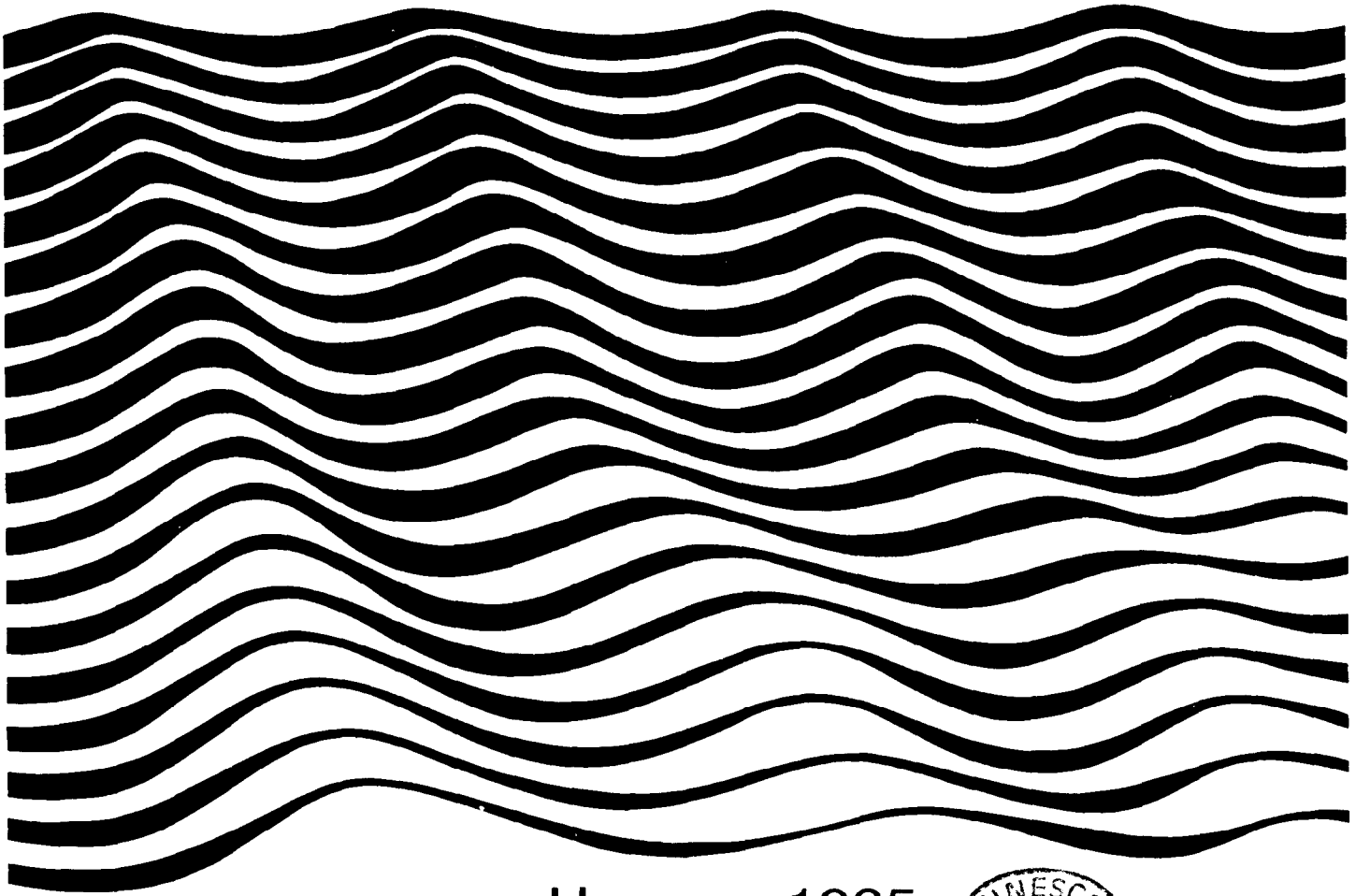
NS/99/32

Rapports de l'Unesco
sur les sciences de la mer 32

L'estuaire et la mangrove du Sine Saloum

Résultats d'un Atelier régional
Unesco-COMAR tenu à Dakar (Sénégal)
du 28 février au 5 mars 1983



Unesco, 1985

UNESCO ARCHIVES

RAPPORTS DE L'UNESCO SUR LES SCIENCES DE LA MER

N°		Année
1	Marine ecosystem modelling in the Eastern Mediterranean Report of a Unesco workshop held in Alexandria, Égypte, décembre 1974 Publié en anglais seulement	1977
2	Marine ecosystem modelling in the Mediterranean Report of the Second Unesco Workshop on Marine Ecosystem Modelling Publié en anglais seulement	1977
4	Programme de formation des techniciens de la mer Rapport sur une réunion de travail COI/Unesco, tenue à Miami (Floride) du 22 au 26 mai 1978 Publié également en anglais, espagnol et russe	1979
5	Programme de cours de sciences de la mer pour les écoles secondaires Rapport sur une réunion de travail tenue au United World College of the Atlantic, Royaume-Uni, 5-9 juin 1978 Publié également en anglais, arabe, espagnol et russe	1979
6	Constitution de collections de références sur la biologie marine dans les pays arabes méditerranéens Réunion d'experts tenue à Tunis du 20 au 23 septembre 1978 Publié également en anglais et en arabe	1979
7	Les écosystèmes côtiers de la Méditerranée du Sud : lagunes, deltas, marais maritimes Rapport d'une réunion d'experts, Tunis, 25-27 septembre 1978 Publié également en anglais et en arabe	1979
8	The mangrove ecosystem: human uses and management implications Report of a Unesco regional seminar held in Dacca, Bangladesh, décembre 1978 Publié en anglais seulement	1979
9	The mangrove ecosystem: scientific aspects and human impact Report of the seminar organized by Unesco at Cali, Colombie, 27 novembre-1 décembre 1978 Publié en anglais et espagnol	1979
10	Développement de la technologie et des sciences de la mer en Afrique Groupe de travail d'experts patronné par la CEA et l'Unesco, Addis Abeba, 5-9 mai 1980 Publié également en anglais	1980
11	Programa de plancton para el Pacífico Oriental Informe final del Seminario-Taller realizado en el Instituto del Mar del Perú, El Callao, Peru, 8-11 septembre 1980 Publié en espagnol seulement	1981
12	Geología y geoquímica del margen continental del Atlántico Sudoccidental Informe final del Taller de Trabajo organizado por la Unesco en Montevideo, Uruguay, 2-4 décembre de 1980 Publié en espagnol seulement	1981
14	Sciences et technologie de la mer en Afrique : situation actuelle et développement futur Synthèse d'enquêtes réalisées dans certains pays côtiers africains, Unesco/CEA, 1980 Projet RAF/78/024 Publié également en anglais	1981
15	L'enseignement de la science halieutique au niveau universitaire. Rapport d'une réunion de travail Unesco/FAO sur les programmes universitaires dans le domaine de la science halieutique. Paris, mai 1980 Publié également en anglais, arabe, espagnol et russe	1981
16	Marine and coastal processes in the Pacific: ecological aspects of coastal zone management Report of a Unesco seminar held at Motupore Island Research Centre, University of Papua New Guinea, 14-17 July 1980 Publié en anglais seulement	1981
17	Les écosystèmes côtiers de l'Afrique de l'Ouest : lagunes, estuaires et mangroves Rapport d'un atelier, Dakar, 11-15 juin 1979 Publié également en anglais	1981
18	Coral reef management in Asia and the Pacific: some research and training priorities Report of a Unesco workshop held in Manila, Philippines, 21-22 mai 1981 Publié en anglais seulement	1982
19	Mareas rojas en el Plancton del Pacífico Oriental Informe del Segundo taller del Programa de Plancton del Pacífico Oriental, Instituto del Mar, Callao, Peru, 19-20 novembre 1981 Publié en espagnol seulement	1982
20	Quantitative analysis and simulation of Mediterranean coastal ecosystems: The Gulf of Naples, a case study Report of a workshop on ecosystem modelling Ischia, Naples, Italie, 28 mars - avril 1981 Organized by the United Nations, Educational, Scientific and Cultural Organization (Unesco) and the Stazione Zoologica, Naples Publié en anglais seulement	1983
21	Comparing coral reef survey methods A regional Unesco/UNEP workshop, Phuket Marine Biological Centre, Thaïlande, décembre 1982 Publié en anglais seulement	1983
22	Conseils pour la gestion des collections de référence en biologie marine Suite donnée à une réunion d'experts des pays arabes méditerranéens Publié aussi en anglais et arabe	1983
23	Coral reefs, seagrass beds and mangroves: their interaction in the coastal zones of the Caribbean Report of a workshop held at West Indies Laboratory, St. Croix, Iles vierges américaines, mai 1982 Publié en anglais seulement	1983
24	Coastal ecosystems of Latin America and the Caribbean The objectives, priorities and activities of Unesco's COMAR project for the Latin America and Caribbean region, Caracas, Venezuela, 15-19 novembre 1982 Publié en anglais et espagnol	1983
25	L'enseignement du génie océanique au niveau universitaire Principes directeurs recommandés par la réunion de travail Unesco/COI/ECOR sur les programmes d'études universitaires spécialisées relatifs au génie océanique et aux disciplines connexes Paris, octobre 1982 Publié également en anglais, arabe, chinois, espagnol et russe	1983
26	Global survey and analysis of post-graduate curricula in ocean engineering English only	1984
27	Productivity and processes in island marine ecosystems. Recommendations and scientific papers from the Unesco/IOC sessions on marine science co-operation in the Pacific, at the XVth Pacific Science Congress, Dunedin, New Zealand, February 1983 English only	1984
28	Oceanographic modelling of the Kuwait Action Plan (KAP) Region. Report of simposium/workshop; University of Petroleum and Minerals, Dhahran, Kingdom of Saudi Arabia 15-18 October 1983 English only	1984
29	Eutrophication in coastal marine areas and lagoons: a case study of 'Lac de Tunis' Report prepared by Dr M. Kelly and Dr M. Naguib English only	1984
30	Physical oceanography of the Eastern Mediterranean: an overview and research plan. Report of a Workshop held in Lerici, La Spezia (Italy), September 1983 English only	1984
31	Marine science of the North West Indian Ocean and adjacent waters. Report of a symposium on the occasion of the 50th anniversary of the MABAHISS/John Murray Expedition (1933/34), University of Alexandria, Egypt, 3 to 7 September 1983 English only	1984

Rapports de l'Unesco 32
sur les sciences de la mer

L'estuaire et la mangrove du Sine Saloum

Résultats d'un Atelier régional
Unesco-COMAR tenu à Dakar (Sénégal)
du 28 février au 5 mars 1983

Unesco, 1985

Publié en 1985
par l'Organisation des Nations Unies
pour l'éducation, la science et la culture
7, place de Fontenoy, 75700 Paris

Imprimé dans les ateliers de l'Unesco

© Unesco 1985
Imprimé en France

Il est permis de reproduire des extraits des *Rapports de l'Unesco sur les sciences de la mer*, à condition d'en indiquer la source et d'envoyer des justificatifs à la Division des sciences de la mer.

PREFACE

Cette série de Rapports est publiée par la Division des Sciences de la Mer de l'Unesco. Paraissent dans cette collection des études visant à répondre à des aspects particuliers du programme et à rendre compte de l'avancement des projets. Sont également représentées dans cette collection les activités menées en commun par la Division et la Commission océanographique intergouvernementale, dans le domaine de la formation et de l'enseignement, en particulier.

Les Rapports, conçus pour compléter la série des Documents techniques de l'Unesco sur les sciences de la mer, sont distribués gratuitement à diverses institutions et autorités gouvernementales. Les particuliers désirant se procurer des titres spécifiques de la série, et les institutions voulant figurer sur la liste d'envoi sont priés d'adresser leur demande (si possible sur papier à lettre à en-tête) à :

Division des Sciences de la Mer
Unesco
Place de Fontenoy
75700 Paris
France

SUMMARY

This report contains the scientific findings on the Sine-Saloum estuary that were obtained in the context of the Regional Workshop on Research Methodologies applied to Estuarine and Mangrove Ecosystems of West Africa held in Dakar, Senegal, from 28 February to 5 March 1983. It also includes recommendations aimed at promoting such activities in the whole of the region concerned. The originality of the Workshop lay in the fact that the meetings were preceded by three days of demonstrations in the field. The subjects discussed concern the physical environment of the Sine-Saloum region (estuarine and continental hydrology, sedimentology, pedology), the organisms living there (flora of the continent, mangroves and estuarine water plants, micro-organisms and macrobenthos) and the human environment (fishing communities). This part of the report is supplemented by comments on the management of data bases and on biosphere reserves. It is noted in the conclusions that owing to the aridity of the climate the functioning of the 'estuary' is 'anti-estuarine', a phenomenon discernible in all the data, both physical and biological. In the recommendations, emphasis is laid on the vital need to make the public aware of the impact of the mangrove ecosystem on human life in tropical coastal systems and to promote studies of the subject in all the countries of the region covered by the workshop, which was a follow-up to the workshop on the coastal ecosystems of West Africa held in Dakar from 11 to 15 June 1979.

RESUME

Ce rapport contient les résultats scientifiques obtenus sur l'estuaire du SINE SALOUM dans le cadre de l'Atelier régional sur les méthodologies de recherche appliquées aux estuaires et mangroves de l'Afrique de l'Ouest qui s'est tenu à Dakar (Sénégal) du 28 février au 5 mars 1983. Il inclut aussi les recommandations visant à promouvoir de telles activités dans toute la région concernée. L'originalité de cet atelier tient au fait que les réunions en salle ont été précédées par trois journées de démonstrations sur le terrain. Les sujets abordés concernent le milieu physique du Sine-Saloum (hydrologie estuarienne et continentale, sédimentologie, pédologie), les organismes qui y vivent (flore du continent, des mangroves et des herbiens estuariens, microorganismes et macrobenthos) et enfin le milieu humain (pêcheurs). L'ensemble est complété par des notions sur la gestion des bases de données et sur les réserves de la biosphère. Parmi les conclusions, on voit que l'aridité du climat donne à cet "estuaire" un fonctionnement "antiestuarien" dont les conséquences sont perceptibles dans toutes les données, physiques comme biologiques. Dans les recommandations, l'accent est mis sur la nécessité impérieuse de faire connaître au public l'incidence de l'écosystème mangrove sur la vie humaine dans les systèmes côtiers tropicaux et de promouvoir son étude dans tous les pays de la région concernée par cet atelier qui fait suite à l'atelier sur les écosystèmes côtiers de l'Afrique de l'Ouest, tenu à Dakar du 11 au 15 juin 1979.

RESUMEN

Este informe contiene los resultados científicos obtenidos en el estuario del Sine-Salum, dentro de las actividades del Taller regional sobre las metodologías de investigación aplicadas a los estuarios y manglares del Africa Occidental, el cual tuvo lugar en Dakar (Senegal), del 28 de febrero al 5 de marzo de 1983. El informe incluye también las recomendaciones encaminadas a fomentar esas actividades en toda la región interesada. La originalidad de este Taller estriba en que antes de las reuniones de aula hubo tres días de demostraciones sobre el terreno. Los temas abordados se refieren al medio físico del Sine-Salum (hidrología estuarina y continental, sedimentología, edafología), los organismos de ese hábitat (flora continental, manglares y herbarios estuarinos, microorganismos y macrobentos y, finalmente, el medio humano (pescadores)). El conjunto se completa con nociones sobre la gestión de las bases de datos y sobre las reservas de biosfera. Entre las conclusiones está la de que la aridez del clima le imprime a este "estuario" un funcionamiento "antiestuarino" cuyas consecuencias son perceptibles en todos los datos, físicos y biológicos. En las recomendaciones, se insiste en la imperiosa necesidad de dar a conocer al público la incidencia del ecosistema de manglares en la vida humana de las costas tropicales y de promover su estudio en todos los países de la región de que se trata mediante este Taller, continuación del realizado sobre los ecosistemas costeros del Africa Occidental que se celebró en Dakar del 11 al 15 de junio de 1979.

РЕЗЮМЕ

В этом докладе содержатся научные результаты по эстуарию Сине-Салум, полученные в ходе Регионального учебно-практического семинара по методологии прикладных исследований эстуариев и мангровых в Западной Африке, который состоялся в Дакаре /Сенегал/ 28 февраля - 5 марта 1983 г. В него входят также рекомендации, направленные на содействие подобной деятельности во всем рассматриваемом районе. Своеобразие этого учебно-практического семинара связано с тем, что заседаниям предшествовали три дня демонстрации на местах. Рассматриваются вопросы физической среды Сине-Салум /гидрология эстуариев и континентальная гидрология, седиментология, педология/, живущие там организмы /континентальная флора, мангровые и водоросли эстуария, микроорганизмы и макробентос/ и, наконец, влияние деятельности человека /рыболовы/. Все это дополняют разделы об управлении базами данных и о биосферных заповедниках. Делается, в частности, вывод о том, что в результате сухости климата функционирование этого эстуария обратно тому, которое обычно свойственно эстуариям, и это прослеживается по всем данным, как физическим, так и биологическим. В рекомендациях подчеркивается настоятельная необходимость ознакомления населения с последствиями экосистемы мангровых для жизни человека в прибрежных тропических системах и развития изучения этой экосистемы во всех странах района, охваченного этим семинаром, который следует за семинаром по прибрежным экосистемам Западной Африки, состоявшимся в Дакаре 11-15 июня 1979 г.

