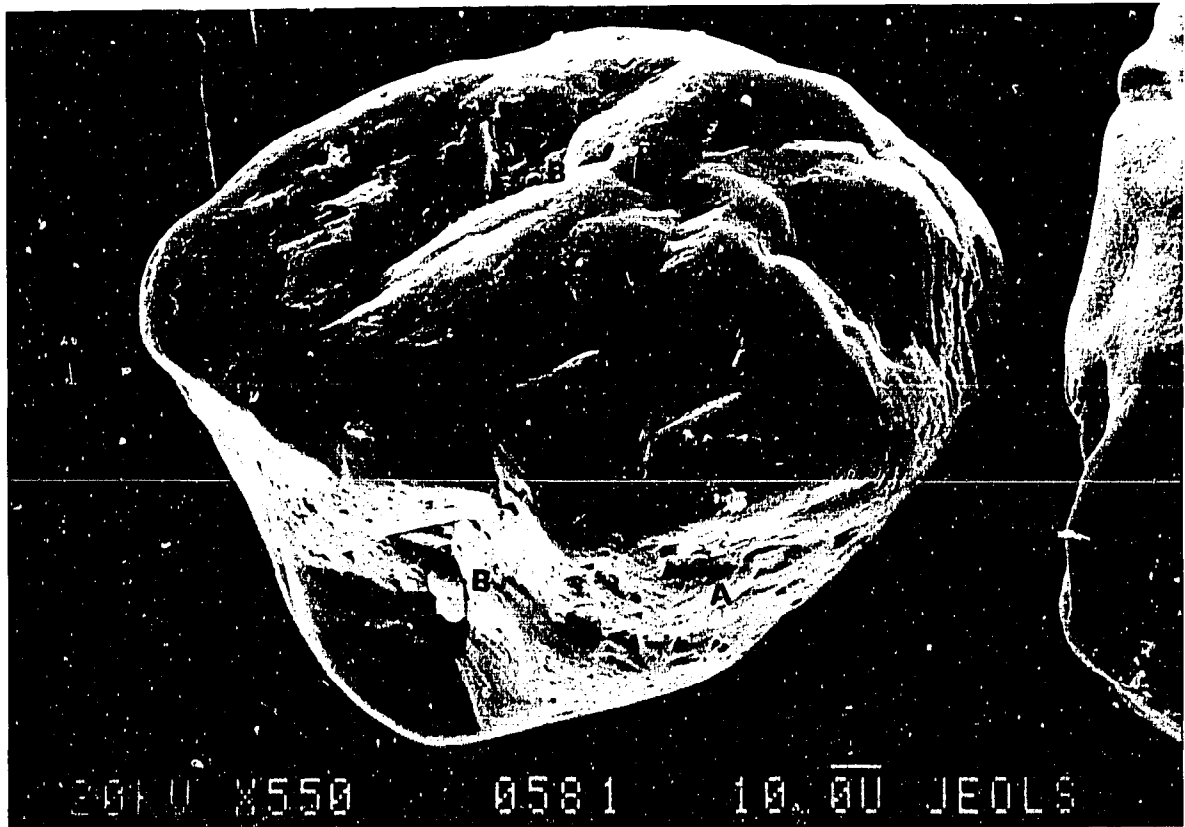


Photo n° 16 - BRE 49 (Vasière) - Gambie (grossissement : X 550)

Aspect d'un grain aux coins arrondis, prélevé en milieu de vasières. A noter la présence des "V" de chocs (A) et des dépôts siliceux dans les dépressions (B) qui semblent en voie de dissolution.

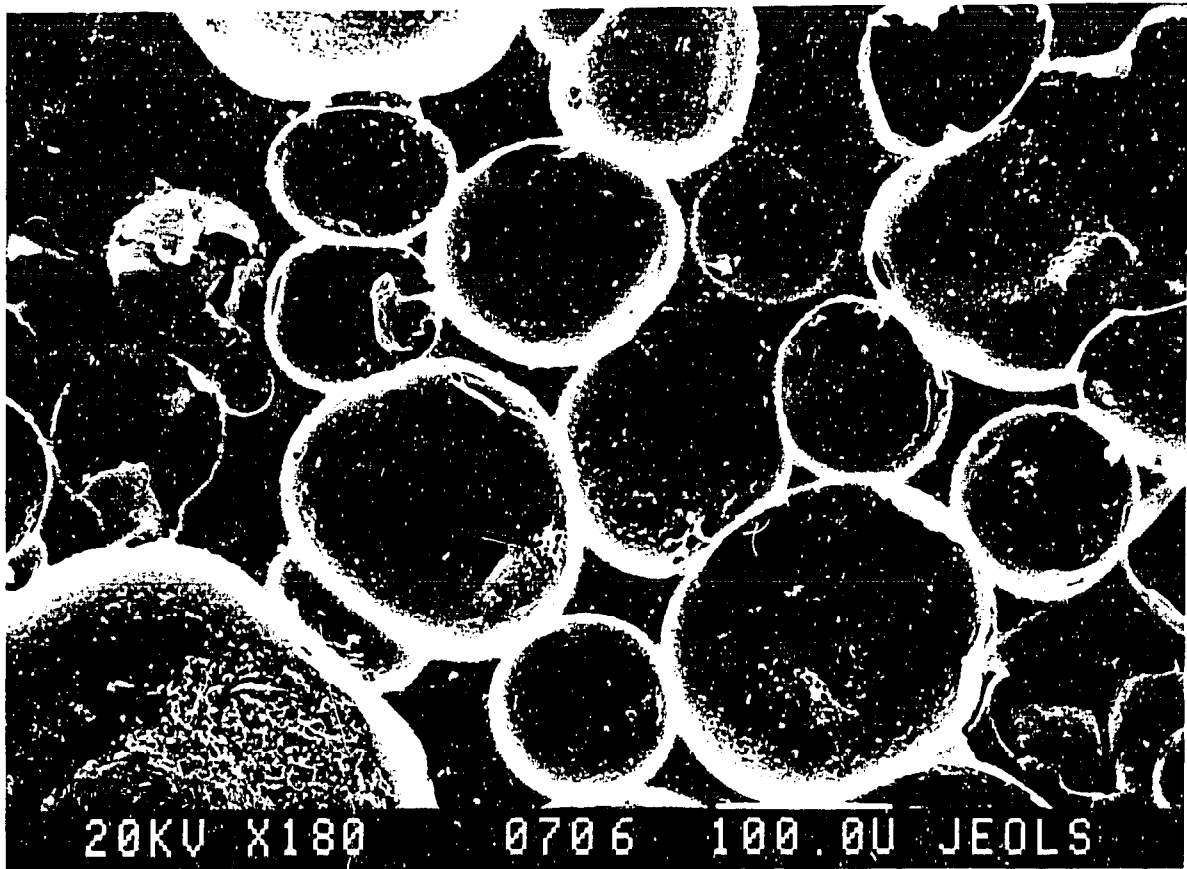


Photo n° 17 - Echantillon de grès ferrugineux - Varela (G. Bissau). (grossissement : X 180).

Cet échantillon est constitué de grains de quartz assez fins dans l'ensemble, arrondis et aux dimensions très variables (entre 10 et 50  $\mu$ ). Ce quartz occupe environ 45 à 50 % de la roche ; le reste est surtout composé d'hydroxydes de fer, d'où la couleur naturelle très brune à noirâtre de la roche.

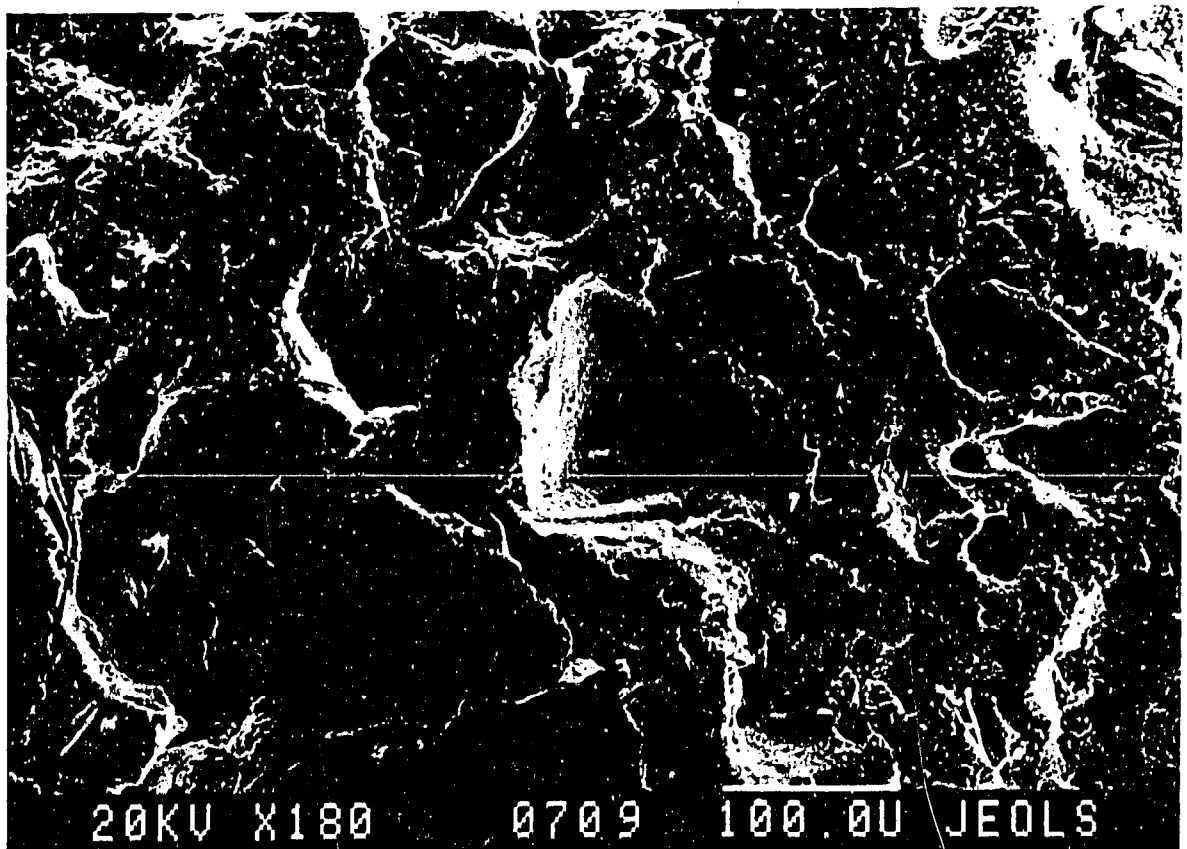


Photo n° 18 - Echantillon de grès ferrugineux - Benty (République de Guinée). (grossissement : X 180).

Les grains de quartz fins aux contours arrondis sont peu abondants (à peine 15 à 20 % de la roche). La structure est assez poreuse avec beaucoup d'hydroxydes de fer.

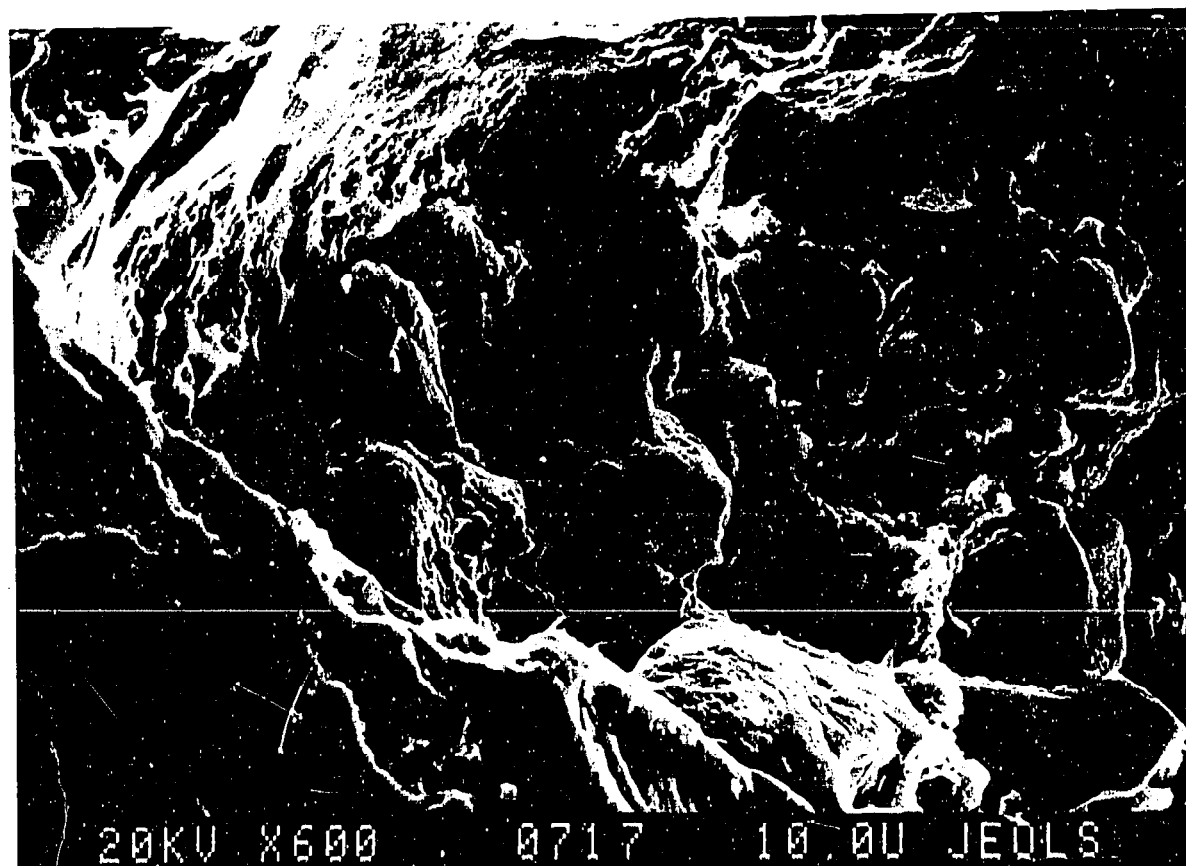
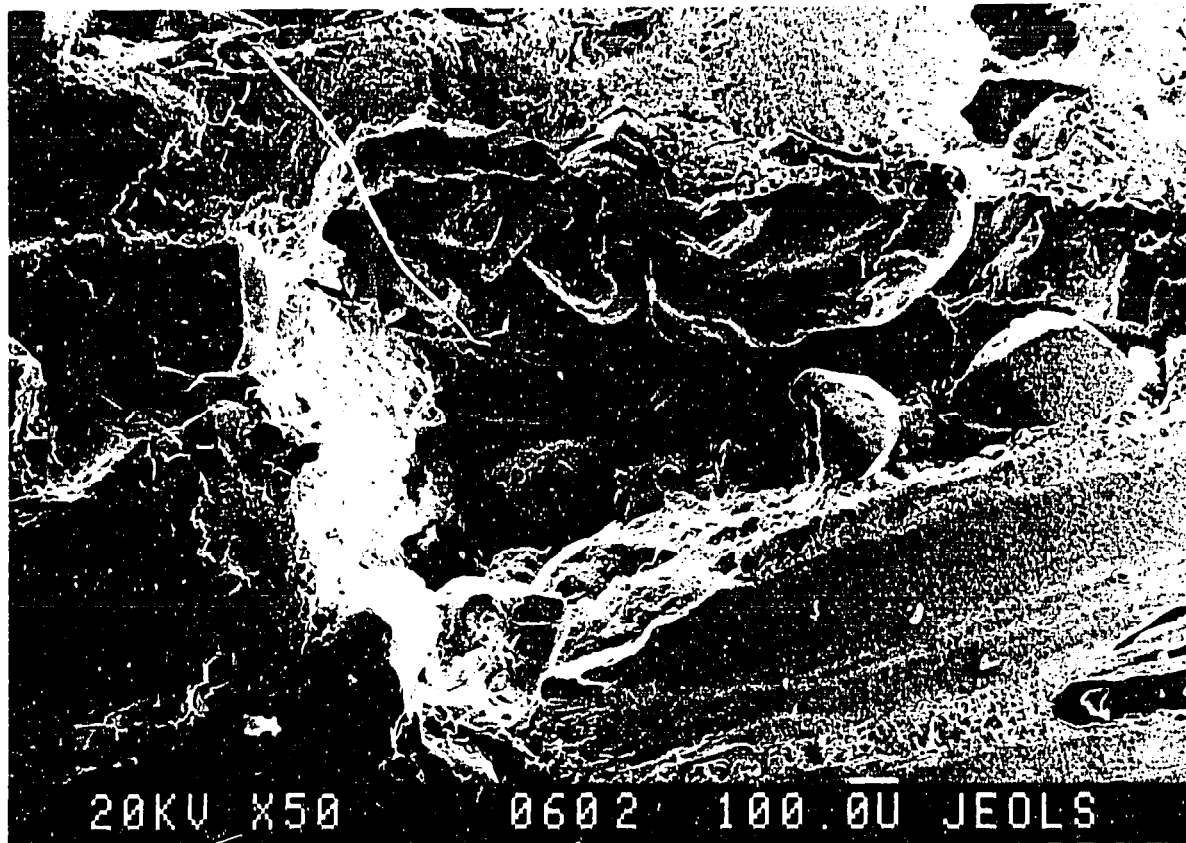


Photo n° 19 et 20 - Echantillons de beach-rock - Cap Skring et Boucotte plage (Casamance) (grossissement : X 50 et 600)  
 La roche, dans son ensemble, est siliceuse (avec 80 à 85 % de quartz). A noter la présence de coquilles disposées horizontalement (photo 19). Le calcaire qui provient de la dissolution des coquilles représentent 15 à 20 % de la roche. De surcroit on a relevé la présence de minéraux rares mais en quantité très faible (ilménite, rutile...).



## **ANNEXES**

(Pages 313 à 344, voir microfiches)

## PRINCIPALES ABRÉVIATIONS UTILISÉES DANS LE TEXTE

A.S.E.Q.U.A.	Association Sénégalaise pour l'Etude du Quaternaire Africain.
B.G.R	Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (Hanovre - R.F.A.)
B.R.G.M	Bureau de Recherches géologiques et Minières
C.E.G.E.T	Centre d'Etudes de Géographie Tropicale (Bordeaux)
CICQUA / ICQU	Comité Intercongrès de l'Inqua pour le Quaternaire de l'Afrique
C.N.R.S	Centre National de la Recherche Scientifique
COMAR	Coastal Marine projet - UNESCO (Division des Sciences de la Mer)
C.R.O.D.T	Centre de Recherche Océanographiques de Dakar-Thiaroye
C.R.S.M	Centre de Recherches en Sédimentologie Marine (Perpignan) devenu Laboratoire de R.S.M.
E.P.E.E.C	Equipe Pluridisciplinaire d'Etude des Ecosystèmes Côtiers
E.P.H.E	Ecole Pratique des Hautes Etudes
E.N.S.J.F	Ecole Normale Supérieure des Jeunes Filles (Montrouge)
E.R.A	Equipe de Recherche Associée (C.N.R.S.)
I C S U	International Council of Scientific Unions
I.F.A.N.	Institut Cheikh Anta Diop - Université de Dakar
I.G.B.A	Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine.
INQUA	International Union for Quaternary Research.
I R A T	Institut de Recherches Agricoles Tropicales.
I T C	International Institute for Aerial survey and Earth Sciences.
I U G S	International Union of Geological Sciences.
O.M.V S	Organisation de la Mise en Valeur du fleuve Sénégal.
O.R.S.T.O.M.	Institut français de Recherche scientifique pour le Développement en coopération.

P.I.C.G	Programme International de Corrélation Géologique (UNESCO).
SASQU	South African Society for Quaternary Research.
S C O R	Scientific Committee on Oceanic Research.
S.H.M.	Service Hydrographique de la Marine (Paris).
S P O T	Satellite probatoire d'observation de la terre.
TECASEN (Equipe)	Téledétection, Cartographie et Aménagement du Sénégal (Département de Géographie - Dakar).
U.A	Unité Associée (C.N.R.S.).
U.L.P.	Université Louis Pasteur.
UNESCO	United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organisation.
U N S O	United Nations of Sahelian Office.
U.S.A.I.D.	United States Agency for International Development.

#### **Annexes - Morphoscopie**

N.U : non usés - Ar : arrondis - OV : ovoïdes - CA : coins arrondis - R : ronds - MC : mats chimiques - PL : picotés-luisants - L : luisants - ME : mats éoliens.