ملخص

يتضمن هذا التقرير النتائج العلمية التى تم التوصل اليها بشأن مصب نهر سين سالوم فى اطار حلقة العمل الاقليمية بشأن "منهجيات البحث المطبقة على مصاب الأنهار وأشجار المنغروف فى أفريقيا الغربية"، التى عقدت فى داكار (السنغال) فى الفترة من ٢٨ فبراير/شباط الى ٥ مارس / آذار ١٩٨٣. ويشمل التقرير أيضا التوصيات الرامية الى تعزيز هذه الأنشطة فى جميع أنحاء المنطقة المعنية. وقد اتسمت حلقة العمل هذه بطابع فريد يعزى الى أن الاجتماعات التى عقدت فى القاعات سبقتها ثلاث أيام من العمل الايضاحى فى الميدان. وتنصب الموضوعات التى تناولتها الحلقة على البيئة الطبيعية لنهر سين سالوم (هيدرولوجيا المصب والهيدرولوجيا القارية، ومبحث الرواسب، وعلم التربة)، والكائنات التى تعيش فيها (نباتات القارة، وأشجار المنغروف والأعشاب التى تنمو فى مصب النهر، والكائنات الدقيقة، والأحياء القاعية الكبيرة) وأخيرا البيئة البشرية (صائدو الأسماك). وفضلا عن ذلك، تناولت الحلقة بعض المفاهيم المتعلقة بادارة قواعد البيانات واحتياطى المحيط الحيوى. ومن بين النتائج التى خلصت اليها الحلقة أن جفاف المناخ يعطى لهذا المصب "وظيفة لا تتفق وطبيعة مصاب الأنهار" تتضح نتائجها فى جميع المعطيات سواء كانت طبيعية أو بيولوجية. وقد شدد فى التوصيات على ضرورة ملحة تتمثل فى تعريف الجمهور بتأثير النظام الايكولوجى للمنغروف على الحياة البشرية فى النظم الايكولوجية الساحلية المدارية، وتعزيز دراسته فى جميع بلدان المنطقة المعنية بحلقة العمل هذه، التى تعد بمثابة متابعة لحلقة العمل بشأن النظم الايكولوجية الساحلية فى أفريقيا الغربية التى عقدت فى داكار فى الفترة من ١١ - ١٥ يونيو/حزيران ١٩٧٩.

概　　要

本报告载有1983年2月28日－3月5日于达喀尔（塞内加尔）举办的《西非河口与红树群落应用研究方法地区讲习班》关于辛－萨卢姆河口的科学成果。本报告还包括在整个有关地区促进这类活动的建议。这期讲习班的特点在于：会议之前有三天的现场示范。讨论的专题有：辛－萨卢姆的自然环境（河口和大陆水文学，沉积学、土壤学）、河口生物（大陆植物，红树群落和河口水生植物，微生物和大型底栖生物）以及人类环境（渔民）。整个报告附有关于基本数据管理和生物圈保留地的基本概念。从结论中可以看到气候旱燥使该“河口”具有一种“抗河口的”功能，这种功能的后果，可由物理和生物学的各种数据加以说明。报告中的各项建议强调：必须向公众宣传红树群落生态系统对各热带海岸系统中人类生活的影响，并应通过这次讲习班促进有关地区各国对这种影响进行研究，这期讲习班是1979年6月11日－15日在达喀尔举办的关于西非沿海生态系统讲习班的继续。

S O M M A I R E

Pages

INTRODUCTION 1

I. LE MILIEU PHYSIQUE 7

A. Mesures hydrologiques dans le Saloum 7
B. Caractères hydrodynamiques 15
C. Caractères sédimentologiques 28
D. La mise en valeur des sols de mangroves 44
E. Les problèmes hydrogéologiques 48

II . LE MILIEU BIOLOGIQUE 54

A. Microfaune aquatique..... 54
1. Ostracodes 54
2. Foraminifères 63
3. Zooplancton 67
B. Phytoplancton 71
C. Macrofaune benthique 74
D. Herbiers..... 83
E. Associations végétales terrestres (phytosociologie)..... 89
F. L'Avifaune 104

III. LE MILIEU HUMAIN 108

A. La pêche dans l'histoire économique des îles du Saloum.....108

B. Observations effectuées au cours des recensements du parc piroguier sénégalais en avril et septembre 1982.....113

IV. TECHNIQUES ET REFLEXIONS POUR UNE APPROCHE PLURIDISCIPLINAIRE.....117

A. Recherche pluridisciplinaire et systèmes de gestion de bases de données relationnelles 117
B. L'écosystème mangrove dans la perspective de la stratégie mondiale de conservation de la nature 122

CONCLUSIONS GENERALES ET RECOMMANDATIONS.....125

A N N E X E S 1.....130

- Programme de l'Atelier 130
- Bureau de l'Atelier 131
- Discours introductif du Directeur du Breda.....132
- Discours du Représentant du Sénégal.....133
- Motion de remerciements de l'Atelier à l'Unesco.....134
- Réponse de M.le Directeur Général de l'Unesco.....134
- Liste des participants 135

A N N E X E S 2.....138

- Liste des tableaux.....138
- Liste des figures.....138

INTRODUCTION

L'étude des environnements de mangrove en Afrique fait partie de l'approche globale de l'Unesco pour promouvoir une utilisation rationnelle des zones côtières et des îles. Cette approche est définie par le " Projet Majeur Interrégional pour la recherche et la formation en vue de l'aménagement intégré des systèmes côtiers (" COMAR "). Cette action a été développée dans le cadre du programme Unesco X-5 : Gestion des régions côtières et insulaires. Le présent volume rapporte les résultats d'un atelier organisé par l'Unesco en liaison directe avec l'Université de Dakar en vue de constituer une activité de formation et de recherche au niveau régional dans le cadre de l' Equipe Pluridisciplinaire d'Etude des Ecosystèmes Côtiers ("EPEEC").

L'EPEEC regroupe plusieurs laboratoires de l'Université de Dakar -Département de Géographie Physique, Département de Géologie, Institut des Sciences de l'Environnement, Département des Sciences Economiques, Département de Biologie Animale, Département de Biologie Végétale- avec le Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye (IFRA), la Direction Nationale des Eaux et Forêts et l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer (ORSTOM).

Le présent atelier, qui s'est tenu à Dakar du 28 février au 5 mai 1983, était la continuation de l'Atelier sur les écosystèmes côtiers de l'Afrique de l'Ouest - lagunes, estuaires et mangroves - , tenu à Dakar du 11 au 15 juin 1979, à l'échelon régional.Il répondait aux recommandations de la Deuxième Session du SCOR de l'Unesco, du 27 au 29 juin 1982 (SCOR : Scientific Committee on Oceanic Research). Cet Atelier a regroupé quarante- quatre scientifiques venus de dix pays Africains riverains de l'Atlantique, un consultant venu de France et des représentants de l'Unesco. Il s'est déroulé en deux épisodes: d'abord un stage de terrain de trois jours sur l'estuaire du Saloum - consacré aux études pratiques et aux recherches - puis un colloque de trois jours au "Bureau Régional d'Education pour l'Afrique" (Unesco - BREDA) à Dakar . L'objectif était de discuter les résultats obtenus par les spécialistes du Sénégal, notamment de l'EPEEC, et de les confronter aux observations de terrain.

La réunion a également défini les objectifs à promouvoir à l'échelon régional. Les participants ont confirmé que le type d'action proposé par l'Unesco, faisant précéder le colloque par une phase d'activité de terrain, était très efficace pour réaliser le double but de formation et de dissémination du savoir.

Il a été également souligné pendant l'Atelier que, malgré les différences de niveau des recherches sur les zones côtières d'un pays à l'autre, bon nombre des pays représentés souhaitaient participer à des activités de type " COMAR ". Cela s'explique par leur conviction commune que ce Projet Majeur Interrégional favorisera la coopération et l'assistance mutuelle au niveau régional.

LE MODELE ETUDIE:GRANDS TRAITS DE L'ESTUAIRE DU SALOUM.

Le site d'estuaire et de mangroves du fleuve Saloum, objet de cette étude, fait partie intégrante d'un ensemble plus vaste comprenant trois grands groupes d'îles étendus sur plus de 80 000 ha (le Gandoul au Nord, les îles Bétanti et Fathala au Sud), séparés par trois bras de mer principaux (figure 1).

Seules, les deux premiers groupes d'îles ont fait l'objet d'investigations dont les résultats sont présentés dans les paragraphes C et D du chapitre consacré au "Milieu physique". Cette région, qui se situe entre 13° 35' et 14° 10' Lat. N et 16° 50'et 17° Long. W, est parcourue par une multitude de chenaux de marée et sa formation végétale spécifique est consituée par la mangrove.

Les îles du Saloum font partie intégrante du domaine climatique soudanien caractérisé par deux saisons nettement tranchées :

- une saison sèche , fraîche de novembre à mars, chaude de mars à juin, au cours de laquelle les vents dominants sont des alizés maritimes frais (de direction Nord à Nord Ouest) et continentaux, secs (de direction Est à Nord Est: harmattan),

- une saison chaude et humide ou saison des pluies (de juillet à octobre), qui a tendance à s'écourter dans les années récentes et se caractérise par des vents de direction Ouest et Sud Ouest (vents de mousson).

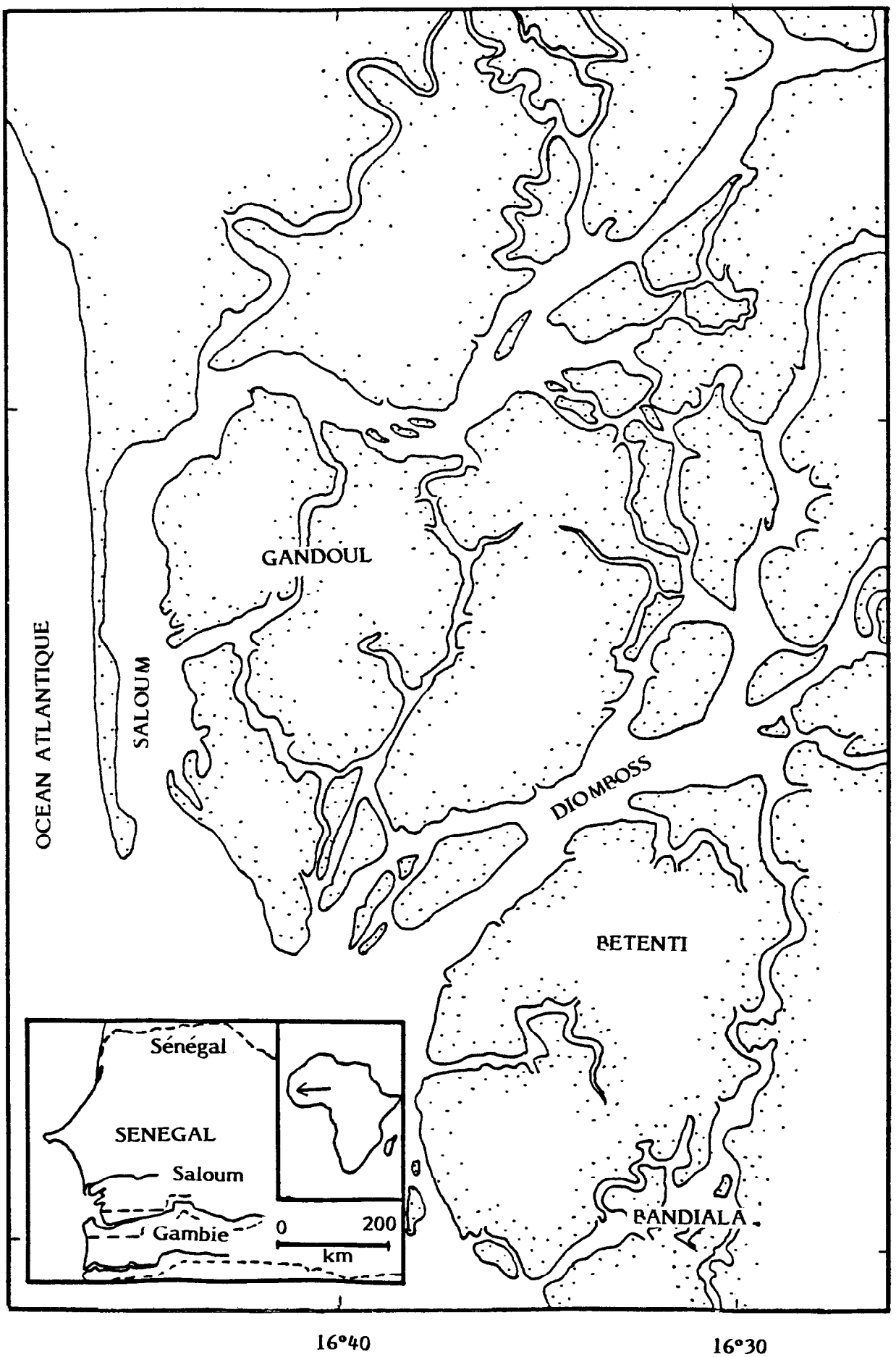


Figure 1 : Carte de localisation.

Station	Années	Evaporation totale en mm	Précipititations annuelles en mm	Déficit pluvio-métrique théorique
Kaolac	1971/81	2208,6	609,8	1598,7
Foundiougne	1971/81	1606,8	703,2	903,1
Dionewar	1971/81	1245,8	842	391,8

Tableau 1 : évaporation et précipitations (région du Saloum).

D'après les moyennes calculées pour la période de 1958 à 1982, ce domaine s'inscrit entre les isohyètes 900 mm au Sud, à Djinak, et 700 mm au Nord de Foundiougne (le nombre de jours de pluie variant entre 45 et 55 jours par an). La température moyenne annuelle est environ de 25,3°C. Par ailleurs, les totaux moyens annuels de l'évaporation peuvent être très élevés, même pour les stations de Foundiougne et Dionewar. Une comparaison entre l'évaporation moyenne annuelle et la pluviométrie annuelle concernant 3 stations donne les résultats suivants (Tableau 1).

Malgré le caractère très général de ces moyennes, leur incidence est très nette au niveau de l'évapotranspiration, du bilan hydrique et des phénomènes d'écoulement hypodermique, phréatique et surtout superficiel.

FACTEURS HYDROLOGIQUES DU SALOUM

Trois "bras de mer" parcourent l'ensemble de la zone deltaïque : le Saloum du Nord, le Diomboss et le Bandiala au Sud. Seul le réseau hydrographique du Saloum, protégé en partie par la Pointe de Sangomar, sera présenté en détail (paragraphes A et B du chapitre "Milieu physique"). D'une manière générale le Saloum ne fonctionne pas comme un estuaire normal. De faibles apports solides et une pente réduite conditionnent le caractère particulier de l'organisation du réseau hydrographique en larges chenaux interconnectés par des bôlons - nom local donné aux chenaux de marée - aux multiples ramifications. En outre, le caractère limité des arrivés d'eau douce détermine, en toutes saisons, une influence prépondérante des phénomènes de marée dynamique et de marée de salinité dans l'ensemble du réseau. Le tableau ci- dessous illustre les effets sur la salinité qui est partout supérieure à celle de la mer(Tableau 2).

Stations	C.E. en mmhos	S 35°/oo
Embouchure	72 500	55,6
Dionewar	69 000	52,9
Diamniago	75 000	57,5
Bassoul	75 000	57,5
Djirnda	75 000	57,5
Ndangane	81 000	62,1
Foundiougne	84 000	64,4
Kaolac	115 000	88,2
Eau de mer ouest de Sangomar	50 000	35°/oo

Tableau 2 : Données générales concernant la salinité des eaux du Saloum (E.S. DIOP, 1978).

LES FORMATIONS GEOLOGIQUES

Les formations récentes caractérisent ce domaine comme en témoigne l'épaisseur des sédiments fins superficiels révélée par les coupes et sondages des sociétés pétrolières (figure 2) : 41 m de sables à Djifère ; 62 m de couches argilo- sableuses à Thialane, 49 d'argile, de sable et de vase à Djirnda, 25m

d'argile et de sable à Ngnadior...(E.S. DIOP,1978). D'une manière générale, la région est basse. Les cotes d'altitude I.G.N. sont presque toujours inférieures à 0,50 m sauf au niveau des cordons sableux. Les formes identifiées dans le secteur étudié proviennent d'une évolution au Quaternaire récent (post-nouakchottien). Elles ont été mises en évidence par photo- interprétation (mission aérienne au 1/50 000 de 1969) et par observation d'imagerie Spot (mission simulation Spot sur le Saloum - I.G.N. au 1/50 000, Oct 1982 - carte h.t.). Parmi ces différentes unités, on distingue :

- des vasières à mangrove qui se localisent sur la bordure immédiate des bôlons, dans la zone de fluctuation des marées ;

- des tannes, plats et plus ou moins inclinés, qui se subdivisent en tannes nus, inondables ou à efflorescences salines, et en tannes herbus ;

- des cordons sableux, anciens cordons littoraux remaniés des kjökkenmödding (débris de cuisine préhistoriques) qui dominent cet ensemble ;

- des pseudolunettes, d'origine éolienne, qui apparaissent localement en bordure des tannes.

L'analyse du tableau 2 traduit donc un gradient de croissance de la salinité au fur et à mesure que l'on remonte le fleuve. C'est à Kaolack (où les phénomènes d'évaporation sont intenses) qu'elle atteint son maximum. Sur toute la longueur du fleuve Saloum, nous avons affaire à un bief salé, le débit en eau douce étant très faible en hivernage (voir mesures nov. 1982). Les conséquences en sont sensibles au niveau de certaines unités géomorphologiques:

- salinisation et acidification des vasières à mangroves,

- extension des surfaces sursalées dépourvues de toute végétation : les tannes nus,

- "hypersalinisation" des nappes phréatiques, notamment en saison sèche (cf. paragraphe E du chapitre "Milieu physique").

LES CARACTERES DU MILIEU BIOLOGIQUE

Dans un contexte physiographique si particulier, la biosphère ne peut qu'être fortement marquée par les caractères du milieu.

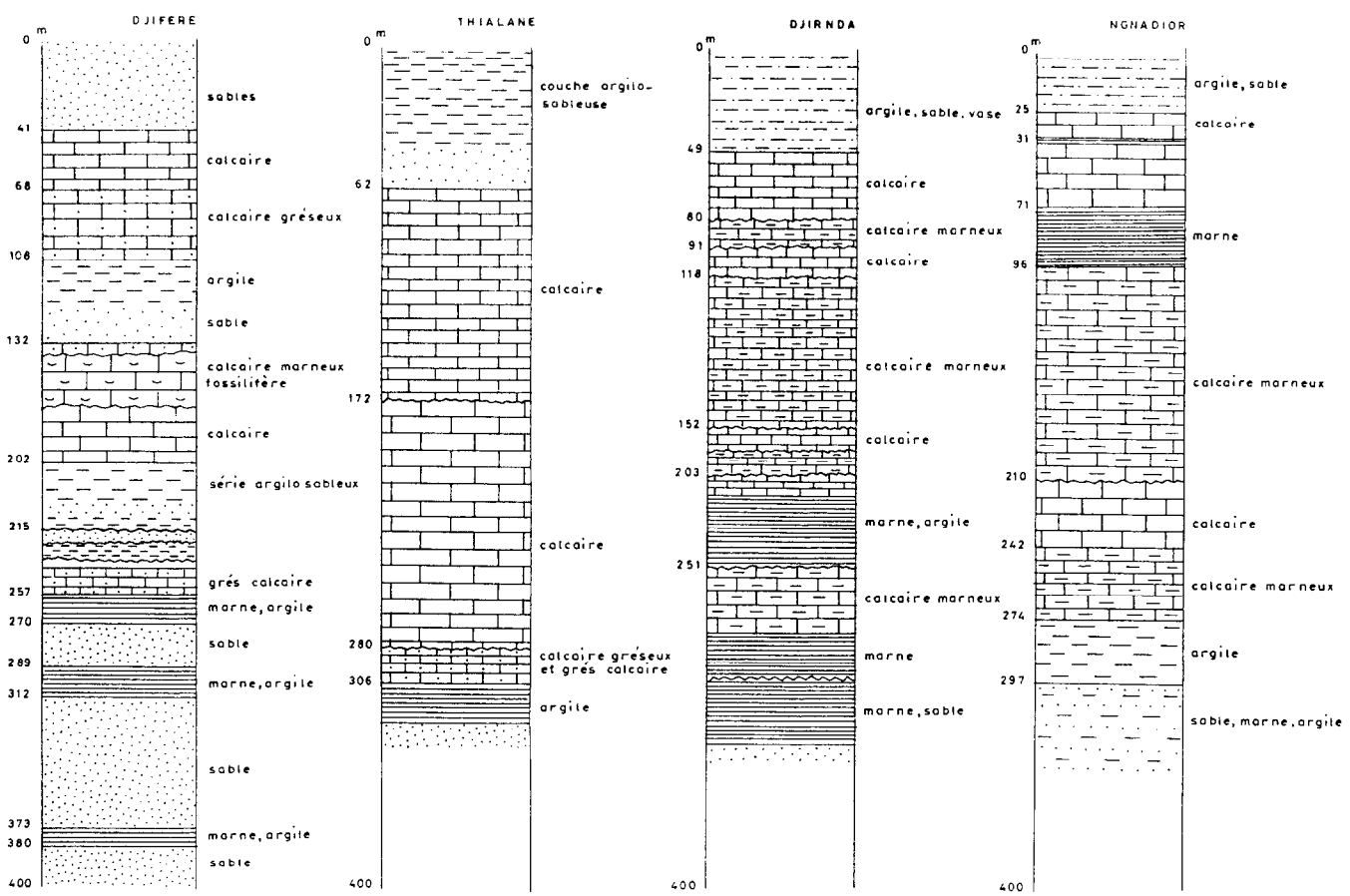


Figure 2 : coupes géologiques schématiques.

C'est d'abord la mangrove, dont la dégradation manifeste l'incidence d'une évolution climatique préoccupante (paragraphe E du chapitre "Milieu Biologique").

Ce sont aussi d'autres éléments de la biomasse, moins visibles, dont l'importance a été sondée à travers l'étude de quelques groupes particuliers (paragraphes A, B, C, D, et F du chapitre "Milieu Biologique").

LES DONNEES DU MILIEU HUMAIN

Deux grands groupes de population occupent des îles du delta du Saloum:

- les Socés dans l'île de Bétanti au Sud,
- les Niominkas, population sérère, dans le Gandoul.

C'est ce dernier "groupe ethnique" Niominka (P. PELISSIER,1966), localisé dans les îles au Nord du Diomboss qui concerne notre étude. Au point de vue de ses activités économiques, le Niominka est partagé entre :

- la pêche , activité prédominante en saison sèche, qui se déroule dans les bôlons le long de la côte ou même en haute mer.

- l' agriculture , occupation complémentaire en saison des pluies, surtout consacrée à la riziculture dans les tannes herbus inondés par les pluies en particulier lorsqu'elles sont abondantes. A ces deux activités de la population locale s'ajoutent des mouvements saisonniers de migration (à partir de la fin de la saison des pluies).

La pêche, première activité économique, s'insère plus directement dans ce travail et fera l'objet d'une étude socio- économique plus poussée dans le cadre du présent rapport (Paragraphe A du chapitre "Milieu humain") tandis que des réflexions sur l'opportunité d'une gestion intégrée de ce domaine seront présentées (Paragraphe B de ce chapitre).

DEROULEMENT DE L'ATELIER

PHASE DE TERRAIN

La phase de terrain de l'Atelier avait pour objectif déclaré de montrer aux participants les méthodes de recherche dont les résultats allaient être exposés ultérieurement. Cet objectif a été très bien atteint,mais la phase terrain a eu d'autres conséquences favorables. Les méthodes ayant fait l'objet de démonstrations sur le terrain ont été judicieusement sélectionnées par les organisateurs en fonction du meilleur rapport possible entre l'efficacité d'une part, le prix de revient et la robustesse du matériel d'autre part. Toutes les manipulations ont été faites avec des appareils simples et relativement peu coûteux, à partir de petites embarcations, ce qui permet d'espérer que les mêmes techniques pourront être assez facilement utilisées dans d'autres pays sans coûts prohibitifs.

Les démonstrations de terrain ont concerné les études floristiques, sédimentologiques, hydrologiques et zoologiques. La démonstration floristique a été faite sur un transect Est-Ouest à travers la pointe de Sangomar.Il a donné une bonne image de la flore locale, y compris dans de très petits marais à mangroves, dont la petitesse même a permis l'examen dans des conditions commodes et sans perdre de temps dans les marches d'approche. Les études de sédimentologie et géomorphologie ont concerné la structure des marais de mangroves du Saloum, sur le bôlon (nom local pour "chenal estuarien") de Gokheor, près de Falia, puis sur le Saloum lui- même, au confluent avec le bôlon de Gokheor. Les participants ont pu expérimenter la technique de carottage manuel par la pelle à vase.

Les études hydrologiques ont montré aux participants de l'Atelier les techniques de courantométrie en station fixe. Certains ont pu observer, au moment de la renverse de la marée, la superposition de courants de directions opposées, flot en profondeur, jusant en surface. Ces mesures ont été accompagnées d'évaluations de la transparence de l'eau par le disque de Secchi et de prélèvements à la bouteille Niskin, suivis de filtrations du phytoplancton.

Le macrobenthos, essentiellement constitué de coquilles de Mollusques, a été étudié sur des échantillons dragués à partir de la vedette Cauri et lavés au jet sur tamis à large maille. Les participants ont pu constater l'opposition très marquée - entre les faunes comme entre les sédiments - lorsqu'on passe des bancs sédimentaires aux chenaux de marée. Dans les premiers, le sédiment est généralement vaseux et noir et le macrobenthos vivant est relativement abondant.Dans les seconds, le sédiment est sableux, de teinte rousse et il

contient un grand nombre de coquilles d'organismes morts.

L'estuaire du Saloum présente un microbenthos pauvre en Foraminifères, de sorte que l'atelier consacré à cette étude a été surtout une démonstration méthodologique sur les techniques de prélèvement et les mesures de pH dans ce milieu.

L'examen d'un herbier a permis aux participants de voir la répartition des phanérogames marines et de certaines algues associées à elles, sous une tranche d'eau de l'ordre de un mètre, à peu de distance des mangroves vivantes.

Au cours de cette phase de terrain de l'Atelier, il est certain que les participants ont tous eu la possibilité d'observer à loisir et de pratiquer les méthodes qui ont été l'objet des démonstrations. Ce rôle de démonstration a donc été très bien rempli par cette phase de terrain de l'Atelier.De plus, cette phase a été bénéfique en ce qu'elle a permis aux participants de lier connaissance et de se faire une idée personnelle directe de l'environnement du Saloum et des techniques applicables à son étude. Chacun a pu constater la présence d'une population humaine relativement nombreuse, vivant des ressources naturelles de ce milieu, et lui confèrant une importance économique non négligeable qui prouve l'utilité pratique de telles études.

PHASE EN SALLE

Les trois jours de la phase en salle ont bénéficié de l'hospitalité du Bureau de l'Unesco à Dakar (B.R.E.D.A.), du confort de ses locaux et surtout de la participation d' excellentes équipes, particulièrement au niveau de la traduction simultanée et du secrétariat. Pendant cette phase, les sujets abordés par les communications ont couvert un domaine plus étendu et varié que pendant la phase de terrain. La grande majorité des exposés ont présenté les résultats des recherches concernant le domaine géographique du Sine Saloum, regroupés dans les chapitres " milieu physique, milieu biologique et milieu humain " du présent rapport. Les sujets déjà abordés, mais par de simples exemples, pendant la phase de terrain,ont été réexaminés de façon plus formelle et plus complète.De plus, des sujets nouveaux ont été traités avec notamment des exposés sur les recherches en pédologie, hydrogéologie et socioéconomie ainsi que des conférences d'intérêt général sur le traitement informatique des données et sur la gestion de l'écosystème des mangroves. Ces dernières conférences font l'objet du chapitre spécial " Techniques et réflexions pour une approche pluridisciplinaire ". Pendant cette phase de l'Atelier, on a pu constater la qualité et le sérieux du travail fourni, même si les recherches n'ont pas encore atteint un degré d'élaboration équivalent dans tous les domaines. Les conséquences de certaines difficultés de planification sont apparues: l'approche pluridisciplinaire aurait été encore mieux valorisée si certaines campagnes d'études ou de prélèvements avaient pu être faites simultanément aux mêmes endroits.Mais, dans le cadre contraignant des moyens dont disposait l'E.E.P.E.C. pour mener à bien son programme, un tel objectif ne pouvait être envisagé et on se doit de féliciter l' Equipe pour les résultats obtenus.

REMERCIEMENTS

L'Atelier a été financé par l'Unesco, Division des Sciences de la Mer,et a bénéficié de l'aide du Gouvernement Sénégalais et de toutes les infrastructures du Bureau de l'Unesco de Dakar. L'Université de Dakar, notamment par ses Départements de Géographie Physique avec E.S. Diop, et de Géologie, avec J.P. Barusseau a été l'élément initiateur dans la création et l'animation de l'E.P.E.E.C..Mais l'Atelier est le fruit de la collaboration entre les nombreux chercheurs des diverses organisations Sénégalaises, Internationales ou Etrangères intéressées par le projet: Université de Dakar, Direction des Eaux, Forêts et Chasses du Sénégal, Centre de Recherches Océanographiques, Ecole des Pêches et Institut Fondamental d'Afrique Noire. Le présent rapport a été édité par E.S. Diop, F. Baltzer et J.P. Barusseau.

I. LE MILIEU PHYSIQUE

A. MESURES HYDROLOGIQUES DANS LE SALOUM (1).

I. MOYENS UTILISES

Les prélèvements d'eau à différentes profondeurs ont été faits au moyen de bouteilles type Niskin, équipées d'un thermomètre à renversement. Une approche de la valeur de la salinité a été obtenue immédiatement par l'utilisation d'un réfractomètre à main de marque Bioblock.

La conductivité a été mesurée au moyen d'un conductivimètre "Tacussel" type CD 9 P N avec cellulle CM 02/55 G, fréquence 4 000 Hertz.

Le disque de Secchi (disque blanc de 30 cm de diamètre, lesté) a été utilisé pour les mesures de turbidité. Enfin, 40 échantillons de 1 litre ont été prélevés pour analyse.

II. MODALITES OPERATOIRES

Les mesures et prélèvements ont été effectués entre Djifère et Foundiougne, les 20 et 21 avril 1982 et les 12 et 13 novembre 1982.

1. Station fixe de Djifère

La station a été choisie après étude du profil bathymétrique obtenu par l'écho-sondeur de la vedette "Cauri", à l'aplomb de la profondeur maximum (13,5 mètres).

Les mesures et prélèvements ont été faits en surface, puis à 6 m et 12m de profondeur. Les données obtenues sont intégralement reportées dans le tableau III.

2. Les transects (figure 3)

Les points de prélèvement ont été fixés après étude préalable du profil. En chaque station, les mesures et prélèvements ont été faits en surface et en profondeur (à 1m du fond). En dehors des stations, des prélèvements ont été faits en surface.

- transect n° 1 :
(Djifère distance à l'embouchure : 11 km
2 stations :
station 1 - milieu, profondeur 14m
station 2 - rive gauche, profondeur 2,4m

- transect n° 2 :
(Ndangane) distance à l'embouchure : 21 km
3 stations :
station 3 - thalweg rive droite,profondeur 14m,

station 4 - ride médiane, profondeur 3,5m
station 5 - thalweg rive gauche, profondeur 10,5m

- transect n° 3 :
(Djirnda) distance à l'embouchure : 32 km
2 stations :
station 6 - thalweg rive gauche, profondeur 10,5m , et ride médiane
station 7 - thalweg rive droite, profondeur 13m

- transect n° 4 :
(Baout) distance à l'embouchure : 42 km
station 8 - rive droite, milieu de chenal, profondeur 9,70 m, et rive gauche

- transect n° 5 :
(Foundiougne) distance à l'embouchure 55 km
station 9 - rive droite profondeur 8m
station 10- centre (bouée) profondeur 17m

Prélèvements intermédiaires :
A mi-chemin, entre les transects (n° 2 et n° 3, n° 3 et n° 4, n° 4 et n° 5), il a été prélevé 3 échantillons de surface.

III. PRESENTATION DES RESULTATS

1. Salinité

Les échantillons d'eau ont fait l'objet de mesures de conductivité en laboratoire, à la température constante de 25°.Pour obtenir directement les valeurs de la salinité, il a été établi une courbe de relation conductivité salinité à température constante (25°). Cet abaque a été construit à partir d'étalons obtenus par dilution ou concentration d'une eau de mer normale, 35°/oo°

Les résultats des mesures faites en avril 1982 montrent qu'à cette période de l'année, l'ensemble du Saloum a une salinité nettement supérieure à celle de la mer. Elle croît régulièrement depuis Djifère jusqu'à Foundiougne, de 40°/oo à 50°/oo (figure 4). A Djifère (figure 5), la variation de la salinité due au

---

(1) Chapitre rédigé par J.L. SAOS, O.R.S.T.O.M.avec la participation de J. PAGES (CRODT). Communication présentée par J.L. SAOS au cours de l'Atelier.

Avril 1982	pH	Cl-	SO4--	CO3H-	Ca++	Mg++	K+	Na+	S.anions	S.cations	
T1 Djifère (moyenne)	7,9	658 23,326	64,5 3,096	2,6 0,140	13,6 0,272	135 1,642	15,6 0,611	560 12,880	725,1 42,26	724,2	mé/l g/l
T2 Surface	8,15	670 23,75	68,0 3,264	2,7 0,158	13,4	141 1,715	16,4	600 13,800	740,7	770,8	
Fond	7,9	698	70,3	2,6	14,2	138	16,4	610	770,9	778,6	
T3 Rive gauche	8,0	730	71,6	2,7	14,0	145	16,8	620	804,3	795,8	
Rive droite	7,8	735	72,4	2,7	14,0	146	17,0	635	810,1	812,0	
T4 moyenne	7,9	790 28,005	77,0	2,8	14,4	160	19,0	690	864,8	883,4	
T5 Foundiougne											
surface	7,9	840 29,778	83,5 4,008	2,9	14,8 0,296	172 2,091	20,0	750 17,250	926,4	956,8	
fond	7,9	840 29,778	85,9 4,123	3,0 0,179	14,8 0,296	172 2,091	21,0 0,833	750 17,250	928,9 54	957,8 846	
Février 1975 C.Marius											
Embouchure		610,6	62,6	2,5	20,8	123,6	10	525	675,7	679,4	
Foundiougne		741 26,27	75,5	1	26	145,2	12	610 14,03	817,5	793,2	
Kaolack		1174 41,61	124,4 5,971	3,3	40,4 0,808	258,4 3,142	20	985 22,66	1301	1304	
Eau de mer Goldberg		535,2	55,2	2,3	20	108,4	9,7	456,2			

Tableau 3 : analyses chimiques des eaux du Saloum et du Diomboss.
T = transect

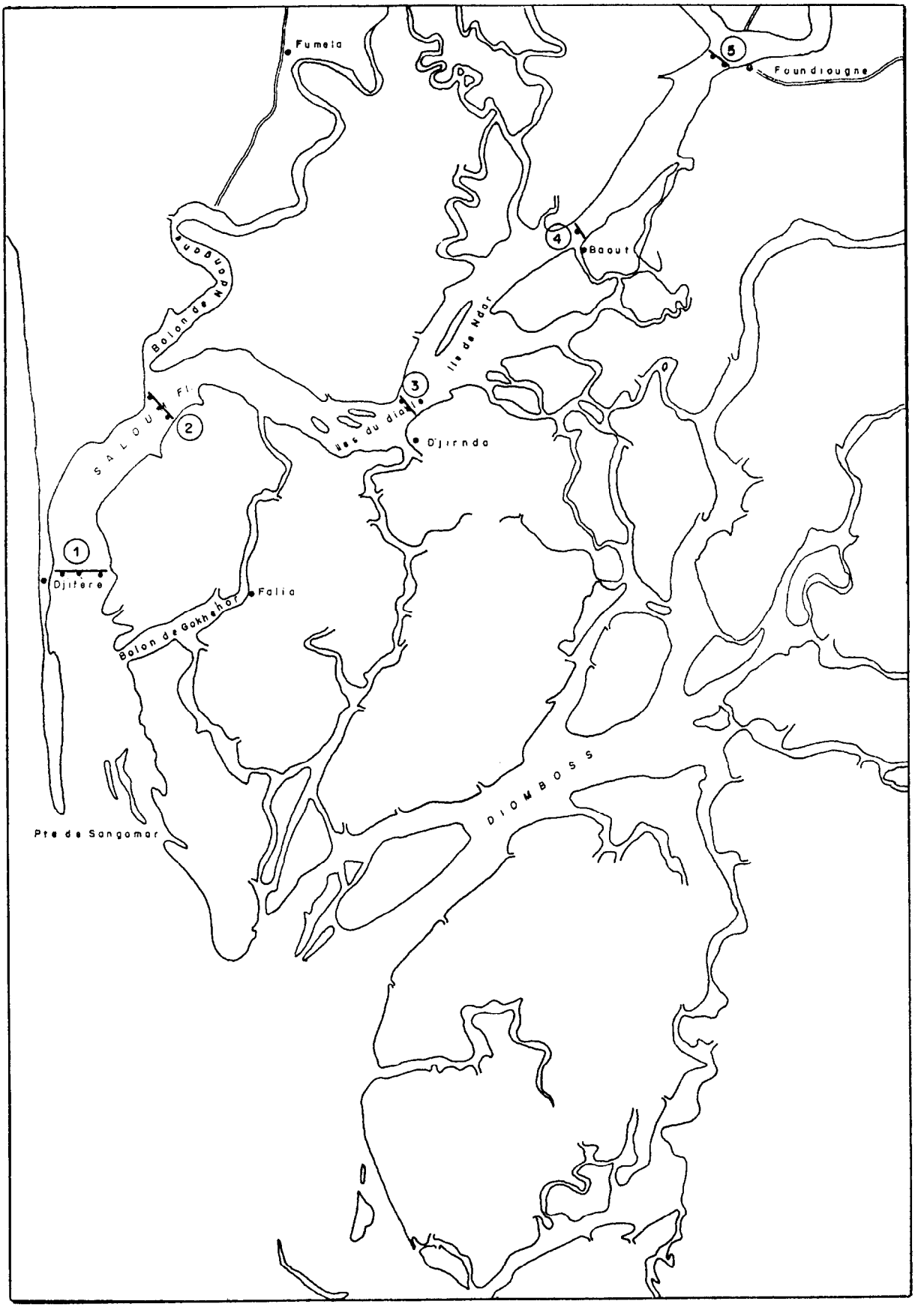


Figure 3 : Position des transects et stations de mesures hydrologiques

battement de la marée est assez faible (39 °/oo à 43°/oo) et sa valeur reste toujours nettement supérieure à la salinité de l'eau de mer (35,6°/oo mesurée côté mer à Djifère).