**DOCUMENTS PHOTOGRAPHIQUES ET CARTOGRAPHIQUES UTILISÉS\***  
(LISTE INDICATIVE ET NON EXHAUSTIVE)

**Photographies aériennes**

. Série I.G.N.A.O.F. 954-073	1954	Echelle : 1/50 000
ND 28 II-III	1954	Echelle : 1/50 000
. Série I.G.N. ND 28 II-III	1969	Echelle : 1/50 000
. Série I.G.N. SEN 84 300	1983	Echelle : 1/30 000
. Série I.G.N.A.O.F. Couverture aérienne verticale - Rép. de Guinée	1954	Echelle : 1/50 000
. Série des photographies aériennes de la mission géohydrographique de la Guinée- Bissau	1958	Echelle : 1/30 000
. Série des photographies aériennes des forces armées portugaises.	avril 1956	Echelle : 1/50 000
. Mission de photographies aériennes de la Gambie par Teledyne Geotronics U.S.A	oct. / nov 1980	Echelle : 1/25 000 réduite au 1/75 000

**Cartes topographiques**

. Carte topographique du Sénégal I.G.N. au 1/1 000 000	
. Carte topographique de la Guinée Bissau I. G. N	au 1/500 000
. Carte topographique de la Rép. de Guinée I. G. N	au 1/1 000 000
. Feuille topographique Thiès - I. G. N	au 1/200 000
. Feuille topographique Sokone - I. G. N	au 1/200 000
. Feuille topographique Ziguinchor - I. G. N	au 1/200 000
. Feuilles topographiques de la République de Guinée I.G.N. - Kamsar - Boffa - Conakry - Benty - Kandiafara	au 1/50 000
. Feuilles topographiques de la Guinée Bissau - I. G. N. coupures Cacheu-Bissa-Bolama-Bubaque-Caio-Cacine	au 1/50 000
. Feuilles topographiques de la Gambie par le Geological Survey of England	au 1/80 000

**Cartes géologiques, pédologiques et bathymétriques**

. Carte géologique du Sénégal au 1/500 000 et notice explicative par C. Bense (1962) publié par le BRGM et le Service des Mines du Sénégal.	
. Carte géologique de la République de Guinée (1968)	
. Carte - feuille Boffa :	au 1/200 000 + notice explicative
. Carte - feuille Conakry :	au 1/200 000 + notice explicative.
. Carte géologique de la Guinée Bissau au 1/500 000 (1975).	

---

\* Pour plus de détails sur la documentation cartographique et photographique consultée, imagerie-satellite comprise, le lecteur voudra bien se reporter aux planches cartographiques hors texte.

- . Carte hydrogéologique du Sénégal au 1/500 000 + notice explicative par H. Moussu *et al.* (1967).
- . Carte hydrochimique du Sénégal au 1/100 000 et notice explicative par J. Depagne, H. Moussu *et al.* (1967).
- . Carte pédologique du Sénégal au 1/1 000 000 et notice explicative par R. Maignien (1965).
- . Carte pédologique de la Basse Casamance au 1/100 000 et notice explicative (1975) par J. Vieillefon.
- . Carte pédologique des Iles du Saloum au 1/50 000 et notice explicative par C. Marius (1967).
- . Carte de reconnaissance pédologique au 1/500 000 de la république de Guinée (février 1982)
  - feuille Fria
  - feuille Conakry - Forécariah
- . Carte bathymétrique du S.H.M. Paris 1956 - Série 6137 - Cours de la Casamance : de l'embouchure à Ziguinchor - Echelle : au 1/100 000.
- . Carte bathymétrique du S.H.M. - 1958 - Série 6147 - Cours du Saloum : de l'embouchure à Foundiougne - Echelle : 1/35 000.
- . Carte des fonds du plateau continental sénégalais au 1/250 000 (1974) par F. Domain et R. Le Bouille
  - de Dakar à 17° 00' nord
  - de 12° 00' nord à Dakar.
- . Carte hydrographique et bathymétrique 1003 - du Cap-Vert à la Guinée Bissau (1972) au 1/3 000 000
- . Cartes bathymétriques de la mission géo hydrographique de la Guinée Bissau (1959-1960) au 1/80 000
  - Coupures - Geba - Bubaque - Cacheu - Bolama - Rio Grande de Buba.
- . Carte bathymétrique du fleuve Gambie - Série 608 au 1/75 000 - Hydrographic Office - Directorate of Overseas - Survey maps - London - England 1962.
- . Carte bathymétrique du cours moyen du fleuve Gambie - Série 609 - Hydrographic Office - London - de Albreda à Kuntaur - 1942 -
  - Echelle : 1/100 000
- . Cartes bathymétriques du S. H. M. Paris 1949 :
  - Série 5979 - de Dakar à l'île de Sherbro Echelle au 1/1 000 000
  - Série 5957 - du Rio Cacheu aux Iles de Los Echelle au 1/550 000
  - Série 5931 - du Rio Grande aux Iles de Los Echelle au 1/300 000

## LISTE DES FIGURES

		Pages
Figure 1	- Carte de la répartition mondiale de la mangrove .....	23
Figure 2	- Carte de localisation .....	25
Figure 3	- Trois différents faciès de dépôts de sédiments fins.....	32
Figure 4	- Détermination de l'indice d'intensité dynamique dans le cas d'une courbe continue .....	33
Figure 5	- Migrations du F.I.T. en Afrique de l'Ouest .....	41
Figure 6	- Anémogrammes - Fréquence et directions des vents au sol (1960/70) .....	44
Figure 7	- Anémogrammes - Fréquence et directions des vents au sol (1971-/80) .....	45
Figure 8	- Variations des précipitations moyennes annuelles du sud de la république de Guinée au nord du Saloum (1953-1983) .....	47
Figure 9	- Régimes pluviométriques comparés à différentes stations.....	49
Figure 10	- Répartition quotidienne des pluies (1961) .....	54
Figure 11	- " " " " (1981).....	55
Figure 12	- Variations interannuelles des précipitations à différentes stations (de 1960 à 1983) .....	57
Figure 13	- Courbes d'évolution des températures : maxima, minima, moyennes (période 1971-1980) .....	65
Figure 14	- Observations de microclimatologie (1975-1981) .....	67
Figure 15A	- Courbes d'évolution des moyennes mensuelles d'évaporation (1971-1980) .....	69
Figure 15B	- Courbes d'évolution des moyennes mensuelles de la durée d'insolation (1971-1980) .....	69
Figure 16A	- Courbes d'évolution des moyennes mensuelles de l'humidité relative (1971-1980) .....	71
Figure 16B	- Diagrammes ombrothermiques .....	71
Figure 17	- Diagrammes ombrothermiques .....	73
Figure 18	- Représentation graphique du bilan de l'eau A - Station de Kaolack (1971-1980) .....	76
	B - Station de Banjul (1968-1977) .....	76
Figure 19	- Représentation graphique du bilan de l'eau A - Station de Ziguinchor (1971-1980) .....	77
	B - Station de Bissau (1971-1980) .....	77
Figure 20	- Représentation graphique du bilan de l'eau .....	78
	- Station de Conakry .....	78
Figure 21	- Localisation des stations hydrologiques étudiées sur le Saloum et le Néma .....	79
Figure 22	- Relations pluviométrie et hauteurs d'eau dans deux stations : fleuve Saloum et son affluent le Néma .....	81
Figure 23	- Relations pluviométrie-débits et hauteurs d'eau dans deux stations : fleuve Casamance et son affluent, le Guidel .....	82
Figure 24	- Localisation des stations hydrologiques étudiées sur la Casamance.....	83
Figure 25	- Localisation des stations hydrologiques étudiées sur la Gambie .....	83
Figure 26	- Relations pluviométrie-débits et hauteurs d'eau dans différentes stations : fleuve Gambie et affluents .....	85
Figure 27	- Station hydrologique étudiée sur le Rio Geba.....	88
Figure 28	- Relations pluviométrie-débits à la station de Salinho : fleuve Corubal .....	89

Figure 29	- Localisation des stations hydrologiques étudiées en République de Guinée .....	88
Figure 30	- Relations pluviométrie-débits et hauteurs d'eau dans différentes stations de fleuves côtiers (rép. de Guinée) .....	90
Figure 31	- Relations pluviométrie-débits et hauteurs d'eau dans différentes stations de fleuves cotiers (rép. de Guinée). .....	92
Figure 32	- Profils bathymétriques du plateau continental au large des "Rivières du Sud" .....	101
Figure 33	- Profils bathymétriques du plateau continental au large des "Rivières du Sud" .....	102
Figure 34	- Répartition des différentes provinces sédimentologiques sur le plateau continental casamançais .....	104
Figure 35	- Répartition des différentes provinces sédimentologiques sur le plateau continental guinéen .....	105
Figure 36	- Concentrations de poussières éoliennes en Afrique de l'Ouest .....	107
Figure 37	- Régime de masses d'eau de surface au large du littoral des "Rivières du Sud" .....	106
Figure 38	- Principales directions des courants de surface en saison chaude et froide - de Joal au Cap Roxo .....	109
Figure 39	- Courants, houles et transit sédimentaire le long du littoral des "Rivières du Sud" .....	110
Figure 40A	- Heures et hauteurs calculées de la marée dans deux stations de la Gambie .....	113
Figure 40B	- Courbes de marée dans deux stations de la Guinée Bissau .....	113
Figure 41A	- Régime de salinité des eaux de surface du fleuve Saloum .....	116
Figure 41B	- Régime de salinité des eaux de surface du fleuve Gambie .....	116
Figure 41C	- Régime de salinité des eaux de surface du fleuve Casamance .....	116
Figure 42A	- Régime de salinité des eaux de surface du fleuve Cacheu .....	119
Figure 42B	- Régime de salinité des eaux de surface du fleuve Geba .....	119
Figure 42C	- Régime de salinité des eaux de surface du fleuve Mellacorée .....	119
Figure 43	- Carte de localisation des stations fixes de courantométrie et de courantographie .....	123
Figure 44	- Variations de la vitesse du courant (flot et jusant) au cours de différents cycles de marée .....	124
	A - Station de Dionewar .....	124
	B - Station de Djifère .....	124
Figure 45	- Variations de la vitesse du courant (flot et jusant) au cours d'un cycle de marée .....	126
	A - Station Amont du Diomboss .....	126
	B - Station de Bandiala .....	126
Figure 46	- Variations de la vitesse du courant (flot et jusant ) au cours d'un cycle de marée .....	127
	A - Station de Bandiala .....	127
	B - Station de Missirah .....	127
Figure 47	- Variations de la vitesse du courant (flot et jusant) au cours d'un cycle de marée .....	128
	A - Station de Bara .....	128
	B - Station de Bara .....	128
Figure 48	- Variations de la vitesse du courant (flot et jusant) au cours d'un cycle de marée .....	130
	A - Station de Karabane .....	130
	B - Station de Karabane .....	130
Figure 49	- Variations de la vitesse du courant (flot et jusant) au cours d'un cycle de marée .....	131
	A et B - Station de Cacheu .....	131