La différence entre la surface et le fond est en moyenne de 1°/oo.

Après la saison des pluies, en novembre, la salinité baisse légèrement, elle est comprise entre 35 °/oo et 42 °/oo (figure 6).

2. Matières en suspension

Le disque de Secchi donne une bonne idée des variations du taux de matières en suspension. Il y a une augmentation très nette de la quantité des matières en suspension de l'aval vers l'amont (figure 7).

La méthode d'évaluation des matières en suspension par filtration sur filtre Millipore à perforations de 0,45 um s'avère peu satisfaisante du fait de la très forte salinité des eaux. Le chlorure de sodium précipite au cours de la filtration et des cristaux de sel sont toujours présents dans les filtrats.

Nous avons tenté de les éliminer par des dilutions à l'eau distillée suivies de nouvelles filtrations. Les résultats obtenus donnent des concentrations de matière en suspension de l'ordre de 3 à 10 mg/l, et la tendance à l'augmentation de l'aval vers l'amont se vérifie. Mais la multiplicité des manipulations accroît les erreurs et rend les résultats peu fiables.

L'examen des filtrats montre une relative abondance des micro-organismes et des débris végétaux, alors que la phase minérale est très peu représentée.

3. Chimie des eaux

Huit échantillons ont été analysés après filtration (millipores 0,45 µm). Ils résultent du regroupement des éléments suivants:

- n°1 : 4 échantillons du transect n°1 (Djif
- n°2 : 3 échantillons de surface du transect n°2.
- n°3 : 2 échantillons prélevés en profondeur sur le transect n°2.

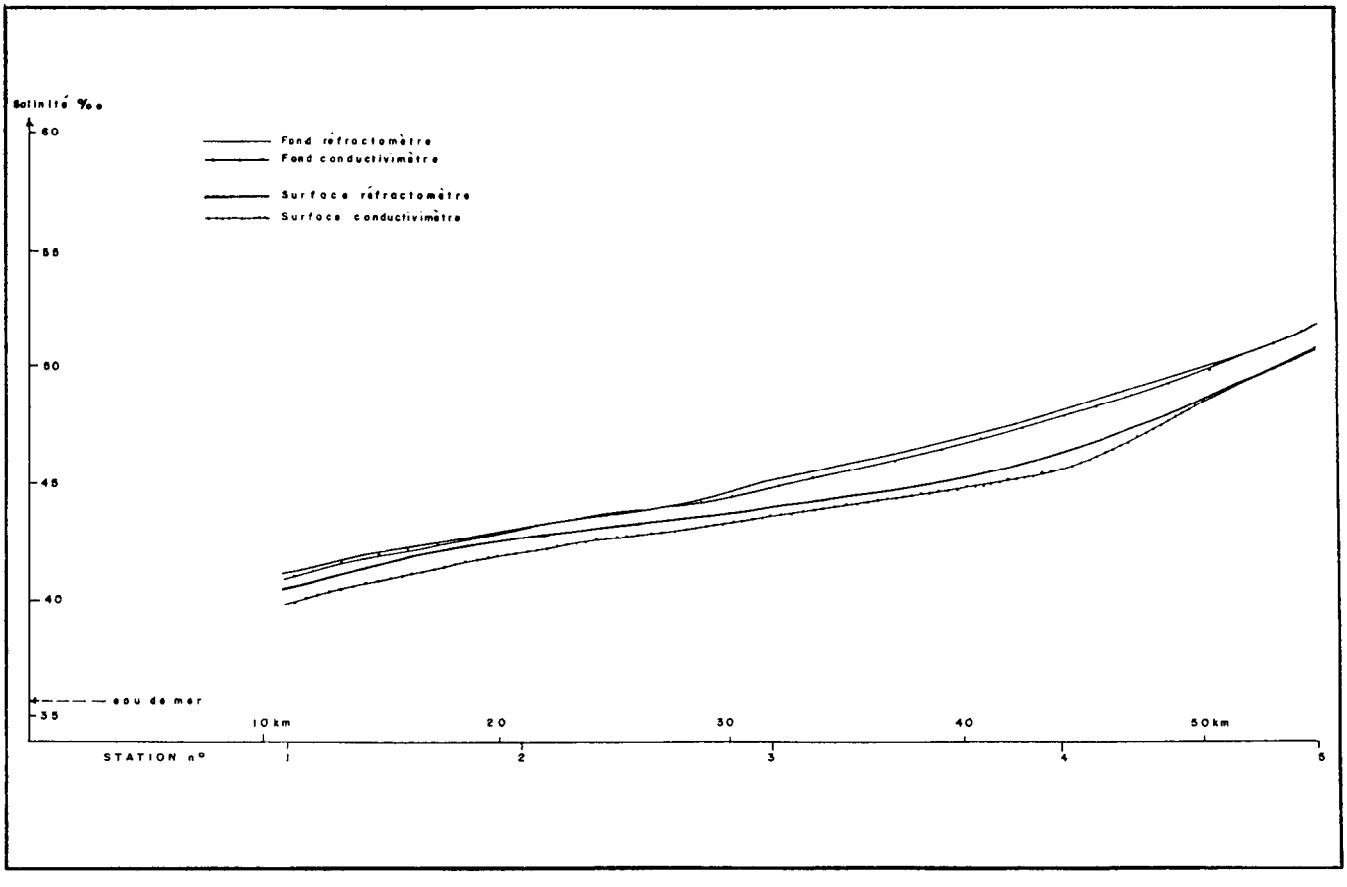


Figure 4 : salinité des eaux du Saloum (avril 1982).

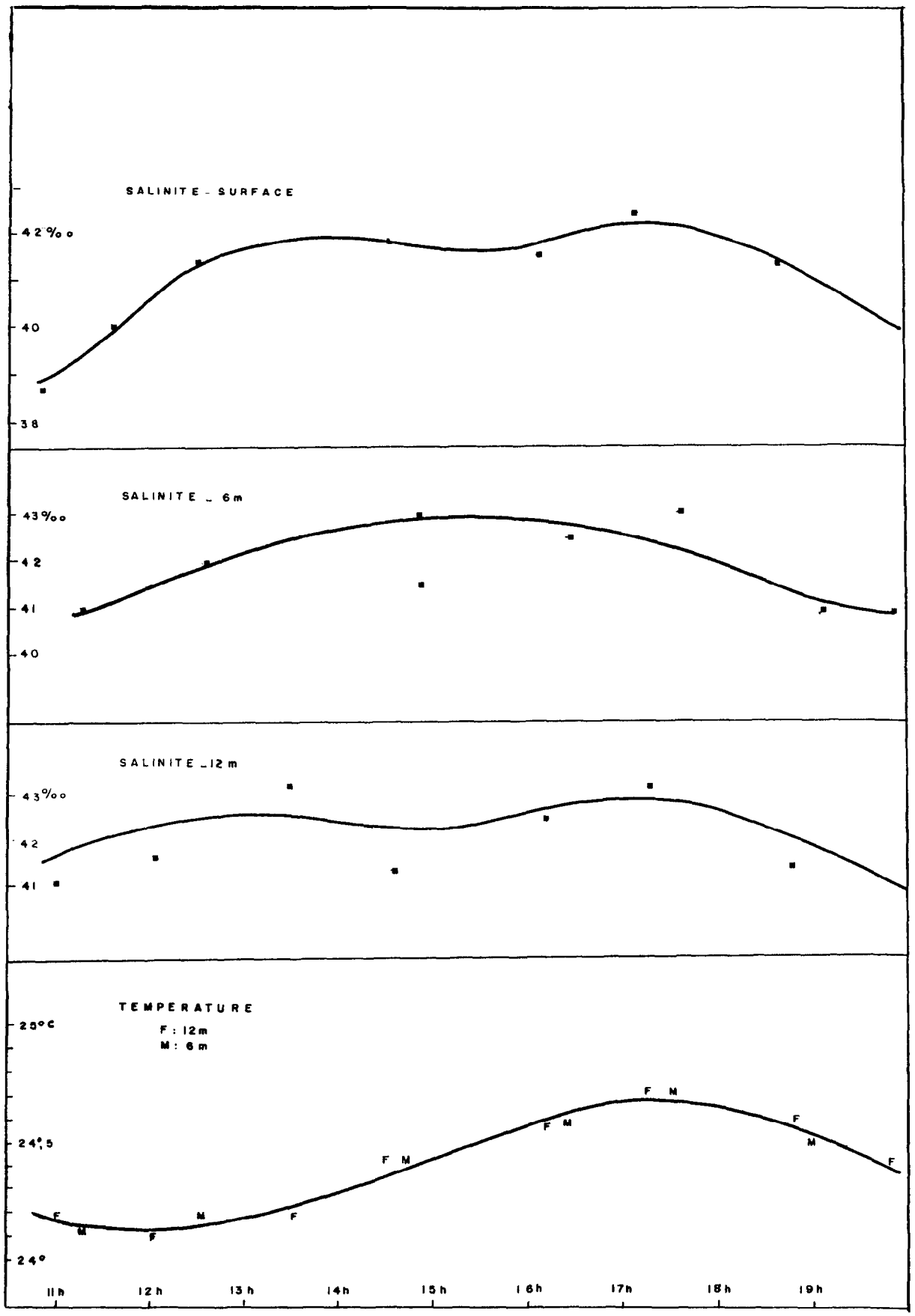


Figure 5 : Salinité et températures en fonction du temps.
Station fixe de Djifère.

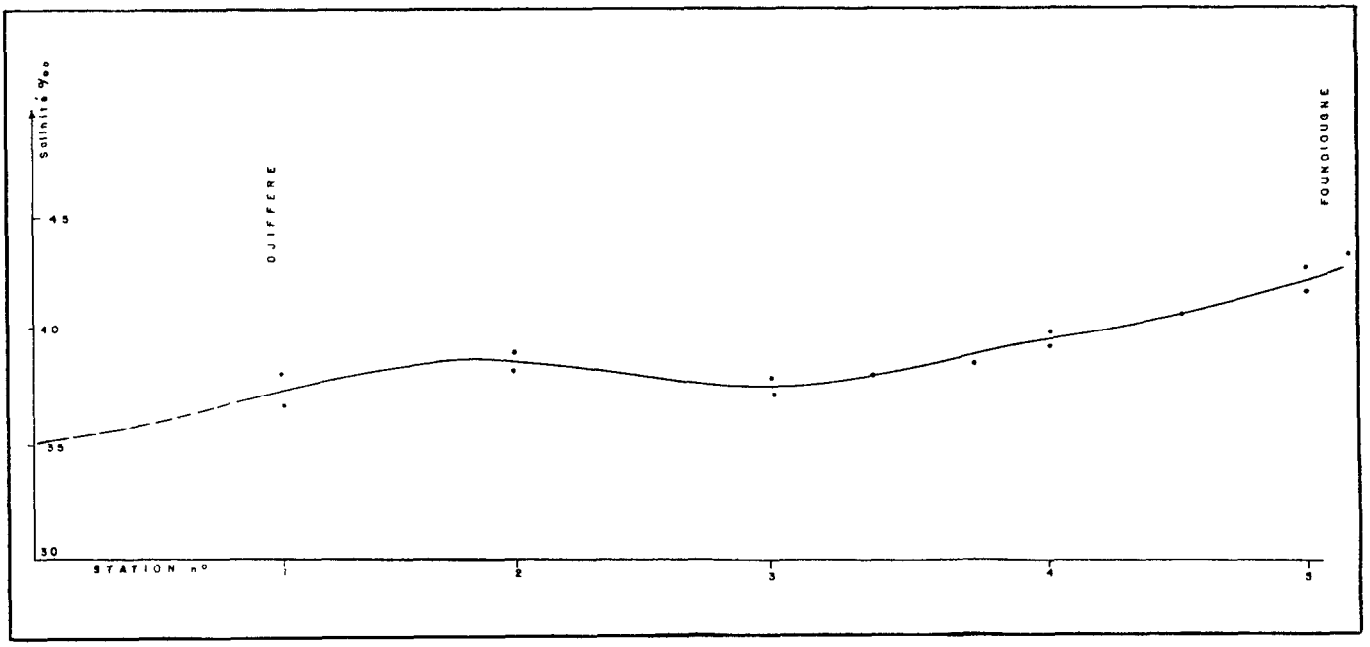


Figure 6 : Salinité des eaux du Saloum après l'hivernage.

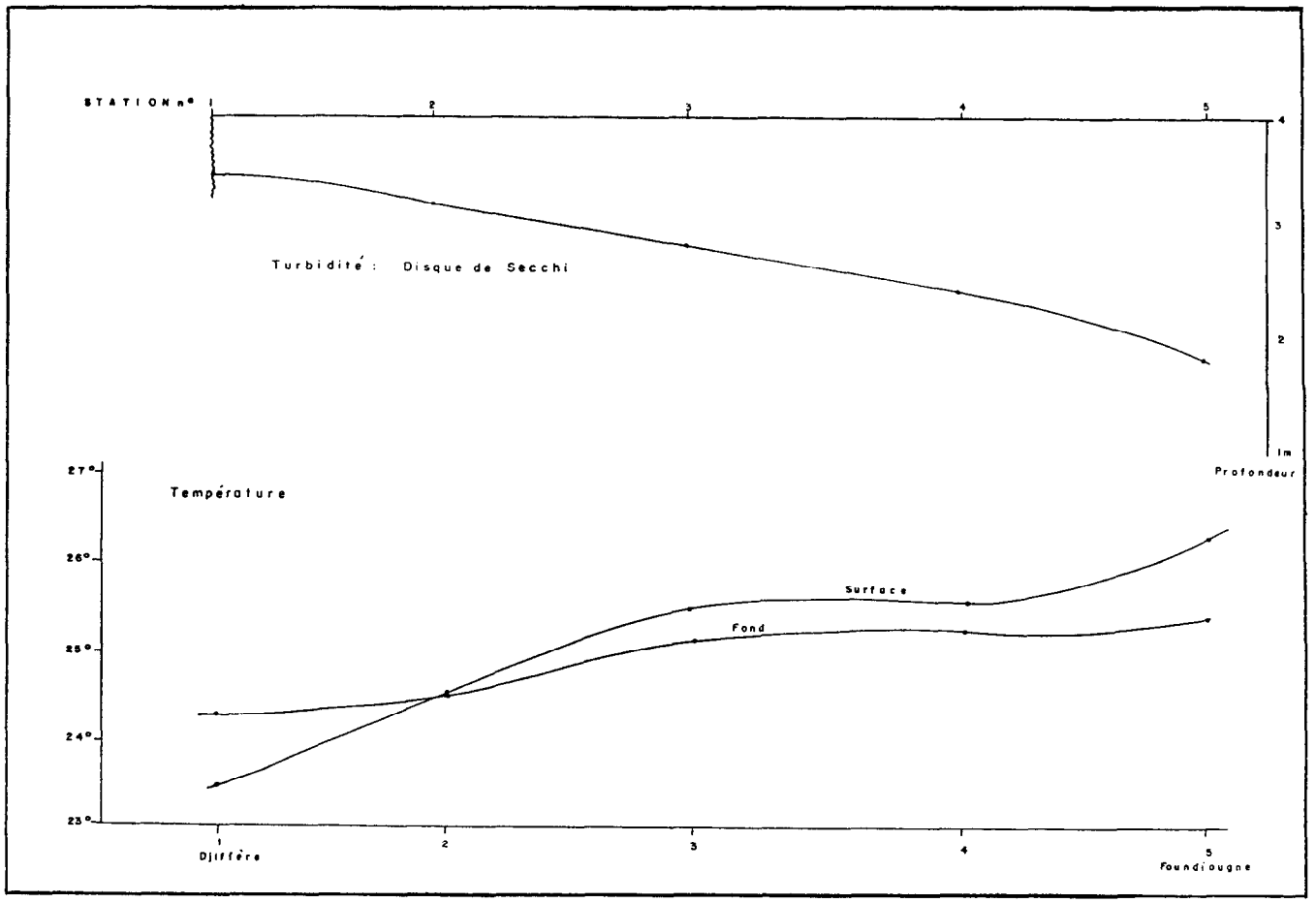


Figure 7 : Turbidités et températures dans le Saloum.

- n°4 : échantillons de la surface et du fond, près de la rive gauche du transect n°3.
- n°5 : échantillons de la surface et du fond près de la rive droite du transect n°3
- n°6 : échantillons de la surface et du fond, milieu du transect n°4.
- n°7 : prélèvements de la surface sur le transect n°5 (Foundiougne).
- n°8 : prélèvement en profondeur sur le transect n°6 (Foundiougne).

Les résultats de ces analyses figurent au complet sur le tableau 3 et en partie sur la figure 8 à côté de 3 analyses effectuées par C. MARIUS en février 1975 (rapport ORSTOM, juin 1975 "Evolution des sols dans deux chronoséquences de l'estuaire du Saloum") et d'une analyse d'eau de mer (GOLDBERG).

La composition chimique des eaux du Saloum est voisine de celle de l'eau de mer, avec un facteur de concentration passant de 1,2 à Djifère à 1,6 à Foundiougne, et 2,2 à Kaolack.

Cl	Na	Mg	SO4	Ca	Cl/Na
2,18	2,16	2,41	2,55	2,02	1,84

La proportion des éléments entre eux varie très peu. On note cependant une très légère baisse de Cl et de Mg par rapport au Na en allant de Djifère à Foundiougne. Mais le nombre et la précision des analyses n'est pas suffisant pour aborder ce problème.