Figure 50	- Variations de la vitesse du courant (flot et jusant) au cours d'un cycle de marée .....	132
	A et B - Station de Bissau .....	132
Figure 51	- Variations de la vitesse du courant (flot et jusant) au cours d'un cycle de marée. ....	133
	A - Station de Joao Landim .....	133
	B - Station de Buba .....	133
Figure 52	- Variations de la vitesse du courant (flot et jusant ) au cours d'un cycle de marée. ....	135
	A - Station de Dubreka .....	135
	B - Station de Benty .....	135
Figure 53	- Variation relative des niveaux en 3 stations au cours des temps .....	136
Figure 54	- Enregistrement continu des courants de surface dans le Diomboss .....	138
Figure 55	- Turbidités relatives sur le littoral sénégalais d'après l'image-Landsat du 26 février 1979 .....	141
Figure 56	- Image des isohalines suivant le profil en long de l'embouchure du Saloum .....	143
Figure 57	- Salinité moyenne avant et après la saison des pluies dans le fleuve Saloum .....	145
Figure 58	- Average distribution of salinity in the estuary for neaps in the wet season .....	145
Figure 59	- Localisation des zones étudiées (géologie et bathymétrie). ....	150
Figure 60	- Localisation des coupes et sondages géologiques du Saloum à la Basse Casamance .....	151
Figure 61	- Localisation des coupes et sondages géologiques étudiés en république de Guinée Bissau .....	152
Figure 62	- Coupes géologiques d'ensemble sur le littoral sénégalais et bissau-guinéen .....	153
Figure 63	- Coupes et profils schématiques dans le Bas-Saloum.....	155
Figure 64	- Coupes et profils schématiques en Basse-Casamance et en Guinée Bissau .....	156
Figure 65	- Coupes géologiques d'ensemble dans la région de la Basse-Casamance .....	157
Figure 66	- Localisation des coupes et sondages géologiques étudiés en république de Guinée .....	159
Figure 67	- Coupes et sondages géologiques en république de Guinée.....	160
Figure 68	- Courbes de variations du niveau de la mer au Quaternaire récent.....	168
Figure 69	- Oscillations climatiques au Quaternaire récent .....	169
Figure 70	- Distribution des zones à l'intérieur desquelles le modèle de J. A. Clark prévoit des courbes semblables de variations du niveau de la mer.....	169
Figure 71	- Graphiques des variations relatives du niveau de la mer au Sénégal, en Guinée Bissau et en Mauritanie .....	171
Figure 72	- Synthèse des profils bathymétriques réalisés dans le Saloum et localisation de quelques échantillons .....	181
Figure 73	- Synthèse des profils bathymétriques réalisés dans la Casamance et localisation de quelques échantillons .....	183
Figure 74	- Courbes granulométriques de sables de chenaux du Saloum.....	184
Figure 75	- Courbes microgranulométriques de vases (fleuves de la Guinée Bissau et de la république de Guinée) .....	184
Figure 76	- Profils bathymétriques par échosondeur (fleuves Saloum, Bandiala, Diomboss) .....	185
Figure 77	- Profils bathymétriques par échosondeur (fleuves Saloum, Bandiala, Diomboss) .....	186
Figure 78	- Courbes granulométriques de sables de chenaux de la Casamance .....	189



Figure 79	- Courbes microgranulométriques de vases (fleuves de la Guinée Bissau et république de Guinée) .....	189
Figure 80	- Profils bathymétriques par échosondeur - Fleuve Casamance .....	190
Figure 81	- Carte de localisation des profils et sondages dans les milieux d'estuaires étudiés .....	195
Figure 82	- Courbes microgranulométriques des sédiments de vasières et de tannes .....	199
Figure 83	- Courbes microgranulométriques des sédiments de vasières à mangroves .....	201
Figure 84	- Courbes microgranulométriques de sédiments de tannes .....	201
Figure 85	- Courbes granulométriques de sédiments de vasières à mangroves .....	203
Figure 86	- Courbes granulométriques de sédiments de vasières de tannes .....	203
Figure 87	- Analyses de carottes caractéristiques de vasières .....	206
Figure 88	- Diffractogrammes X de la fraction argileuse de sédiments de vasières (Gambie et rép. de Guinée) .....	207
Figure 89	- Courbes granulométriques complètes de sédiments de vasières et de tannes .....	209
Figure 90	- Analyses de carottes caractéristiques de tannes .....	212
Figure 91	- Diffractogrammes X de la fraction argileuse de sédiments de tannes (Guinée Bissau) .....	213
Figure 92	- Courbes granulométriques de sédiments de cordons sableux .....	216
Figure 93	- Courbes granulométriques de sédiments de cordons sableux .....	216
Figure 94	- Résultats des corrélations entre différents paramètres texturaux de Folk et Ward (sédiments de cordons sableux) .....	217
Figure 95	- Observations morphoscopiques de la fraction sableuse de sédiments de vasières et de tannes .....	218
Figure 96	- Observations morphoscopiques de la fraction sableuse de cordons sableux .....	218
Figure 97	- Étude des flèches sableuses du littoral du Saloum et de la Casamance .....	225
Figure 98	- Courbes granulométriques de sédiments de flèches et de bancs sableux .....	226
Figure 99	- Observations morphoscopiques de la fraction sableuse de flèches et de bancs sableux .....	226
Figure 100	- Courbes granulométriques de sédiments de pseudolunettes et des zones de bordures .....	230
Figure 101	- Observations morphoscopiques de la fraction sableuse de pseudolunettes et de terrasses des bordures .....	230
Figure 102	- Coupes schématiques de sols de vasières en république de Guinée et au Sénégal .....	241
Figure 103	- Transects schématiques de la végétation dans les estuaires de la Gambie, de la Casamance et de la Guinée Bissau .....	244
Figure 104	- Répartition de la végétation dans les estuaires du Saloum, de la Casamance et en Basse Guinée .....	245
Figure 105	- Coupes schématiques de sols de tannes nus dans le Saloum, en Gambie et en Guinée Bissau .....	248
Figure 106	- Coupes schématiques de sols de cordons sableux dans le Saloum, en Casamance et en rép. de Guinée .....	248
Figure 107	- Répartition de la végétation dans différents estuaires : Casamance, Guinée Bissau et rép. de Guinée .....	251
Figure 108	- Aménagement des sols de mangrove pour la riziculture en Casamance .....	256
Figure 109	- Trois exemples du système de protection des rizières profondes en Basse Casamance .....	255

Figure 110	- Calque d'interprétation de l'image Landsat du 3.1.1979 .....	262
	- littoral de la sénégalie et du N. de la G. Bissau.....	262
Figure 111	- Calque d'interprétation de l'image Landsat du 10.3.1973.....	263
	- littoral de la Guinée Bissau.....	263
Figure 112	- Calque d'interprétation de l'image Landsat du 16.3.1975.....	264
	- littoral de la rép. de Guinée.....	264
Figure 113	- Calque d'interprétation de l'image Landsat du 8.01.1974.....	265
	- littoral sud de la rép. de Guinée et du nord de la Sierra Léone.....	265
Figure 114	- Croquis géomorphologique du sud de la Pointe de Sangomar et du secteur de Niodior (estuaire du Saloum) d'après les données Simulations SPOT - oct. 81.....	268
Figure 115	- "Feature space" - Bande février 1979 - secteur de l'estuaire de la Gambie .....	269
Figure 116	- Qualité et évolution des eaux dans l'estuaire de la Gambie - images de février 1973 et 1979 .....	270
Figure 117	- Cartographie automatique de l'embouchure de la Basse Casamance - image du 21 février 1973.....	271

## LISTE DES TABLEAUX

		Pages
Tableau 1	- Résumé des observations de vitesses et de directions des vents - Station de Yundum (1970-1979) .....	43
Tableau 2	- Résumé des observations de vitesses et de directions des vents - Station de Georgetown (1976-1983).....	43
Tableau 3	- Répartition moyenne mensuelle des pluies en %.....	50
Tableau 4	- Ecart pluviométrique entre les moyennes et les maxima et minima enregistrés dans les 12 stations des "Rivières du Sud".....	51
Tableau 5	- Pourcentage des précipitations du mois d'août par rapport aux pluies annuelles (période 1954-1983).....	53
Tableau 6	- Rapport entre la Normale (1954-1983) et la pluviométrie de la dernière décennie (1974-1983).....	53
Tableau 7	- Variations de la hauteur annuelle et du nombre de jours de pluie (1954-1983). Comparaison entre 4 stations des "Rivières du Sud" .....	58
Tableau 8	- Pourcentage des précipitations maxima et minima absolus enregistrés par rapport à la normale (100 %) Période 1954-1983 .....	58
Tableau 9	- Valeurs d'intensité remarquables obtenues en Guinée Bissau (1977-1981) .....	59
Tableau 10	- Hauteurs d'eau et nombre d'heures de pluie enregistrés en saison humide à Kaolack (sources : Asecna).....	59
Tableau 11	- Hauteurs d'eau enregistrées et intensités des pluies calculées à la station de Ziguinchor .....	59
Tableau 12	- Hauteurs d'eau enregistrées et intensités calculées à la station de Bafata.....	60
Tableau 13	- Intensités pluviométriques remarquables enregistrées dans les stations de Bissau et de Bolama.....	60
Tableau 14	- Hauteurs d'eau enregistrées et intensités remarquables à la station de Bissau .....	61
Tableau 15	- Valeurs des intensités pluviométriques enregistrées en 24 h des différentes stations de la république de Guinée .....	61
Tableau 16	- Températures et amplitudes moyennes de quelques stations - période 1971-1980 .....	63
Tableau 17	- Maxima et minima absolus enregistrés dans différentes stations des "Rivières du Sud" 1971-1980 .....	63
Tableau 18	- Casamance, région des bordures - Températures moyennes annuelles des sols ferrugineux tropicaux.....	66
Tableau 19	- Influence de la nature de la couverture végétale sur les variations thermiques du sol en profondeur en Guinée Bissau.....	66
Tableau 20	- Jours de brouillards observés sur les côtes de Dakar à Conakry.....	70
Tableau 21	- Nombre de jours de rosée dans différentes stations du littoral sénégalais.....	70
Tableau 22	- Rapport P/E.T.P. calculé sur une période de 10 ans .....	74
Tableau 23	- Indices calculés d'humidité et d'aridité pour 5 stations des "Rivières du Sud" - 1971-1980 .....	74
Tableau 24	- Rapports hauteurs d'eau/débits et pluviométrie dans 2 stations - région du Bas-Saloum.....	79
Tableau 25	- Longueurs et valeurs des pentes de quelques rivières du Bas-Saloum.....	80
Tableau 26	- Rapport pluie, débits et hauteurs d'eau en Casamance : station de Kolda.....	80
Tableau 27	- Station de Kolda sur la Casamance ; variations de la pluviométrie et du module en fonction de différentes années.....	84

Tableau 28	- Rapports pluie, débits et hauteurs à la station de Goulombo fleuve Gambie .....	84
Tableau 29	- Lames d'eau précipitées, modules et hauteurs d'eau moyennes enregistrées sur quelques stations de la rép. de Guinée.....	87
Tableau 30	- Pluviométrie/Débits et hauteurs d'eau à Néma Ba .....	91
Tableau 31	- Pluviométrie/Débits et hauteurs d'eau à Kolda et Goulombo.....	91
Tableau 32	- Modules et hauteurs d'eau moyennes à Dampha Kunda, Jibanak et à Abuko (affluents du fleuve Gambie) .....	93
Tableau 33	- Régimes hydrologiques du Rio Corubal à la station de Salthinho de 1977 à 1981 .....	93
Tableau 34	- Régimes hydrologiques du Rio Corubal à la station de Salthinho de 1957 à 1963 .....	94
Tableau 35	- Situation de quelques profils transversaux et extension du plateau continental .....	100
Tableau 36	- Comparaison des amplitudes de marée en vives et mortes eaux dans différentes stations des "Rivières du Sud" .....	112
Tableau 37	- Mesures de salinité à différentes stations dans les affluents de la Casamance.....	115
Tableau 38	- Mesures de salinité le long du cours inférieur du fleuve Gambie .....	117
Tableau 39	- Mesures de salinité effectuées sur le Rio Cacheu .....	118
Tableau 40	- Mesures de salinité dans deux stations du Rio cacheu .....	118
Tableau 41	- Données générales concernant les stations étudiées .....	122
Tableau 42	- Durée des alternances tidales dans différents fleuves sénégalais.....	125
Tableau 43	- Durée des alternances tidales dans différents fleuves sénégalais et guinéens.....	129
Tableau 44	- Vitesses maximales en cm/s du courant de flot et de jusant dans différentes stations .....	134
Tableau 45	- Mesures de vitesses de courants dans la Casamance lors de la marée de vives-eaux .....	137
Tableau 46	- Heures respectives des étales de niveau et de courant au cours de 3 stations fixes.....	137
Tableau 47	- Facteur de restitution de l'eau en jusant dans quelques principaux bras des "Rivières du Sud" .....	140
Tableau 48	- Facteur de restitution de l'eau en jusant dans le Diomboss .....	140
Tableau 49	- Distances parcourues par les masses d'eau salées dans le Saloum.....	144
Tableau 50	- Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des nappes - Forage Boffa 1.....	163
Tableau 51	- Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des nappes - Forage Forécariah 2 .....	163
Tableau 52	- Coupe géologique et hydrogéologique dans la région de Bolama .....	164
Tableau 53	- Macrofaune fossile rencontrée dans les carottes (région du Saloum).....	173
Tableau 54	- Résultats d'analyses de sédiments de fonds prélevés dans le Saloum.....	187
Tableau 55	- Caractères des sédiments de fonds prélevés dans le Diomboss et le Bandiala.....	188
Tableau 56	- Caractères des sédiments de fonds prélevés dans la Casamance .....	191
Tableau 57	- Localisation des unités de vasières et de tannes en fonction des niveaux de marée.....	194
Tableau 58	- Paramètres granulométriques d'échantillons de vasières à mangrove.....	198

Tableau 59	- Paramètres granulométriques de sédiments de vasières et de tannes .....	202
Tableau 60	- Fiche de résultats d'interprétation de diffractogrammes.....	204
Tableau 61	- Fiche de résultats d'interprétation de diffractogrammes.....	204
Tableau 62	- Paramètres granulométriques d'échantillons de tannes.....	208
Tableau 63	- Paramètres granulométriques de sédiments de cordons sableux .....	215
Tableau 64	- Résultats de détermination de minéraux lourds de quelques échantillons .....	220
Tableau 65	- Résultats de détermination de minéraux lourds de quelques échantillons .....	221
Tableau 66	- Paramètres granulométriques de sédiments de pseudolunettes et de terrasses de bordures .....	226
Tableau 67	- Paramètres granulométriques de sédiments de flèches et de bancs sableux .....	227
Tableau 68	- Relevé de fréquence floristique en Basse Guinée - Tanne herbu à Kamsar .....	243
Tableau 69	- Relevé de fréquence floristique en Basse Guinée - Cordon sableux à Benty .....	247
Tableau 70	- Unités taxonomiques et valeurs spectrales déterminées dans le cas de la Basse Casamance .....	271
Tableau 71	- Tableau du modèle d'interprétation utilisé .....	273

## LISTE DES PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES ILLUSTRANT LE TEXTE

		Pages
Photo n° 1	- M E B d'un grain de quartz de vasières à mangrove (Gambie).....	205
Photo n° 2	- M E B d'un grain de quartz de vasières à mangrove (Casamance).....	205
Photo n° 3	- M E B d'un grain de quartz de vasières de tanne (Gambie) .....	211
Photo n° 4	- M E B d'un grain de quartz de vasières de tanne (Gambie) .....	211
Photo n° 5	- M E B d'un grain de quartz de vasières de cordons sableux (république de Guinée) .....	223
Photo n° 6	- M E B d'un grain de quartz de vasières de cordons sableux (république de Guinée) .....	223
Photo n° 7	- M E B d'un grain de quartz de vasières de flèche sableuse récente (Casamance) .....	228
Photo n° 8	- M E B d'un grain de quartz de vasières de bancs sableux (Casamance) .....	228

## TABLE DES MATIERES

	Pages
<b>RÉSUMÉ</b> .....	5
<b>SUMMARY</b> .....	9
<b>INTRODUCTION</b> .....	21
- Présentation et caractéristiques de la région étudiée .....	22
- Bilan et synthèse des travaux antérieurs .....	24
- Approche méthodologique .....	28
 <b>Première partie : LES DONNÉES CLIMATIQUES ET LEURS INCIDENCES SUR L'HYDROLOGIE</b>	
<b>A - Les données climatiques des "Rivières du Sud"</b>	
1. Les mécanismes généraux .....	39
2. Le régime des vents.....	40
3. Les précipitations .....	46
3.1. Les précipitations moyennes annuelles et leur distribution journalière.....	48
3.2. L'irrégularité interannuelle et l'intensité de la pluviométrie.....	53
4. Les températures .....	62
5. Les régimes de l'insolation et de l'évaporation.....	66
66. Les courbes d'évolution de l'humidité relative .....	68
Conclusion à l'étude du climat.....	72
 <b>B - Influences des facteurs climatiques sur l'hydrologie des "Rivières du Sud"</b>	
1. Les cours d'eau et leurs comportements hydrologiques.....	75
2. Conséquences de l'aridité climatique actuelle sur les régimes des cours d'eau.....	91
Conclusion.....	94
 <b>Deuxième partie : LES DONNÉES DE L'OCÉANOGRAPHIE CÔTIÈRE ET LES FACTEURS HYDRODYNAMIQUES ESTUARIENS</b>	
<b>I - Les facteurs généraux de l'Océanographie côtière</b>	
Introduction .....	99
1. Présentation de la zone côtière étudiée.....	99
1.1. Développement, morphologie et bathymétrie du plateau continental .....	99
1.2. Nature et localisation des différentes provinces sédimentologiques .....	100
2. Les régimes des masses d'eau et la circulation des courants .....	107
3. Circulation des houles et dérives littorales induites .....	108
Conclusion.....	111
 <b>II - Eléments de comparaison de l'hydrodynamique estuarienne dans les "Rivières du Sud"</b>	
1. Conditions générales de la marée .....	112
2. Les régimes comparés de la salinité.....	114
2.1. Les régimes estuariens du Saloum, du Diomboss et du Bandiala .....	114
2.2. Le régime de salinité dans le fleuve Casamance.....	115
2.3. Le régime de salinité dans le fleuve Gambie.....	117

2.4. Le régime estuarien guinéen.....	117
Conclusion.....	120
3. Comparaison des régimes hydrodynamiques des systèmes estuariens .....	121
Remarques générales .....	121
3.1. Durées respectives du flot et du jusant .....	121
3.2. Intensité des maxima de vitesse en surface et en profondeur .....	134
3.3. Les caractères de l'onde de marée et les facteurs de restitution de l'eau .....	137
3.4. Conséquences sur les phénomènes de turbidité et le comportement du biseau salé.....	142
Conclusion.....	146
 <b>Troisième partie : ASPECTS GÉOLOGIQUES, MORPHO-STRUCTURAUX ET GÉOMORPHOLOGIQUES DU BASSIN SÉDIMENTAIRE DES "RIVIÈRES DU SUD" (PLATEAU CONTINENTAL INCLUS)</b>	
Introduction .....	149
<b>I - Aperçu morphologique et stratigraphique .....</b>	<b>149</b>
I.1. La première région .....	149
Successions stratigraphiques et descriptions lithologiques.....	152
I.2. La seconde région .....	158
<b>II - Rôle du "contrôle structural" et de la tectonique.....</b>	<b>161</b>
<b>III - Aperçu hydrogéologique : régions du littoral et des bordures .....</b>	<b>163</b>
III.1. Nature des aquifères des bordures estuariennes.....	163
III.2. Nature des aquifères dans les zones estuariennes .....	165
<b>IV - Evolution au Quaternaire récent du proche plateau continental et des régions estuariennes .....</b>	<b>166</b>
IV.1. L'évolution au Nouakchottien et au post-nouakchottien.....	167
IV.2. L'évolution durant la période subactuelle et actuelle .....	175
Conclusion .....	176
 <b>Quatrième partie : ÉTUDE COMPARATIVE DES GRANDES UNITÉS GÉOMORPHOLOGIQUES DES "RIVIÈRES DU SUD"</b>	
Introduction .....	179
<b>I - Importance morphologique du réseau hydrographique dans les "Rivières du Sud" .....</b>	<b>179</b>
I.1. Nature des sédiments de fond .....	180
I.1.1. Types sédimentaires rencontrés .....	180
I.1.2. Caractères des sédiments prélevés.....	182
I.2. Interprétations sur l'origine des sédiments .....	187
<b>II - Unités géomorphologiques et nature comparative des dépôts .....</b>	<b>192</b>
II.1. Etude comparée des séquences vasières/tannes .....	194
II.2. Analyse des caractères sédimentologiques .....	197
II.2.1. Etude du matériel des vasières .....	197
II.2.1.1. Les résultats de la microgranulométrie et leurs interprétations .....	198
II.2.1.2. Les résultats de la granulométrie des sables .....	200
II.2.1.3. Etude minéralogique des argiles de vasières.....	200
II.2.2. Etude du matériel des tannes .....	202
II.2.2.1. La granulométrie des argiles.....	202
II.2.2.2. La granulométrie des sables .....	208