QUESTIONS - DISCUSSIONS

M. PAGES intervient à propos du problème de la méthodologie d'élimination des cristaux de Na Cl dans les filtrats en soulignant la possibilité de réaliser une substitution par la solution isotonique d'un autre sel.

- Pour l'évaluation des matières en suspension, M. BALTZER propose la méthode par néphélométrie qui permet des mesures de turbidité en surface et en profondeur.

  Réponse : cette méthode peut être envisagée mais le disque de Secchi présente l'avantage de son faible coût.
  M. J. PAGES convient des limites du disque de Secchi mais montre que celui-ci peut donner des résultats remarquables surtout s'il est bien étalonné et de façon constante par d'autres méthodes (ex : les études sur la lagune d'Abidjan) en fonction du type de l'eau. L'utilisation dans le Saloum est donc assez indicatrice.

- M. BALTZER demande si la liaison salinité/amplitude des marées a été étudiée et M. KOFFI pense que sur le Saloum on devrait observer une relation inverse de celle que l'on obtient habituellement.

- Quelqu'un demande si la variation de la salinité de l'aval vers l'amont est due à une variation du taux d'évaporation ?

  Réponse : non - mais la présence de la mer tempère les phénomènes évaporatoires qui sont plus perceptibles pour les stations éloignées de l'embouchure.

- Est-il possible de calculer le volume d'eau de mer perdu par évaporation et par là même d'obtenir l'apport de sel au cours de chaque cycle de marée.

  Réponse : une tentative dans ce sens a été faite à la suite de l'étude courantologique mais nous n'en sommes encore qu'à des ordres de grandeur.

- Melle AGBOGBA demande si l'on a noté des variations des rapports Na/Cl, Na/Mg etc.

  Réponse : le trop petit nombre d'analyses effectuées jusqu'à présent ne permet pas de tirer des lois sur les variations de ces éléments.

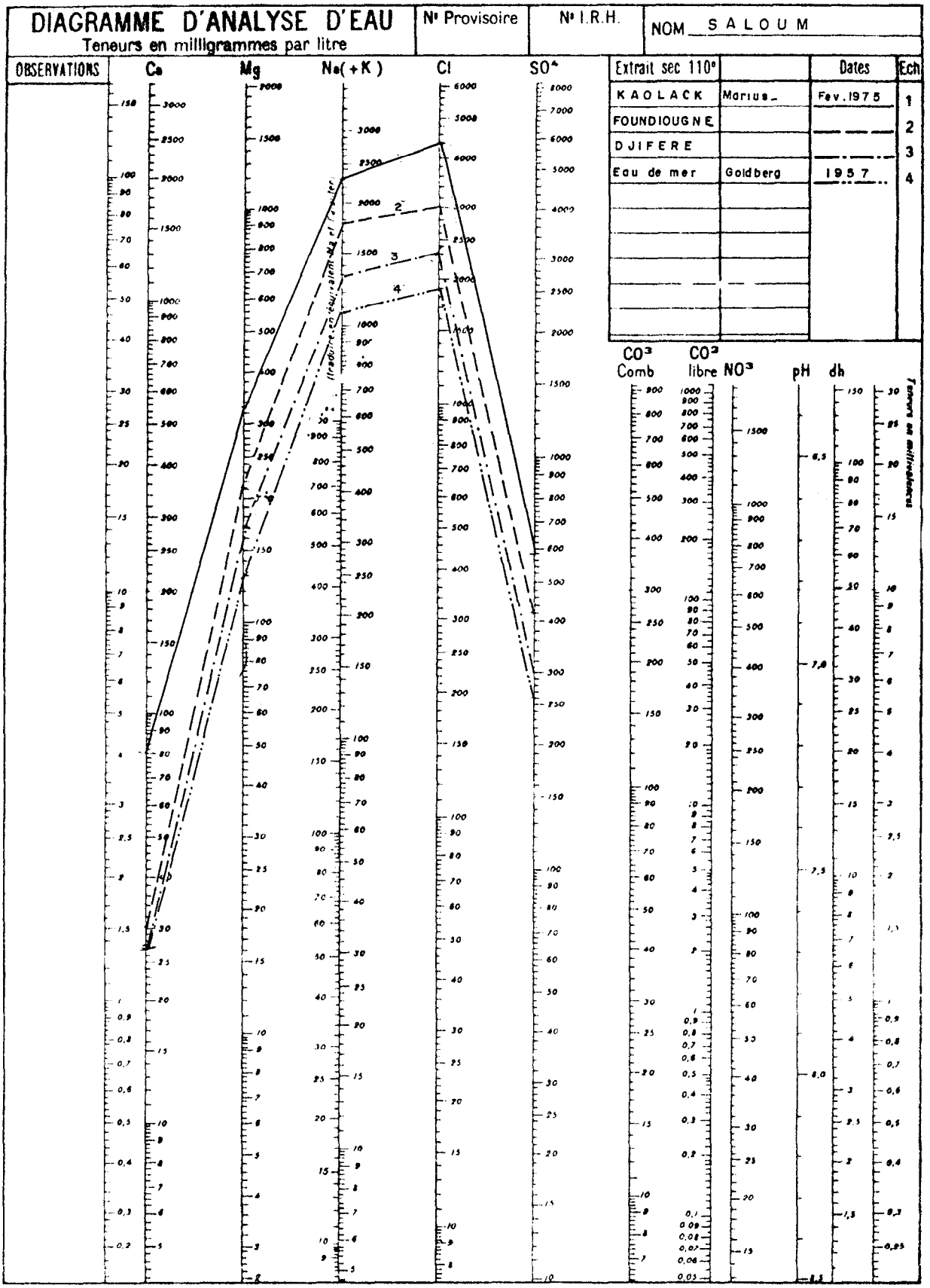


Figure 8 : Diagramme d'analyses d'eau du Saloum.

B. CARACTERES HYDRODYNAMIQUES (2)

I. OBJECTIFS

Le régime hydrodynamique des estuaires conditionne en grande partie leur évolution sédimentologique et morphologique.

Dans le cas du Saloum, le fonctionnement présente, par rapport au schéma habituel, la particularité d'une absence totale d'alimentation fluviale pendant la plus grande partie de l'année.

Il était, par conséquent, nécessaire d'examiner l'incidence de ce facteur sur le régime hydrodynamique.

II. NATURE DES OPERATIONS REALISEES

1. Appareillage

L'étude hydrodynamique a consisté à effectuer des mesures instantanées de vitesse et de direction de courants à l'aide d'un appareil BRAYSTOKE donnant des indications significatives dans la gamme des célérités rencontrées.

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, par unité de temps, à un certain déplacement de la veine d'eau. En outre, un dispositif permet d'apprécier, à 10° près, la déviation du corps de l'appareil par rapport à la référence fixe fournie par un compas magnétique.

Les deux informations peuvent être lues indépendamment sur un compteur unique.

On a procédé à une intégration des vitesses sur 15 secondes (exceptionnellement 30 dans le cas de faibles écoulements).

---

(2) Chapitre rédigé par :
J. P. BARUSSEAU, Département de Géologie, Université de Dakar.
E. S. DIOP, Département de Géographie, Université de Dakar.
J. S. NGOUMBI - NZOUZI, C. R. O.- ORSTOM, Pointe Noire.
J. L. SAOS, ORSTOM, Dakar-Hann, Sénégal.
Communication présentée par J. P. BARRUSSEAU au cours de la Session 1 du Séminaire.

2. Modalités opératoires

Les mesures ont été réalisées tantôt en stations fixes de longue durée de façon à mettre en évidence l'évolution de la célérité de l'eau en un point à différentes profondeurs pendant une ou plusieurs marées, tantôt en stations de quelques instants réparties au fil de l'eau de façon à avoir autant que faire se peut, un synoptique de la répartition instantanée des vitesses.

En outre des observations marégraphiques ont été relevées de sorte que la courbe de marée locale soit connue au niveau des stations fixes.

III. PRESENTATION DES RESULTATS

Des informations concernant l'écoulement des eaux dans le domaine estuarien du Saloum-Diomboss ont été recueillies à différentes reprises :

- Station fixe de Djifère (5 juillet 1981): durée 4h.
- Station fixe de Djifère (31 août 1981): durée 10h.
- Station fixe de Djifère (20 avril 1981): durée 12h.
- Mesures au fil de l'eau (21-22-23-24 avril 1982)
- Station fixe du Diomboss (1er mai 1982): durée 5h.
- Station fixe de Djifère (2-3 nov.1982): durée 26h.

Les résultats ont été rassemblés dans les figures 9, 10, 11, 12, 13, et 14.

Les figures 9 à 12 représentent l'évolution des paramètres en surface et à diverses profondeurs au cours du temps dans les différentes stations fixes.

La figure 13 montre la variation des vitesses au cours du temps sur un profil vertical à la station fixe de Djifère

La figure 14 présente les distributions instantanées des vitesses mesurées sur chaque profil.

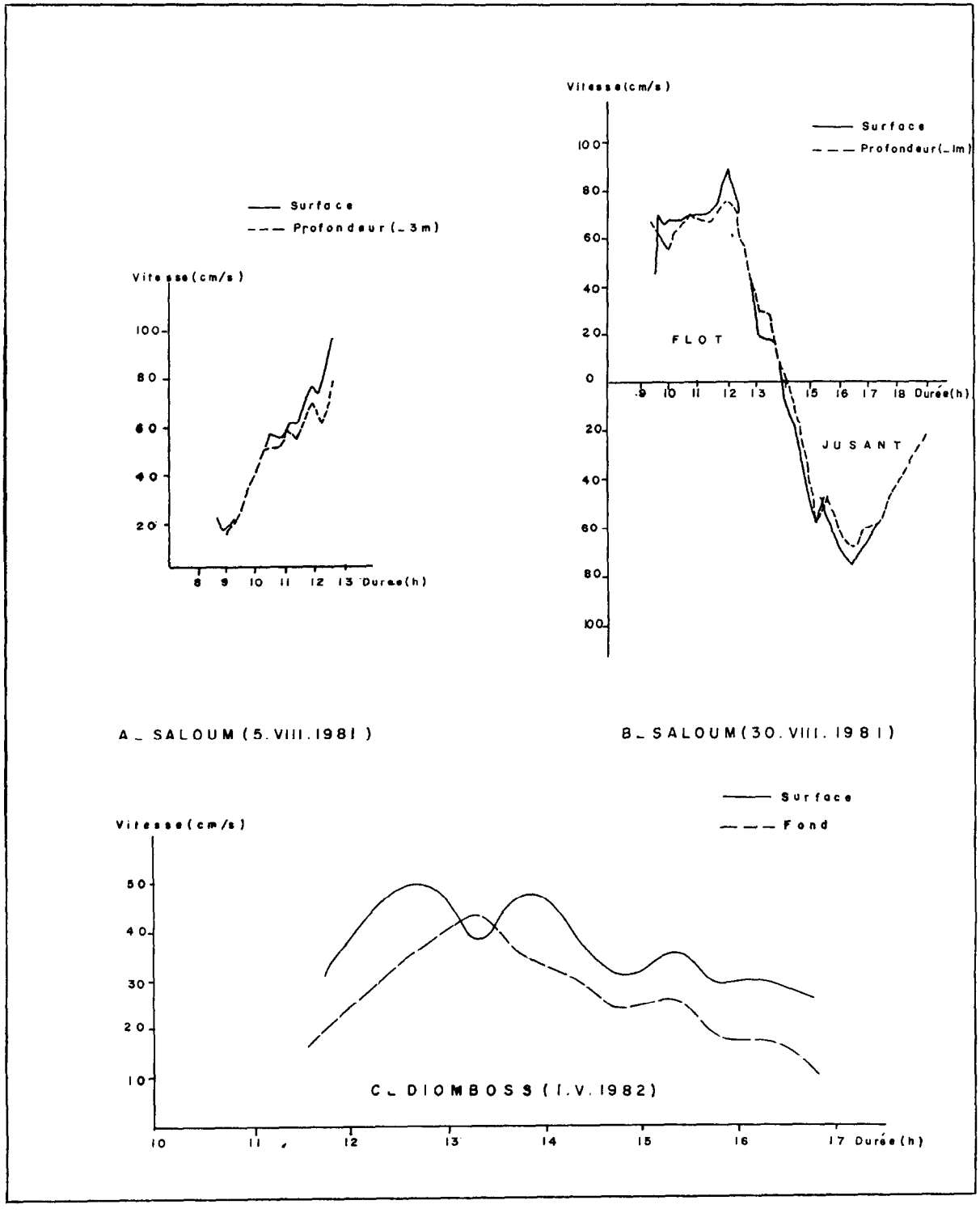


Figure 9 : Vitesse du courant dans le Saloum et le Diomboss en fonction du temps.

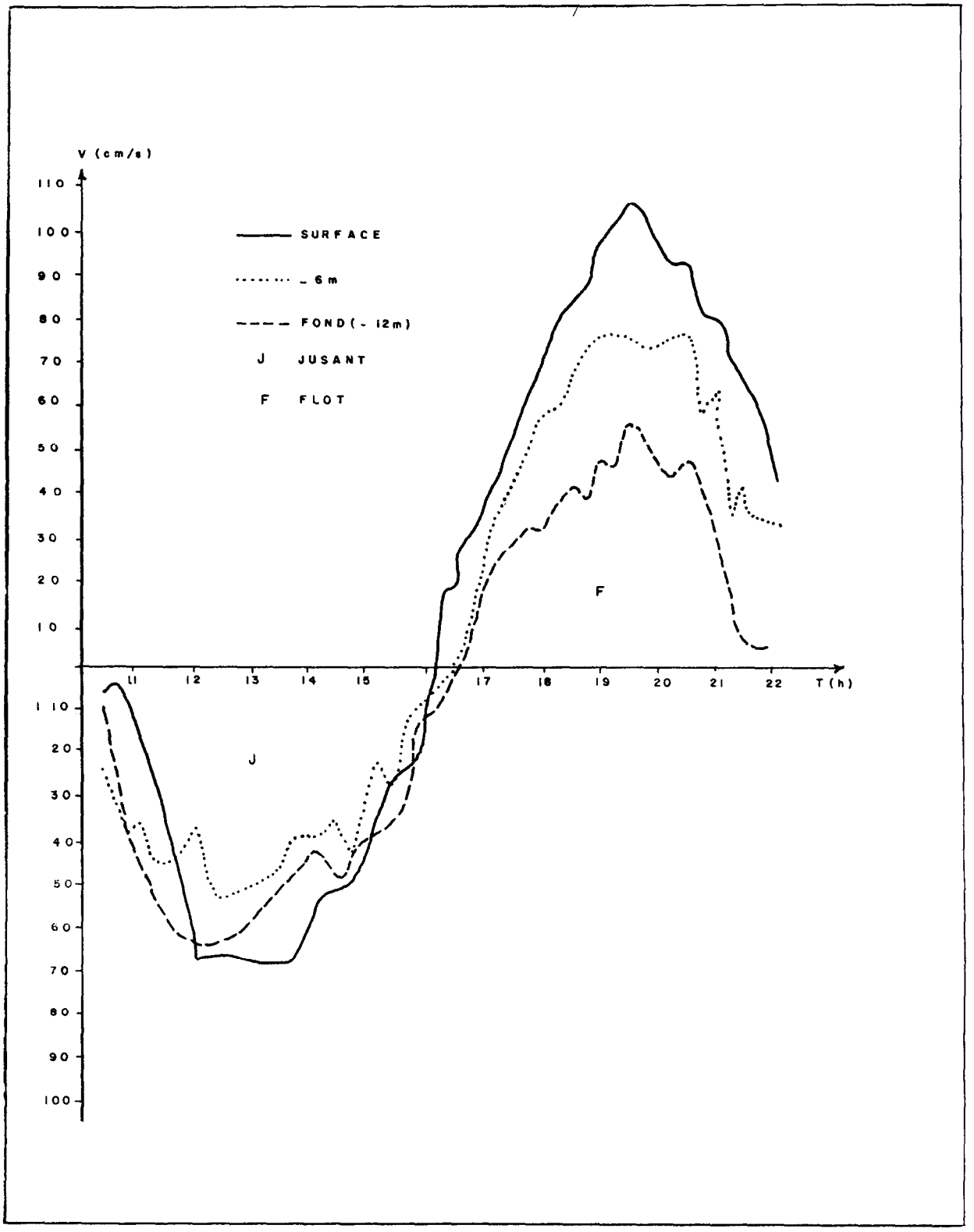


Figure 10 : Vitesse du courant en fonction du temps (Djifère avril 1982).

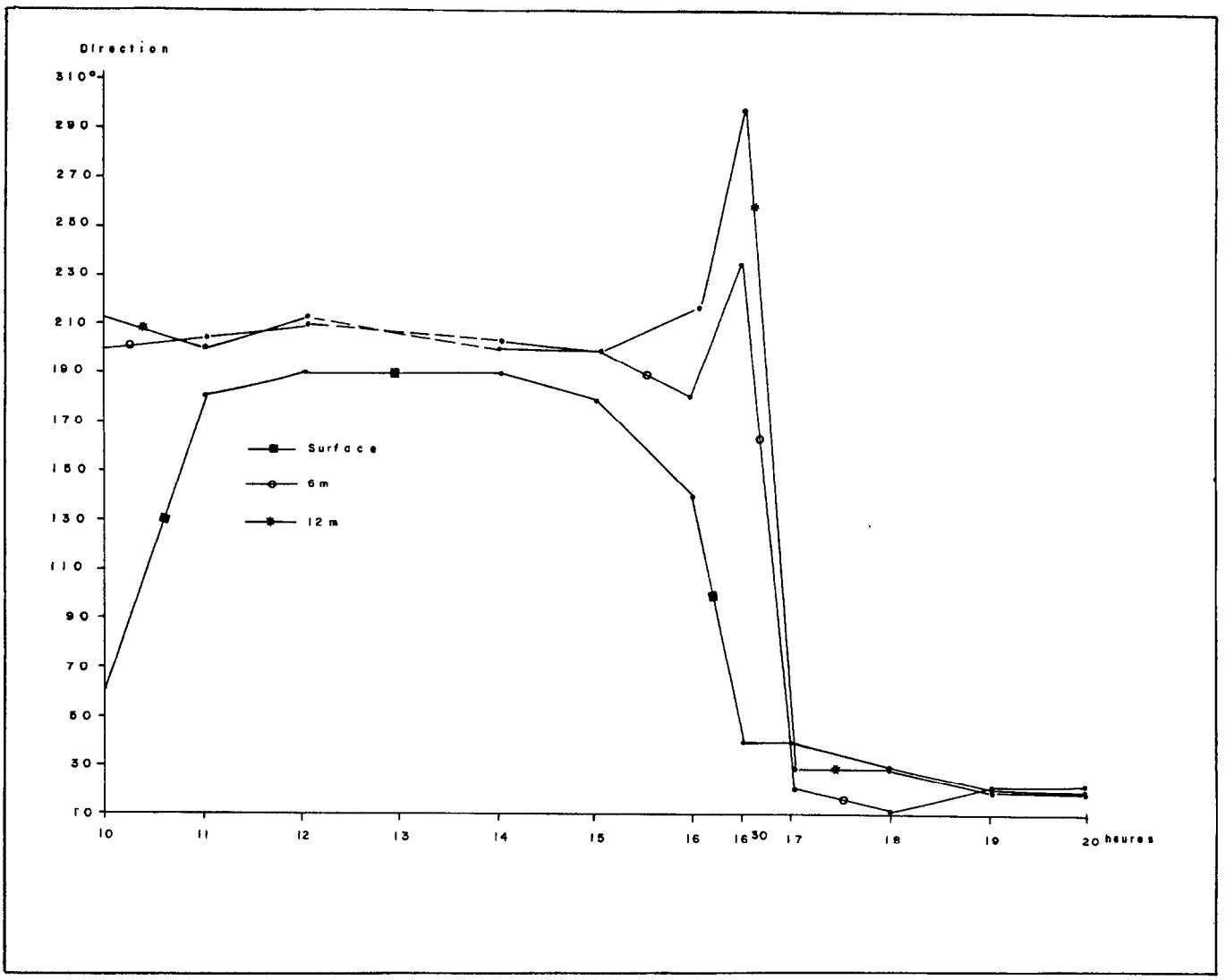


Figure 11 : direction du courant en fonction du temps (Djifère , avril 1982).

IV. DISCUSSION DES RESULTATS

On discutera successivement les points suivants :

- durées respectives du flot et du jusant
- intensité des maximums de vitesses en surface
- caractères de l'onde de marée
- aspect de la distribution des vitesses en fonction de la profondeur à un instant donné.
- répartition des vitesses en surface à un instant donné
- essai d'évaluation des débits respectifs en flot et en jusant.

1. Durées respectives du flot et du jusant

Les données les plus significatives à cet égard résultent des mesures réalisées en novembre 1982 pendant 2 cycles de marée et en avril 1982 pendant un cycle complet de marée (figures 10 et 12).

Si l'on tient compte des valeurs fournies par les mesures de surface, on obtient respectivement :

- pour les jusants : 5h ; 5 h 45 ; 5 h 30
- pour les flots : 7h ; 6 h 15

Les valeurs données par la courbes de variation des vitesses aux profondeurs intermédiaires (avril 1982) reflètent la même tendance. Par contre les vitesses au fond (avril 1982) indiquent des durées d'écoulement en jusant sensiblement supérieures aux durées d'écoulement en flot.

Les mesures réalisées en novembre ne permettent pas de généraliser cette observation car les vitesses en profondeur n'ont pu être déterminées systématiquement. L'alternance de 13 h (2 novembre) à 1 h 30 (3 novembre) accorde cependant une plus longue durée au flot (plus de 6 h) qu'au jusant (5 h 45).

L'originalité de ce schéma qui attribue la prépondérance du flot sur le jusant doit être soulignée car c'est le cas contraire qui se produit habituellement dans les estuaires.

2. Intensité des maximums de vitesse en surface

Nous avons comparé les valeurs maximales atteintes par écoulement en flot et en jusant au cours des mesures en station fixe ou au fil de l'eau quand elles coïncidaient avec des mi-marées montantes ou descendantes. Les résultats sont regroupés dans le tableau 4.

Il ressort clairement, chaque fois que la comparaison est possible, que le pic de vitesse du flot dépasse celui du jusant. De nouveau, on retrouve un comportement inverse de la norme estuarienne en cette matière. C'est ce qu'illustre le tableau 5.

Les différences qui apparaissent peuvent être imputées, en partie aux variations du coefficient de marée, en partie à la localisation géographique des mesures. Nous ne possédons cependant pas assez d'indications quantitatives pour exprimer une opinion plus détaillée sur ces influences. Tout au plus est-il possible de remarquer que le marnage ne subit pas d'importantes variations d'après les relevés réalisés à plusieurs reprises.

3. Caractères de l'onde de marée

Les courbes de marée de la figure 15 indiquent l'évolution des niveaux en 3 stations. Elles tendent à montrer que le niveau

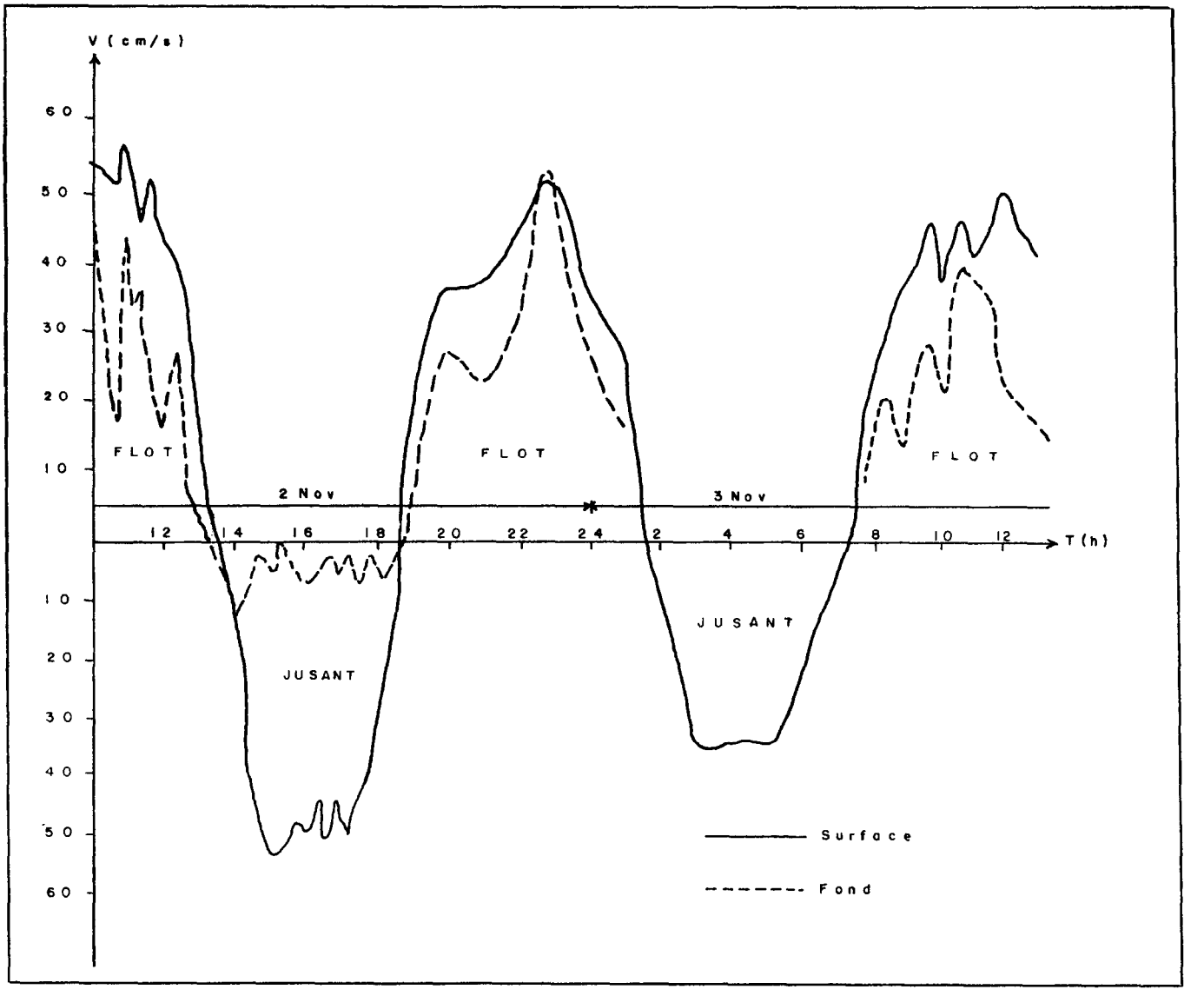


Figure 12 : vitesse du courant en fonction du temps (Djifère novembre 1982).

Localisation	Djifère (Saloum)	Djifère (Saloum)	Djifère (Saloum)	Djifère (Saloum)	Djifère (Saloum)	Diomboss	Iles du Diable (Saloum)
Date	5 VII 81	31 VIII 81	20 IV 82	21 IV 82	2 et 3 XI 82	1 V 82	21 IV 82
Nature de la mesure	Station fixe	Station fixe	Station fixe	Instan-tannée	Station fixe	Station fixe	Instan-tannée
Marnages (m) à Dakar	1,3 et 1,05	1,4 et 1,2	0,8 et 0,9	1 et 1,05	1,4 (stable)	0,6 et 0,8	1 et 1,05 (déchet)
Vitesse max. en flot(cm/s)	96	89	106	80	56	49	-
Vitesse max. en jusant	-	75	67	-	51	?	68

Tableau 4 : Vitesse maximale du courant de flot ou de jusant en différents points et à différentes dates dans le Saloum et le Diomboss.

de la marée demeure plus longtemps au-dessus du niveau moyen (n.m. sur la figure) qu'au-dessous (respectivement : fig. 15a: 62,2 % du temps ; figure 15b: 63,6 % du temps ; figure 15c/ 69,2 % du temps).

Il est intéressant, à cet égard, de comparer les heures des étales de niveau (le niveau est stabilisé pendant une durée non négligeable à une cote maximum = "pleine mer", ou minimum = "basse-mer") aux heures des étales de courant (la vitesse après avoir décru, s'annule et le vecteur courant change de sens). Les résultats sont regroupés dans le tableau 6.

Quatre couples de valeurs permettent d'apprécier la tendance. Par basse mer, l'étale de niveau précède l'étale de courant (respectivement de 2 h et de 5h. Inversement par pleine mer c'est l'étale de courant qui précède l'étale de niveau (respectivement, de 2h 30 et de 3h).

Ce phénomène n'est pas singulier. Dans tous les estuaires l'inégalité de durée entre une étale de courant et une étale de niveau consécutives traduit les effets conjoints, extrêmement interactifs, du marnage, du débit fluvial, de la pente du plan d'eau et de la position du point de mesure dans l'estuaire. Par contre, ce qui attire l'attention dans le cas du Saloum, c'est la grande durée des intervalles entre les deux types d'étales.

La figure 16 souligne les relations temporelles entre les différents moments de la marée et met en évidence la durée du montant, plus longue que celle du descendant.

L'explication de ce phénomène est à rechercher dans l'inertie des zones adjacentes du fleuve (mangroves, tannes et lacis des bôlons) qui jouent le rôle d'un réservoir amont. Cette inertie se manifeste, au cours du montant, par une résistance à la pénétration de l'eau dans l'ensemble des fins capillaires que constituent aussi bien le réseau des chenaux, les goulets des tannes que l'enchevêtrement des rhizophores de la mangrove.

Un retard de remplissage du réservoir amont en résulte (flèches B sur la figure 17).

De la même façon, le retard de vidange de ce même réservoir explique que le courant dans le chenal soit encore en jusant (écoulement vers la mer) quand le niveau marin est déjà en train de remonter (flèches A sur la figure 17).

En un mot, l'ensemble bôlons-mangroves-tannes joue le rôle d'un bouchon atténuateur d'échanges. Le niveau n'y monte jamais aussi haut et ne descend jamais aussi bas qu'on pourrait l'observer si les échanges hydrodynamiques n'étaient pas entravés.

Le schéma de la figure 17 modélise le fonctionnement du système.

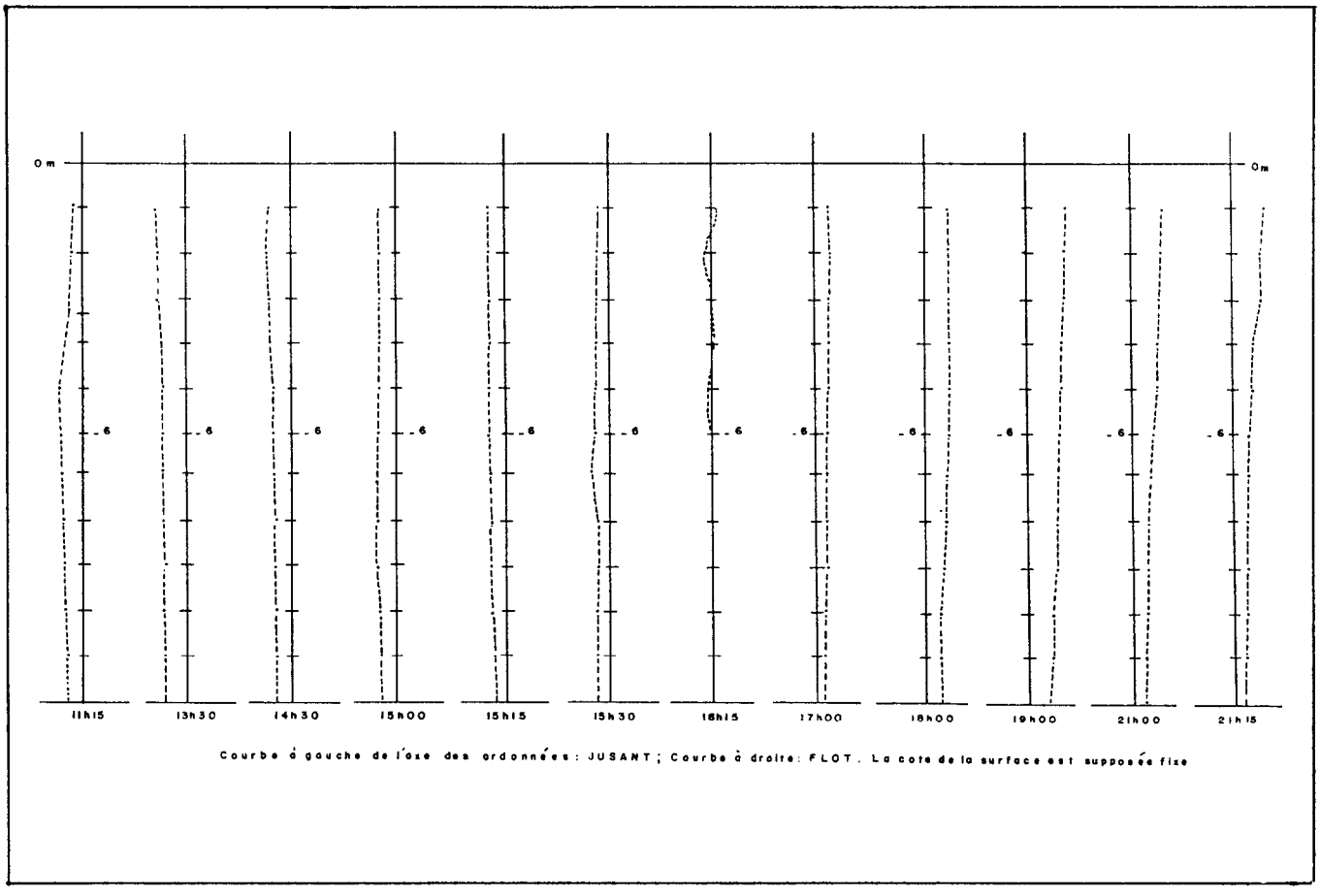


Figure 13 : les courants en fonction de la profondeur (Djifère avril 1982).

Tableau 5 : Maxima de vitesse en flot et en jusant. Station de Djifère (20 avril 1982)

	Jusant	Flot
en surface	67 cm/s	100 cm/s
à - 6 m	62 cm/s	76 cm/s
à - 12m	40 cm/s	47 cm/s

	Djifère Avril 82		Diomboss Mai 82	Djifère Novembre 82			
	PM	BM	PM	PM	BM	PM	BM
Heures des étales de niveau	?	14 h15	16 h 00	?	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	07 h 20
Décalage entre étales		2 h	2 h 30		5 h	3 h	

Tableau 6 : Heures respectives des étales de niveau et de courant au cours de trois stations fixes.

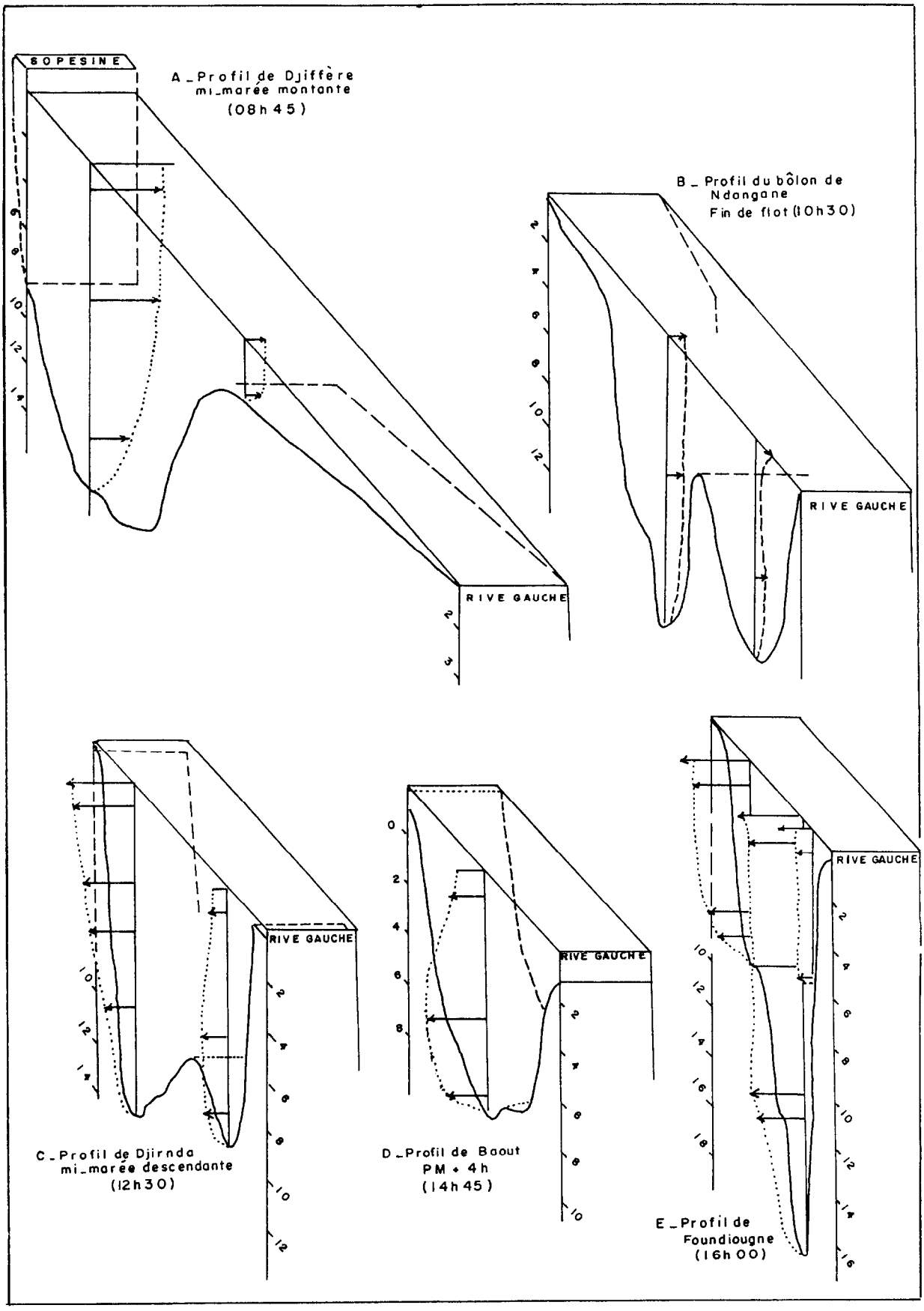


Figure 14 : Profil vertical de vitesses instantannées sur 5 transects du Saloum.