II.2.2.3. Les observations minéralogiques .....	210
II.3. Les formations des cordons sableux .....	210
II.3.1. Aspects géomorphologiques .....	214
II.3.2. Etude de la fraction sableuse .....	214
II.3.3. Analyses et observations sur les minéraux lourds.....	219
II.4. Autres unités géomorphologiques caractéristiques .....	222
des milieux estuariens étudiés	
II.4.1. Les résultats de l'analyse granulométrique	
II.4.2. Les formations de "pseudolunettes" .....	229
La granulométrie du matériel .....	231
II.4.3. Les formations des terrasses de bordure .....	231
Observations granulométriques et interprétations .....	231
II.4.4. Les "kjökkenmöddinger" ou amas artificiels de coquilles .....	232
Conclusion à l'étude des grandes unités géomorphologiques .....	234

## **Cinquième partie : MILIEU NATUREL, AMÉNAGEMENT ET CARTOGRAPHIE**

### **Chapitre I : Les faciès végétaux et leurs rapports avec les unités morphologiques et pédologiques : cartographie intégrée et problèmes d'aménagement.**

Introduction .....	239
1. Les principaux groupements végétaux : sols, caractéristiques et aspects physiologiques .....	239
1.1. Formations pédologiques et groupements végétaux de vasières .....	239
1.2. Formations pédologiques et groupements végétaux des tannes .....	242
1.3. Formations pédologiques et groupements végétaux des cordons sableux.....	245
1.4. Facteurs pédogénétiques et biotiques des autres taxons étudiés .....	247
2. Evolution naturelle et modifications anthropiques dans les mangroves des "Rivières du Sud" .....	250
2.1. Les phénomènes d'aridité croissante et leurs conséquences .....	250
2.2. Les facteurs anthropiques et les problèmes d'aménagement .....	254
2.2.1. Les techniques locales utilisées pour l'aménagement des terres de mangroves .....	254
2.2.1.1. Le cas des aménagements calqués sur les grandes unités géomorphologiques : le pays diola en Basse Casamance.....	255
2.2.1.2. Le cas des aménagements en pays baga (république de Guinée) .....	257
2.2.2. Les projets d'aménagements modernes et leurs conséquences .....	258

### **Chapitre II : L'apport de la cartographie à l'étude des formations géomorphologiques**

1. Les principales données utilisées.....	261
2. Les méthodes de cartographie utilisées : interprétations et résultats obtenus.....	266

## **CONCLUSION GENERALE .....**

## **BIBLIOGRAPHIE .....**

## **ANNEXES (pages 313 à 344, voir microfiches) .....**

1: A - Paramètres et calculs du bilan de l'eau pour les stations de Kaolack, Banjul, Ziguinchor, Bissau et Conakry .....	314
B - Classification des climats selon Thornthwaite .....	317
2: Coupes et sondages réalisés dans diverses unités géomorphologiques des "Rivières du Sud" .....	319

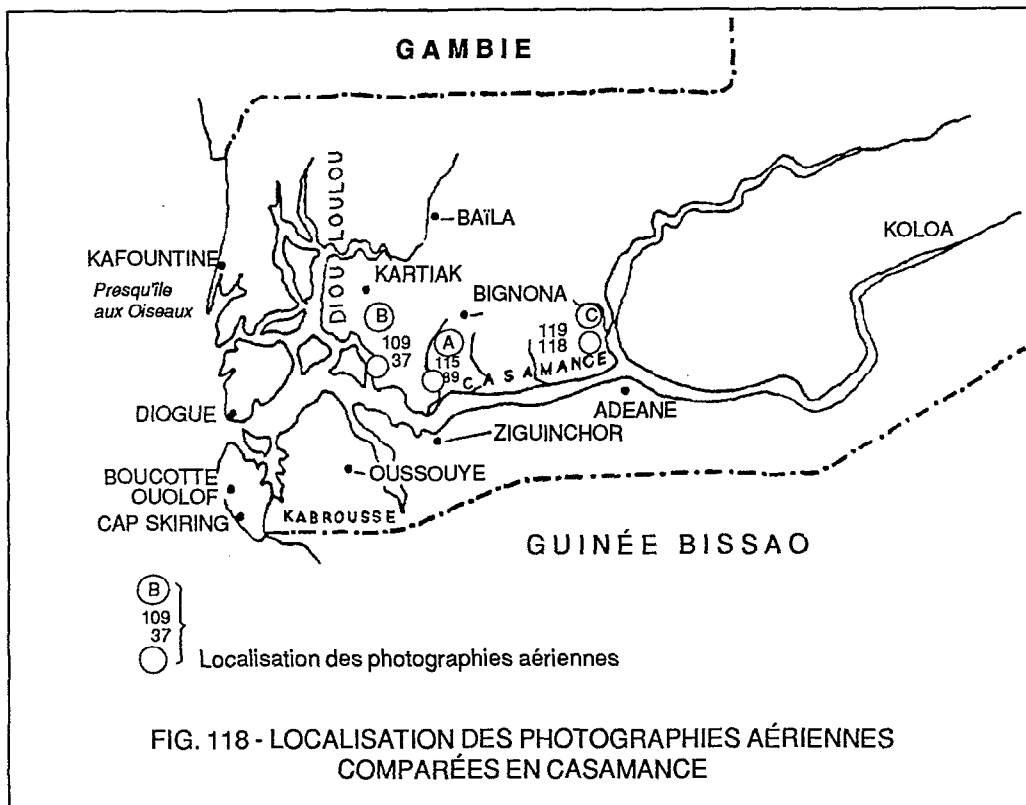


<b>3 : Programme de traitements statistiques utilisés à partir des paramètres texturaux de R.L. Folk et W.C. Ward (1957, 1966).....</b>	<b>333</b>
<b>4 : Mesures hydrodynamiques (vitesses et directions des courants) réalisées dans les "Rivières du Sud".....</b>	<b>337</b>
<b>Principales abréviations .....</b>	<b>344</b>
<b>Document photographiques et cartographiques utilisés.....</b>	<b>346</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>348</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>353</b>
<b>Liste des planches photographiques illustrant le texte .....</b>	<b>356</b>
<b>Table des matières.....</b>	<b>357</b>
<b>Annexes planches photographiques .....</b>	<b>361</b>
(Photos n° 9 à 20 , voir microfiches)	
<b>Localisation des photographies aériennes comparées en Casamance .....</b>	<b>369</b>
Planche A .....	370
Planche B .....	372
Planche C .....	374
<b>Planches cartographiques de la Guinée-Bissao et de la République de Guinée</b>	
Légendes : - croquis géomorphologiques.....	378
- formations végétales.....	379

## **ANNEXES DES PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES**

Photos 9 à 20, pages 362 à 368  
(voir microfiches p. 312)

ÉVALUATION DES SUPERFICIES AFFECTÉES PAR LA SÉCHERESSE  
 PAR COMPARAISON DE PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES  
 DE DATES DIFFÉRENTES ENTRE 1969 ET 1983 : RÉGION DE CASAMANCE.



## Planche A

**Photographies aériennes :** Mission I.G.N. 69 ND 28 II-III - n° 115 (1/50 000)  
et mission I.G.N. 83 SEN 84 33 - n° 89  
(Ech. : 1/30 000)

**Localisation :** Secteur de Tobor.

Entre 1969 et 1983, on observe d'importants changements dans la végétation. Les mangroves à *Rhizophora racemosa* et *Rhizophora mangle* ont pratiquement disparu laissant la place à un mince liseré de palétuviers qui ourlent les bôlons mais surtout à une extension considérable des tannes nus inondables ou à efflorescences salines. Cette disparition de la mangrove s'explique, en partie, par l'action anthropique : déboisements pratiqués dans les périmètres de la société ILACO (voir parcelles situées le long de la route dont la géométrie est très régulière). Mais ces transformations relèvent surtout d'une évolution naturelle qui met en évidence l'importance et l'incidence de la désertification récente dans les milieux estuariens et de mangroves (voir partie E et NW concernées).