4. Répartition des vitesses en fonction de la profondeur

A un moment donné, la répartition des vitesses n'est pas la même en surface et en profondeur ainsi que le montrent les figures 13 et 14.

Deux types d'observations peuvent être faites à ce sujet concernant :

- la vitesse des courants aux différents niveaux,
- le sens des courants.

4.1. Vitesse du courant en fonction de la profondeur

Les données qui résultent de la figure 13 montrent que globalement la décroissance des vitesses en fonction de la profondeur est la règle générale (10 cas sur 12). En outre, le plus souvent, cette décroissance s'écarte peu d'une loi linéaire dont le gradient est variable (tableau VII) :

Le taux de décroissance est lié au moment de la marée et plus particulièrement au module de la vitesse. Il semble d'autant plus fort que la vitesse de surface est forte et, en outre, à égalité de vitesses, plus fort en flot qu'en jusant.

4.2. Le sens des courants

Sur 44 séries de mesures à la station fixe de Djifère (20 avril 1982), le courant est de même sens sur toute la tranche d'eau dans près de 85 % des cas (36 observations) et nettement de sens contraire pendant seulement 5 % des cas (2 observations). Le jusant est, de ce fait, légèrement plus long au fond qu'en surface, ce que nous avions déjà remarqué.

Cette inversion sur la verticale s'observe aux renverses de courant pour des valeurs de vitesse très faibles. Il n'est pas impossible que la densité liée aux salinités plus fortes de l'eau du fond en soient responsables. Des variations importantes de température sont, en effet, exclues pour expliquer une éventuelle augmentation de la densité.

5. Répartition des vitesses en surface

Nous n'avons pas de mesures systématiques et synchrones des vitesses superficielles instantannées. Elles auraient nécessité un trop grand nombre d'appareils.

Seule une idée qualitative peut donc être fournie concernant cette répartition. Sur la figure 15 (A et E), on constate que seules les zones de bordure de chenal où se réduit rapidement la profondeur sont affectées de faibles vitesses d'écoulement aussi bien en flot (figure 15 A) qu'en jusant (figure 15 E).

Il semble donc, en première approximation, qu'on puisse rapporter les mesures réalisées à l'ensemble du profil transversal, exception faite des zones de bordure qui, d'ailleurs, ne représentent qu'une faible part de la surface mouillée.

6. Essai d'évaluation des débits respectifs en flot et en jusant

Au terme de l'analyse des résultats courantologiques et marégraphiques obtenus, il est naturel d'aborder la question du volume d'échanges réalisés au cours d'un cycle complet de marée.

De l'ensemble des données présentées, les mesures récoltées au cours de la station fixe d'avril 82 sont les plus favorables car elles fournissent de manière continue, sur une alternance complète jusant-flot, des valeurs de courant à 3 profondeurs convenablement situées (surface, -6 m, fond)

6.1. Principes de l'évaluation

Le débit de la marée Qm dans l'estuaire peut s'écrire sous la forme générale :

$$Qm = \int_0^T \int_0^{Z(+)} \int_0^{l(+)} V(x,y,t)\, dx\, dy\, dt$$

Heures	13h30	14h30	15h	15h15	16h15	17h	18h	19h	21h	21h15
Gradient	1,66	1,33	1,08	1,25	1,04	1,42	3,16	4,25	4,83	5,75

Tableau 7 : Gradient décroissant de la vitesse (en cm/s) par mètre de profondeur à la station fixe de Djifère (20 avril 1982).

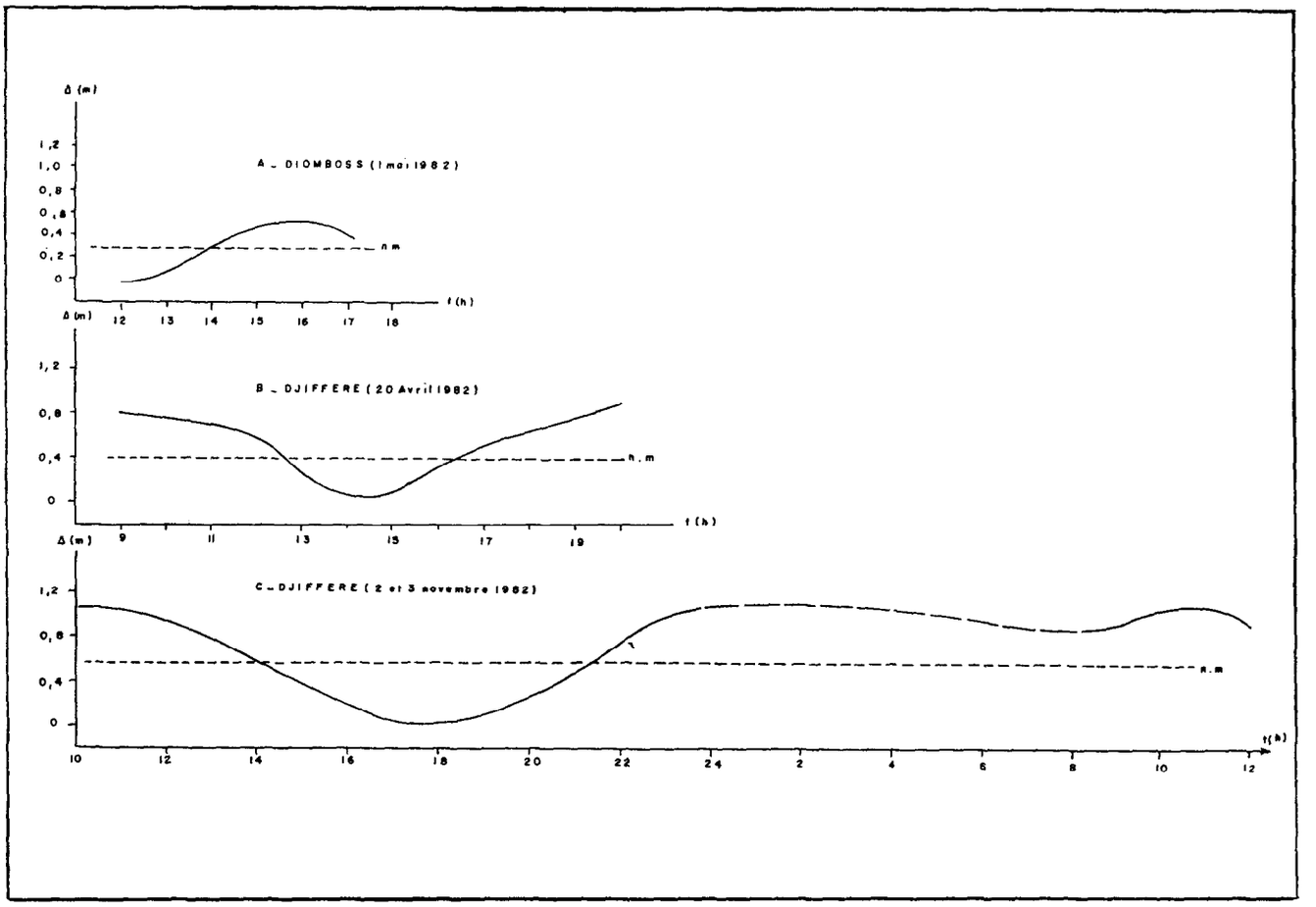


Figure 15 : variation relative des niveaux dans le Saloum et le Diomboss.

Avec : T : durée du flot ou du jusant
Z(t): profondeur (variable en fonction du temps)
l(t): largeur de la surface mouillée (variable en fonction du temps).

Il n'est pas possible d'effectuer rigoureusement le calcul car nous ne possédons ni la loi véritable de décroissance de la vitesse en fonction de la profondeur ni celle de la répartition des vitesses sur un profil transversal.

Par contre, moyennant un certain nombre d'hypothèses dont la validité sera discutée, il est possible de présenter un ordre de grandeur significatif des débits de flot et de jusant.

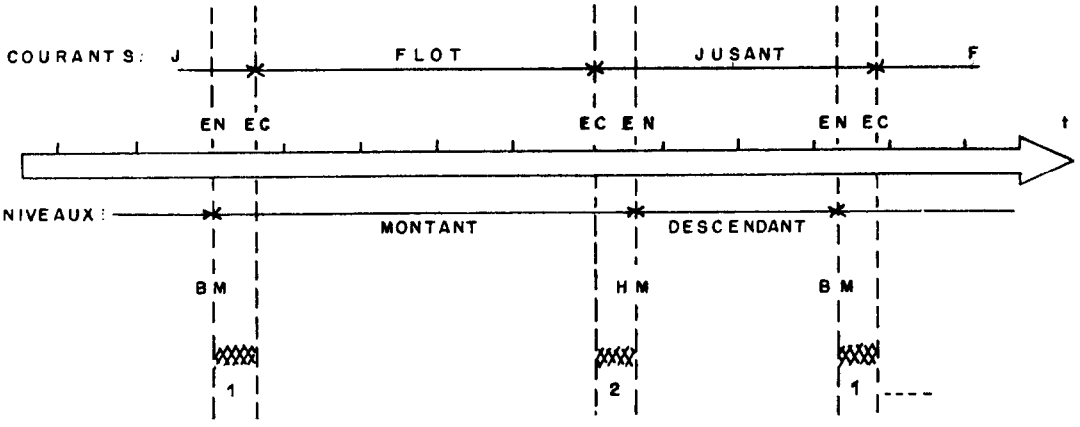
Les hypothèses retenues sont les suivantes :
- La courbe de marée est symétrique (autrement dit aucune variation dans le débit n'est imputable à la marée).
- La vitesse moyenne de l'écoulement peut être évaluée d'après le caractère linéaire de la variation verticale et l'absence présumée de variation latérale, hors des zones de bordure dont l'influence globale peut être négligée.

6.2. Modalités du calcul

Par planimétrage des aires délimitées par les courbes de la figure 10 on a obtenu des nombres proportionnels aux distances parcourues

	Jusant	Flot
Surface	101,0	171,6
- 6 m	100	120,5
fond (-12m)	84,5	73,7

Tableau 8 : Rapport des distances parcourues par une particule d'eau traversant à l'origine des temps le profil de Djifère



LEGENDE

1 Le niveau monte déjà, le jusant continue encore	EN étale de niveau
2 Le niveau monte encore, le jusant commence déjà	EC étale de courant
J : Jusant F : Flot	BM basse mer
1cm représente 1h20 environ	HM haute mer

Figure 16 : Décalage horaire entre les étales de niveau - flot et jusant - et de courant - montant et descendant - dans le Saloum.

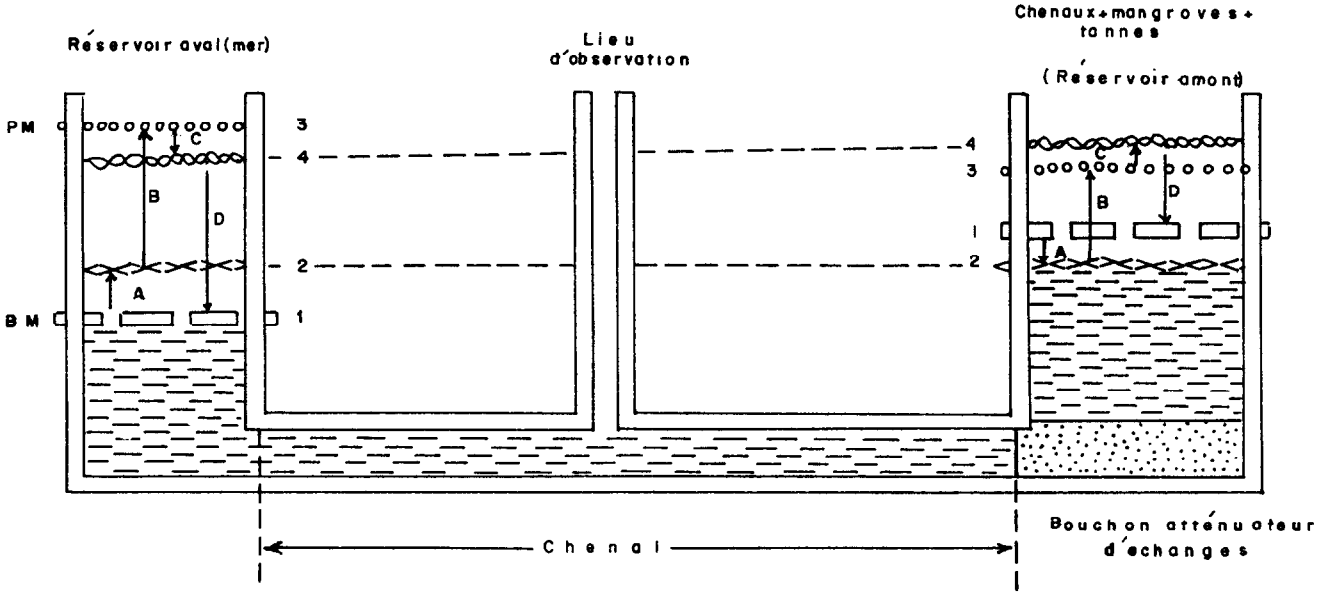


Figure 17 : Modélisation analogique des relations entre niveaux et courants dans un système pourvu d'atténuateur d'échanges.

par l'ensemble des particules d'eau franchissant au temps 0 (début de flot ou début du jusant) la surface mouillée de Djifère On a comparé ces nombres entre eux en prenant comme référence le point -6 m en jusant (tableau 8) :

Ce tableau montre, par exemple, qu'une particule d'eau de la surface parcourt pendant le flot une distance 1,716 fois supérieure à la distance parcourue par une particule d'eau évoluant à 6 m de profondeur en jusant .

A partir de ces valeurs, compte tenu des hypothèses, on peut calculer le rapport des débits soit :

$$\frac{Q_F}{Q_J} = 1{,}2614$$

Ainsi le flot est -en volume- 25 % plus important que le jusant au niveau du profil de Djiffère. Le volume d'eau qui entre et celui de l'eau qui sort peuvent être évalués en estimant la vitesse moyenne du courant au cours du flot et du jusant. Ces valeurs sont respectivement de 0, 50 m/s et 0, 40 m/s. La surface mouillée de Djifère (évaluée par planimétrage du profil de sondage) est de l'ordre de 12 000 m2 (non compris l'étendue d'eau en rive gauche où les vitesses sont toujours faibles). En tenant compte de la première hypothèse (durée moyenne d'un flot ou d'un jusant : 6 h 15), on aura :

$$Q_F = 135 \cdot 10^6 \ m^3$$

$$Q_J = 108 \cdot 10^6 \ m^3$$

On retrouve un rapport $Q_F / Q_J = 1{,}25$.

Ainsi donc $27.10^6 \ m^3$ sont entrés par le profil de Djifère et ne sont pas sortis.

6.3. Critique des résultats

L'évaluation réalisée dans le paragraphe précédent doit être critiquée de trois points de vue :

- erreurs sur l'estimation des paramètres utilisés,
- trajets différents des flux entrant et sortant,
- erreurs liées au caractère de la marée au cours de la période de mesure.

6.3.1. Erreurs sur l'estimation des paramètres utilisés

Trois paramètres fondamentaux entrent dans le calcul estimatif des flux : les durées respectives du flot et du jusant, les vitesses moyennes et la surface mouillée.

a) Durée des écoulements

Le calcul est fondé sur l'hypothèse d'une égalité entre les durées du flot et du jusant. Or, nous avons vu (§ 1) que le flot est plus long que le jusant. Nous disposons de peu de valeurs comparables (3 durées de jusant et 2 durées de flot). Les moyennes donnent une indication forcément très grossière ; le jusant "moyen" durerait 5 h 25, le flot "moyen" 6 h 35, soit un dépassement d'environ 20 %.

On peut donc présumer que la valeur attribuée au débit du flot est sous- estimée, comme doit l'être la valeur attribuée au volume non restitué. Nous pensons toutefois qu'il n'est pas souhaitable de corriger - en hausse de 2% - le débit du flot en raison de l'insuffisance des informations sur les durées respectives des deux composantes de l'écoulement.

b) Vitesses moyennes

Si l'on assimile la section mouillée de Djifère à un chenal régulier infiniment large, c'est-à-dire dont la largeur égale au moins 5 fois la profondeur (LENCASTRE , 1969, p. 106), la distribution verticale ou transversale des vitesses obéit à une loi à peu près parabolique.

En généralisant à l'ensemble du profil transversal la répartition verticale des vitesses observées en une seule station, voisine du centre, on aboutit donc nécessairement à une erreur par excès sur les débits calculés. L'erreur est d'autant plus forte que le débit est fort ce qui conduit à penser que la différence des débits est probablement affectée d'un léger excès. Nous pensons que cette erreur correspond à une fraction du module de la différence et qu'elle ne saurait la modifier d'un facteur 2.

c) La surface mouillée

La dimension de la section par laquelle circulent les écoulements conditionne leur importance. Nous avons, dans le calcul, présumé que les sections mouillées étaient identiques pendant le flot et le jusant. L'analyse du

fonctionnement du modèle (cf. figure 16) montre qu'il n'en est rien puisque le niveau du chenal est pendant un temps relativement long simultanément en flot et à une cote supérieure au niveau moyen. Il en résulte que le rayon hydraulique en flot est plus grand que celui correspondant au jusant.