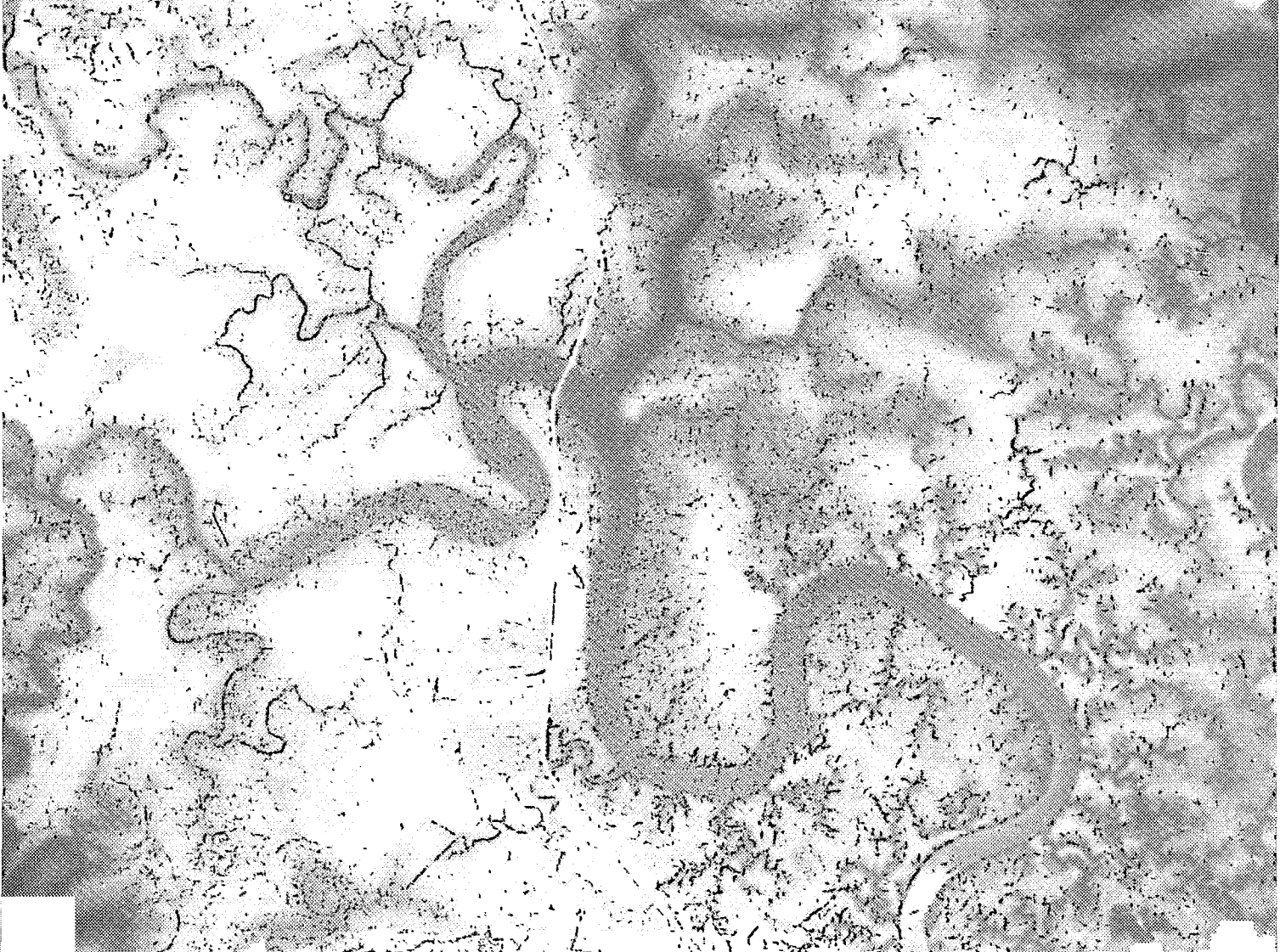
69 ND 28 7-11 115



PLANCHE

A

84 300 89

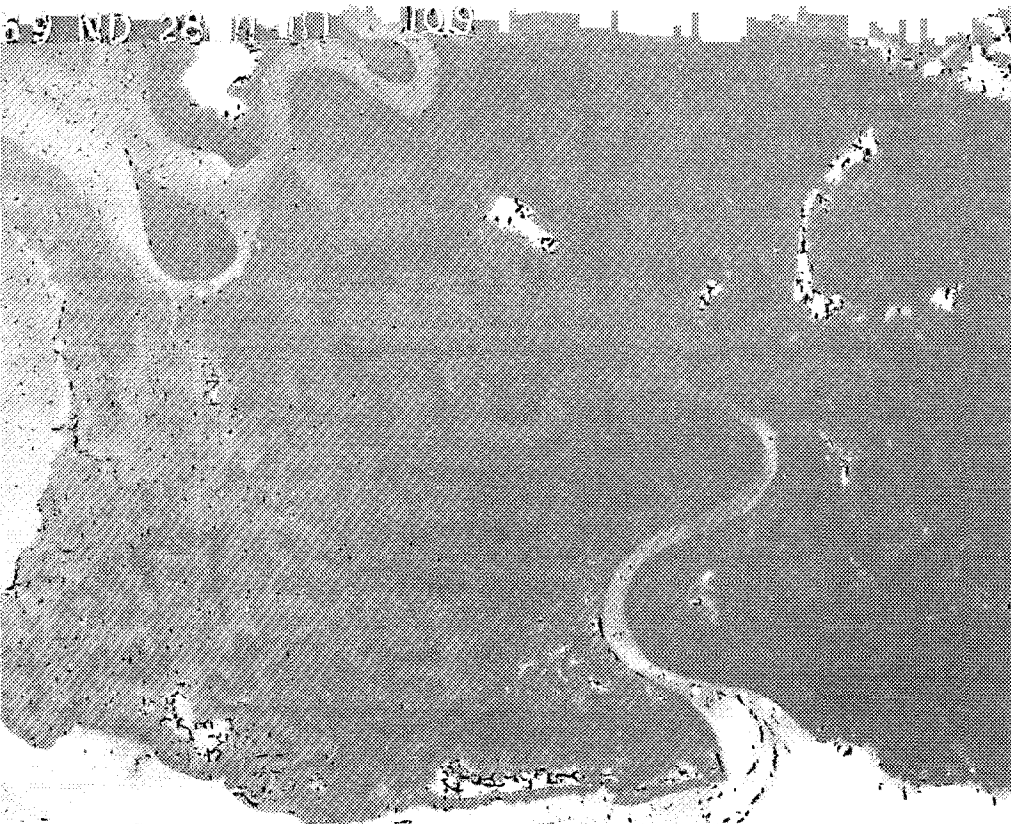


## Planche B

**Photographies aériennes :** Mission I.G.N. 69 ND II-III - n° 109 (Ech. : 1/50 000)  
et Mission I.G.N. 83 SEN 84 300 - n° 37 (Ech. : 1/30 000)

**Localisation :** Région comprise entre Affiniam et le Banc Elana,  
sur le fleuve Casamance.

Les photographies montrent bien que les peuplements de *Rhizophora* sont les premiers atteints et semblent décimés par la sécheresse climatique qui a sévi entre 1969 et 1983. Plus de la moitié de la végétation de mangrove a disparu, alors que les tannes ont vu leurs superficies augmenter considérablement.



PLANCHE

B



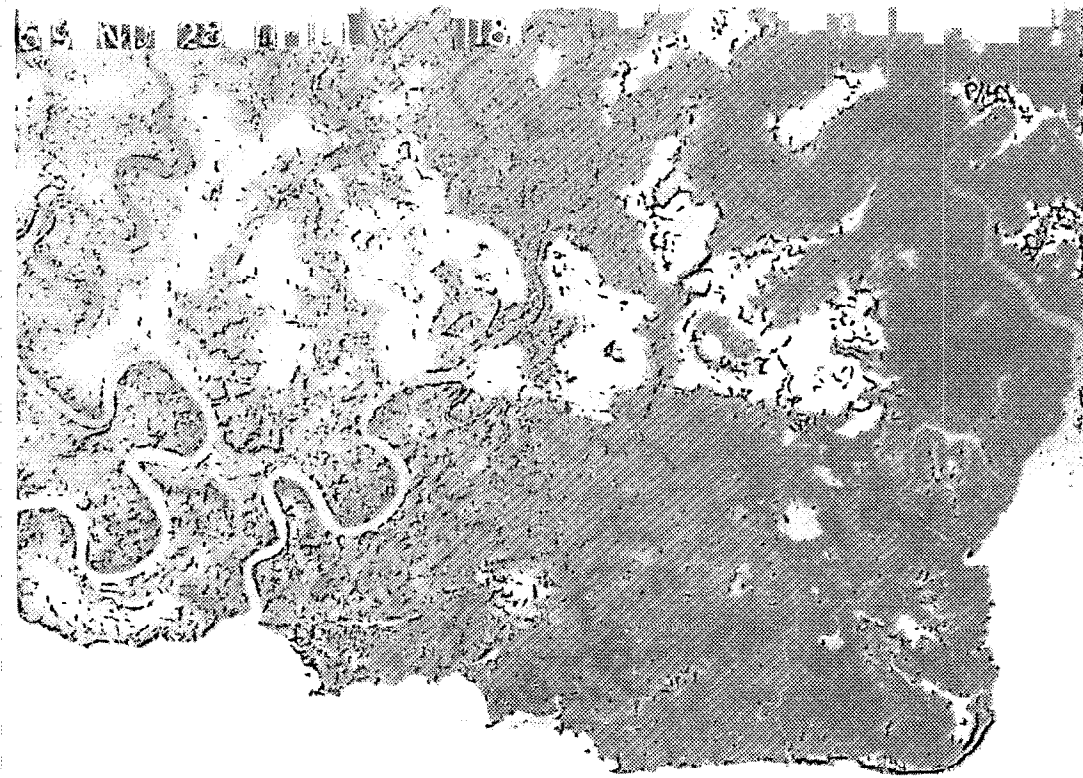
## Planche C

**Photographies aériennes :** Mission I.G.N. 69 ND II-III - n° 118 (E. : 1/50 000)  
et mission I.G.N. 83 SEN 84 300 - n° 119 (E. : 1/30 000).

**Localisation :** Secteur compris entre Fintiok - Koubanao et  
le fleuve Casamance.

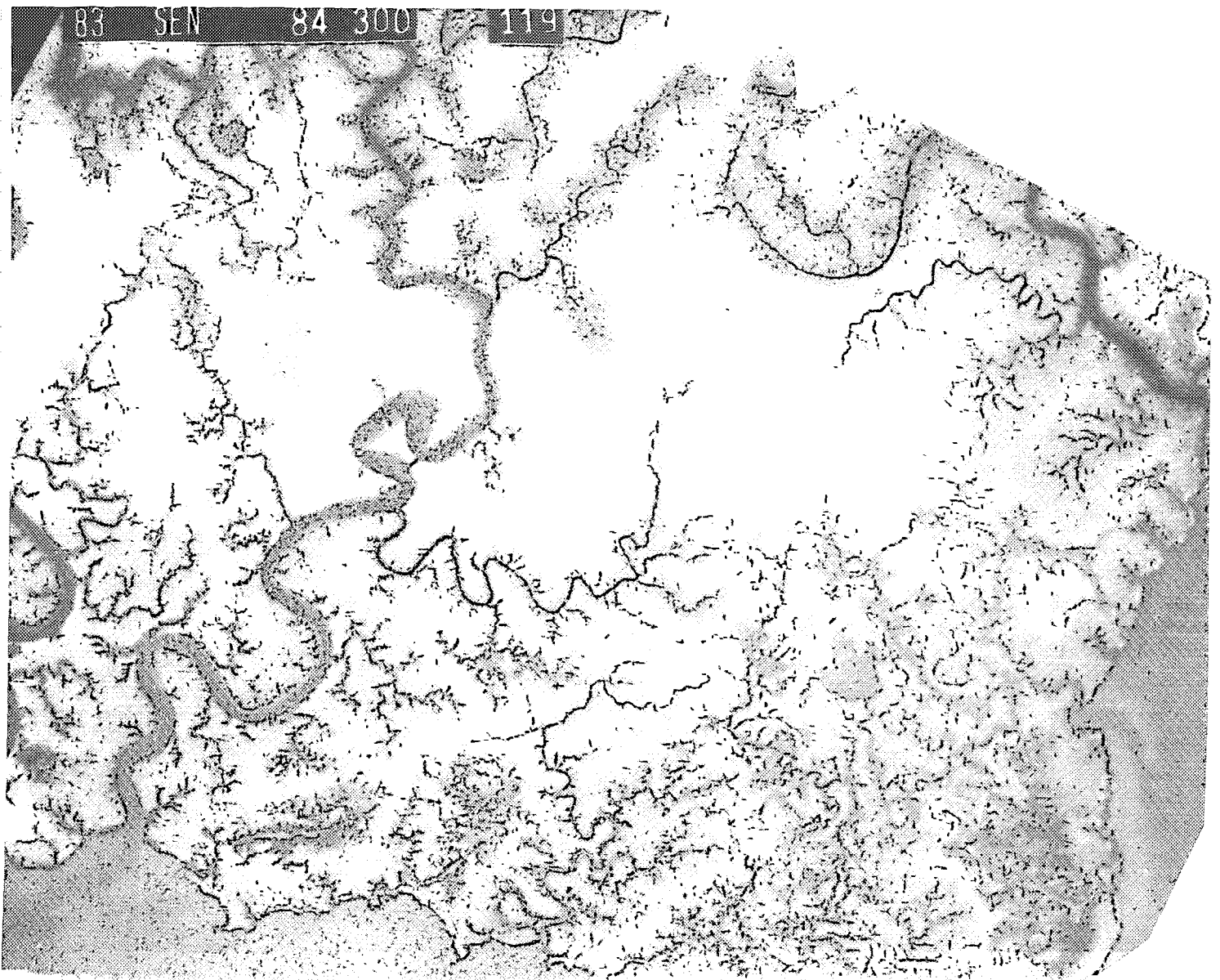
L'examen de ces photographies met en évidence l'importante mortalité des peuplements de palétuviers qui semble exacerbée au fur et à mesure que l'on remonte vers l'amont. Avec un déficit pluviométrique qui provoque un arrêt ou une réduction de l'écoulement autorisant une remontée des surfaces tidales saumâtres, un gradient de salinité qui croît de l'aval vers l'amont, la submersion à l'eau salée à hypersalée se substitue de plus en plus à celle de l'eau douce. L'accentuation de la sursalure et du taux de mortalité aboutit dans certaines stations amont à la disparition quasi-complète de la mangrove.





PLANCHE

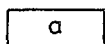
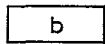
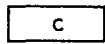
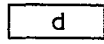
C



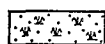
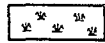
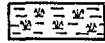
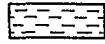

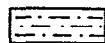




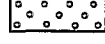
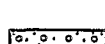

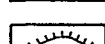
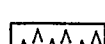


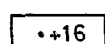

**PLANCHES CARTOGRAPHIQUES DE LA GUINÉE BISSAO  
ET DE LA RÉPUBLIQUE DE GUINÉE**

# LEGENDE DES CROQUIS GEOMORPHOLOGIQUES.

## **(A) LES EAUX** (limites relatives des lignes d'isoturbidité.)

-  Eaux très turbides et/ou peu profondes.
-  Eaux moyennement turbides.
-  Eaux peu turbides.
-  Eaux claires et profondes.

## **(B) LES UNITES GEOMORPHOLOGIQUES.**

-  (1) Vasières à mangroves.
-  (2) Vasières nues.
-  (3) Complexes de vasières, de tannes herbues et parfois de cordons sableux aménagés en rizières.
-  (4) Tannes nus à efflorescences salines.
-  (5) Tannes nus inondables.
-  (6) Tannes herbues.
-  (7) Cordons sableux dénudés, souvent éolisés en surface.
-  (8) Cordons sableux couverts de végétation.
-  (9) Ensemble de cordons couverts ou parfois dénudés.
-  (10) Flèches sableuses récentes, parfois couvertes de végétation.
-  (11) Régions de bordures ("continental terminal" ou formations plus anciennes affleurantes à subaffleurantes, souvent cuirassées.)
-  (12) Régions de bordures avec une végétation plus dense.
-  (13) Terrasse de colluvionnement (rebord du plateau du "C. T.")
-  (14) Affleurement de cuirasse ferrugineuse.
-  (15) "Kjökkenmøddinger."
-  (16) Bancs sableux souvent immergés à marée haute.
-  (17) Réseau hydrographique.
-  (18) Cote d'altitude approximatif.
-  (19) Principales agglomérations.

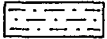
## LEGENDE DES CROQUIS DES PRINCIPALES FORMATIONS VEGETALES



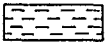
(1) Formations à grands *Rhizophora racemosa* ( Mangroves hautes )



(2) { Formations à *Rhizophora racemosa* (Mangroves hautes)  
 Formations à Rhiz. rac. + Rhiz. mangle. (Mangroves basses)  
 Formations à Rhiz. rac. + *Avicennia nitida* (Mangroves basses)



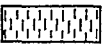
(3) Formations à *Avicennia nitida* + *Sesuvium portulacastrum* + *Paspalum vaginatum* + *Philoxerus vermicularis*



(4) Formations de mangroves dégradées (Rhizophoracées + Avicenniacoées)



(5) Formations de tannes herbus avec *Sesuvium portulacastrum*, *Philoxerus vermicularis*, *Sporobolus robustus*...  
 + des plantes post-culturelles



(6) Tannes nus à efflorescences salines + Tannes nus inondables



(7) Formations de cordons sableux : savane arbustive avec :

2 Strates { -- 1 Strate graminéenne : Composée de *Andropogon gayanus*, *Sporobolus robustus*, *Ctenium elegans*, *Leptadenia hastata*...  
 -- 1 Strate arbustive : avec des *Acacias*, des *Euphorbes*, des *Ficus*...



(8) Formations de cordons sableux : Savane arbustive et arborée

avec 3 Strates { -- 1 Strate graminéenne : avec *Cenchrus biflorus*, *Ctenium elegans*, *Sporobolus spicatus*, *Andropogon gayanus*  
 -- 1 Strate arbustive : avec *Dichrostachys glomerata*, des *Acacias* + *Cassia tora*...  
 -- 1 Strate arborée : *Tamarindus indica*, *Borassus flabellifer*, *Elaeis guineensis*, *Parkia biglobosa*...



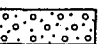
(7) + (8)

(9) Formations développées sur sables marins récents, sable de plage avec :

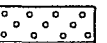
{ *Ipomea pes-caprae*, *Ipomea stolonifera*, *Cyperus maritimum*, *Scaevola plumieri*, *Althemertera maritima*  
 et parfois des fourrés de *Dichrostachys glomerata*, *Dalbergia ecastophyllum*...



(10) Paysages de mangroves, de tannes herbus ou de cordons sableux aménagés en rizières ou mis en jachères.



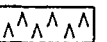
(11) Formations continentales des régions de bordures (forêts, palmeries...) ou cultures sous pluie et jachères.



(11') Formations continentales cuirassées (forêts plus claires.)



(12) Bacs sableux



(13) "Klokkenmoddinger."



(14) Réseau hydrographique



(15) Principales agglomérations.

ORSTOM Editeur  
Dépôt légal : février 1990  
Micro-édition, Impression  
ORSTOM BONDY

## RÉSUMÉ

Dans l'optique de cette étude comparative focalisée sur les parties aval et envasées des « Rivières du Sud » : du Saloum (Sénégal) à la Mellacorée (République de Guinée), la méthodologie utilisée privilégie la cartographie avec comme région de référence les marais à mangroves du Saloum. L'essentiel de notre démarche s'appuie sur :

la collecte des données climatiques et hydrologiques du domaine concerné.

- l'établissement de stations fixes pour le suivi des paramètres, aussi bien hydrologiques qu'hydrodynamiques.
- l'exécution de sondages aussi profonds que possible dans les unités géomorphologiques similaires (séquences vasières/tannes, cordons sableux, flèches et bancs sableux ...) afin de pouvoir procéder à leur comparaison sédimentologique et retracer l'histoire de leur évolution au cours du Quaternaire récent.
- la réalisation en fonction de nos possibilités matérielles, de profils bathymétriques et de prélèvements concomitants dans les principaux réseaux fluviaux (cas du Saloum, du Diomboss, du Bandiala et de la Casamance).
- la mise en place de transects représentatifs afin de caractériser les grands groupements végétaux et l'écologie des domaines étudiés.
- et enfin, la cartographie d'ensemble de la région, réalisée à partir d'interprétations de photographies aériennes de dates différentes et d'imagerie Landsat agrandie en compositions colorées.

Malgré les limites de ce travail, dues essentiellement à l'étendue de la zone étudiée (sur 700 à 800 km de long), des solutions suffisamment précises, car fondées sur des données suivies, quantifiées et parfois cartographiées, ont été proposées à certaines questions soulevées dans l'introduction (cas du modèle d'estuaire inverse du Saloum ; de l'affinement, du nord au sud, de la texture du matériel des vasières et des tannes...). Alors que d'autres interprétations demeurent, somme toute, provisoires et devraient s'appuyer sur des observations et mesures plus continues pour des conclusions définitives.

### Mots-clés

Estuaires - Holocène - « Rivières du Sud » - Vasières à mangrove - Tannes - Hydrodynamique - Sédimentologie - Cartographie - Images-satellites - Géomorphologie - Aménagements hydro-agricoles.