Ce terme correctif doit donc s'ajouter à la résultante des flux entrant et sortant. La valeur trouvée est encore, de ce point de vue, inférieure à la réalité.

6.3.2. Trajets différents des flux entrant et en sortant

Trois ou quatre bôlons intercommunicants avec le Saloum et avec la mer peuvent théoriquement permettre une exportation d'eau en jusant sans traverser la surface mouillée de référence (Djifère). Ce sont le bôlon de Gokheor-Likit en aval de cette section et les deux bôlons mettant en relation le Saloum, le Diomboss et le cours supérieur de ce dernier qui, lui-même se branche sur le Saloum en amont de Foundiougne.

Les courants mesurés dans les bôlons ont toujours été faibles ; en outre des seuils donnent des sections étroites et peu profondes interdisant pratiquement le passage unidirectionnel de volumes d'eau significatifs. Enfin, on verra plus loin (rapport Microfaune) que la stabilité des associations de Foraminifères démontre le caractère limité des échanges par les bôlons.

On peut donc présumer que, pour l'essentiel, la seule voie de sortie des masses d'eau qui pénètrent dans le Saloum par le profil de Djifère est ce profil lui-même.

6.3.3. Erreurs liées au caractère de la marée au cours de la période de mesure

Du 19 au 21 avril 1982, la marée étant en revif, le coefficient et le marnage augmentaient. Au cours de la période de mesure, la succession fût jusant-flot. Ce jusant initial fût donc déterminé par un flot moins fort que celui mesuré le 20 avril entre 16 et 22 heures. Il est donc normal que le volume d'eau sorti soit inférieur au volume d'eau entré. Est-il possible de tenter d'apprécier la part correspondant à cette dissymétrie ?

L'hypothèse la plus simple est de considérer que les débits sont proportionnels aux marnages. Le jusant du 20 avril fut déterminé par un marnage de 0,8 m le flot suivant occasionna un marnage de 0,9 m. supérieur de 1/9 au précédent. Le débit supplémentaire provoqué par cette surcote de 0,10 m peut donc être estimé à :

$$135.\ 10^6\ m^3/9 = 15.10^6\ m^3.$$

6.3.4. Bilan

Le tableau 9 récapitule les résultats obtenus :

Compte-tenu du caractère particulier du phénomène de fonctionnement inverse de l'estuaire, nous estimons qu'il est prudent de retenir l'évaluation <u>minimale</u> de rentrée d'eau en cycle de marée, soit :

$$27.10^6 - 15.10^6 = 12.10^6\ m^3.$$

	Durée	Vitesses moyennes	Surface mouillée	Sortie d'eau annexes	Caractères de la marée
Effet de l'erreur sur le bilan hydrodynamique	par défaut	par excès	par défaut	nul	par excès
Evaluation	? (peut-être fort)	? certainement faible	? (certainement faible)	0	15.10 m3 (fort)

Tableau 9 : Récapitulatif des types d'erreurs commises sur l'évaluation du bilan hydrodynamique et sens de ces erreurs.

IV. CONCLUSIONS

Cette série de mesures nous amène à conclure ce chapitre en soulignant plusieurs points :

1. Les différences de durée et de vitesse entre le flot et le jusant -avec prépondérance du flot- dans cet estuaire.

2. Le décalage important entre les heures des étales de courant et de niveau avec en outre, une pleine mer qui dure plus longtemps que la basse mer.

3. L'existence d'un bouchon atténuateur d'échanges (avec, peut être une lentille immobile) déterminé par l'inertie des zones adjacentes de l'estuaire qui se manifeste par une résistance à la pénétration de l'eau. Une des conséquences importantes dans le fonctionnement de ce système est la montée - vraisemblablement jusqu'au-delà de Kaolack- d'un volume d'eau substantiel qui ne redescend pas par la suite.

Le fort pouvoir évaporateur de la zone amont et la compensation des nappes déprimées par l'évaporation en sont la cause. La conséquence est un accroissement global de la salinité des eaux et des sols.

BIBLIOGRAPHIE

TROMEUR, J.J. (1938 - 1939).- Mission hydrographique du Saloum. In :Annales hydrographiques, 3è série, t. XVI, P. 5-23,Paris.

LENCASTRE, A.(1969).- Manuel d'Hydraulique générale. Eyrolles, édt. Paris, 411p.

QUESTIONS - DISCUSSION

- M. OLANIYAN demande des précisions sur les mesures de vitesses des courants.

- M. BALTZER précise que les végétaux ne sont pas seuls responsables de "l'atténuateur d'échanges" mais que l'action des animaux peut être importante, en particulier par les espèces creusant des terriers (poissons périophtalmes, crabes, etc).

C. CARACTERES SEDIMENTOLOGIQUES (3)

I. DEFINITION DES OBJECTIFS

L'analyse des sédiments de l'aire étudiée (figure 18) avait pour objet de caractériser le substrat superficiel et de reconnaître les formations de subsurface en rapport avec les unités géomorphologiques principales du secteur.

L'attention s'est portée sur les sédiments des zones exondables du chenal principal du Saloum et de certains bras latéraux (bôlons).

Il ne s'agissait pas de réaliser une cartographie sédimentaire complète du secteur étudié mais d'obtenir, par l'étude d'un nombre suffisant d'échantillons, une définition des types sédimentaires présents et de leurs relations avec les unités géomorphologiques.

II. DESCRIPTION DES PRELEVEMENTS

L'échantillonnage a été obtenu au cours de plusieurs campagnes pendant la phase principale de l'Atelier ou au cours de sorties de contrôle réalisées dans la suite.

Les prélèvements ont été opérés par carottage à l'aide d'une tarière ou d'une pelle à vase dans les zones inondables et, dans le chenal, en utilisant des bennes.

1. Echantillonnage sur les marges du chenal

Sur les cinq profils transversaux de Foundiougne, Baout, Djirnda, île du Diable et Djifère des prélèvements ont été effectués sur les bordures du Saloum, dans les unités de vasières à mangrove, de tannes nus et de cordons sableux (figure 19).

---

(3) Chapitre rédigé par :

J.P. BARUSSEAU, Département de Géologie, Université de Dakar.
E.S. DIOP, Département de Géographie, Université de Dakar.
J. MONTEILLET, Département de Géologie, I.F.A.N. Dakar.
C.Y. ROCHA, Département de Géographie, Université de Dakar.

Communication présentée par E.S. DIOP au cours de la Session 1 du Séminaire.

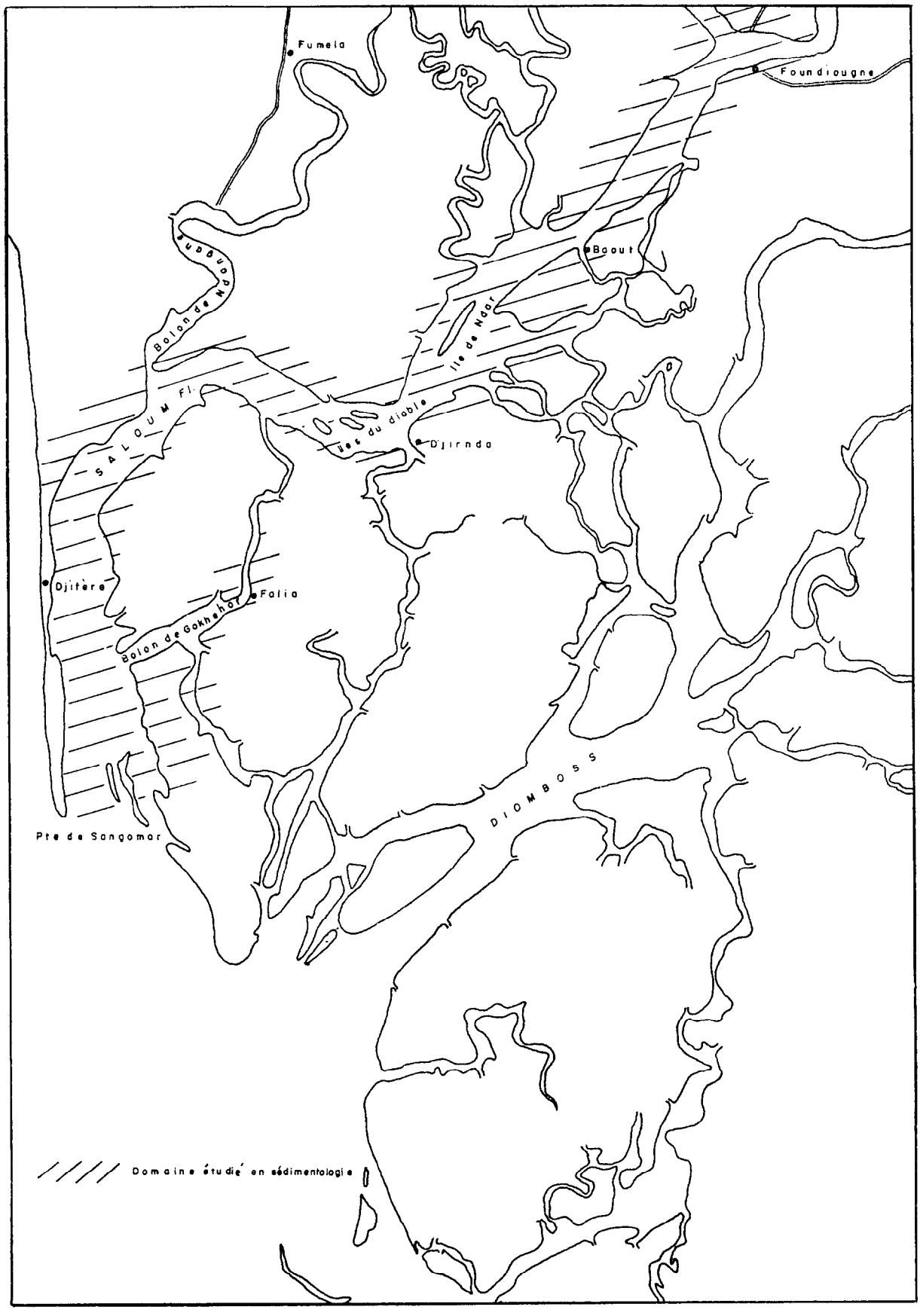


Figure 18 : Domaine étudié en sédimentologie.

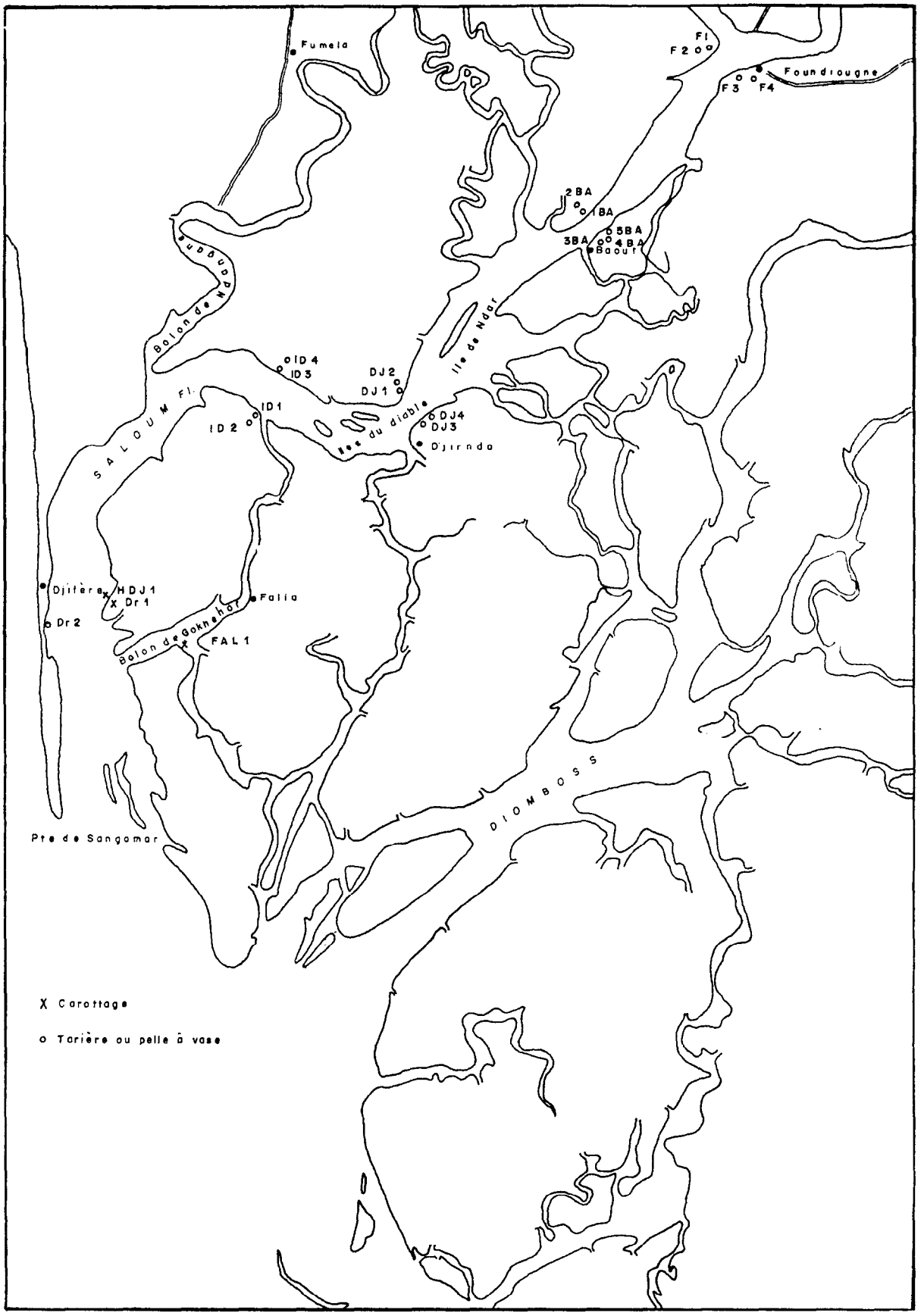


Figure 19 : Localisation des échantillons dans les zones de bordure du Saloum.

Une description sommaire des différents échantillons recueillis est indiquée dans les illustrations suivantes :

- Profil de Foundiougne :
  Tableaux 10 et 11
- Profil de Baout :
  Tableaux 12 et 13
- Profil de Djirnda :
  Tableaux 14 et 15
- Profil des Iles du Diables :
  Tableaux 16 et 17; fig. 20
- Profil de Djifère
  Tableaux 18 et 19; fig.21 et 22.

2. Echantillonnage au niveau du chenal

L'échantillonnage dans le chenal a été réalisé à la benne, exceptionnellement par carottage au niveau d'un banc où s'observe une protocolonisation de palétuviers.

Dans tous les cas, la position des prélèvements a été guidée par la morphologie dont l'aspect général, entre Foundiougne et l'embouchure, est illustré par la figure 26.

Les figures 24 et 25 rassemblent les données concernant le positionnement des échantillons du domaine aquatique.

La figure 23 indique la position des échantillons dans la carotte réalisée dans le bôlon de Gokheor près de Falia.

III. PRESENTATION DES RESULTATS

1. Techniques utilisées et mesures réalisées

Les matériaux recueillis ont fait l'objet d'une analyse granulométrique complète par tamisage sur une série de tamis AFNOR et, le cas échéant, par sédimentométrie à la pipette d'Andreasen, après défloculation selon les méthodes classsiques (destruction de la matière organique par oxydation, élimination des cations floculants par attaque acide, alcanisation à pH8/9).

Les mesures réalisées concernent :

- la nature du sédiment : pourcentage en carbonates et éventuellement, pourcentage en débris organiques.

- La texture du sédiment : teneur en argiles (fraction inférieure à 2 µm) et en pélites (fraction inférieure à 50 µm), valeur de la médiane et indice de classement (So Trask), composition de l'assemblage granulométrique indiquée par la formule modale.

Les résultats sont regroupés dans le tableau 20 dans lequel figurent les valeurs des différents paramètres mesurés.

Les types sédimentaires reconnus sont présentés dans la figure 27.

En outre, on a utilisé des résultats obtenus indépendamment des travaux réalisés dans le cadre strict de l'Atelier (ROCHA, 1981).

2. Discussion des résultats

2.1. Résultats généraux

Le fait le plus frappant est le caractère grossier de la sédimentation dans l'ensemble des domaines. Même lorsque la fraction pélitique est notable, elle est surtout constituée de silt. La dominance de cette fraction silteuse dans la composition de la partie la plus fine du sédiment doit être soulignée car elle apparaît comme un trait particulièrement original de cette région. A cet égard, la région nord du Saloum, se différencie profondément d'autres domaines d'estuaires à mangrove en zone intertropicale.

La fraction carbonatée est généralement peu abondante (tableau 20). Cela ne traduit pas l'absence de production coquillière mais l'incidence d'effets postérieurs au dépôt : destruction mécanique due aux facteurs hydrodynamiques et destruction chimique due aux faibles pH, notamment au niveau des tannes et des "vasières".

L'existence d'une fraction organique figurée (débris de feuilles, feutrage de faisceaux ligneux) quoique notable, ne paraît pas non plus un caractère sur lequel il convient de s'appesantir. Cette fraction, facilement entraînée, est en outre aisément dégradable. A noter parfois l'existence d'une matière organique notable estimée entre 8 et 13 % (DIOP, 1978), 3 et 10% (MARIUS, 1979). Au point de vue granulométrique, la première question qui se pose est de savoir si les paramètres texturaux caractérisent de façon claire les différents environnements distingués dans la région étudiée.

Nous avons appliqué le test de Student-Fisher aux valeurs des médianes des ensembles suivants :

- chenal (en distinguant éventuellement milieu de chenal et bord),
- vasière à mangrove,
- tanne,
- cordon.

Le tableau 21 récapitule ces résultats.

On remarquera que les domaines de vasières à mangrove et les tannes ne se différencient pas granulométriquement.

Compte-tenu du trop faible nombre de mesures disponibles sur les bancs centraux du chenal, il n'a pas été possible d'établir une comparaison entre ces accumulations sédimentaires de milieu de chenal et le matériel des autres parties du lit. Toutefois, de façon qualitative, la dimension des sédiments y semble, en moyenne, plus faible, se rapprochant ainsi des valeurs observées sur les bords. De cette façon se distingueraient les accumulations sédimentaires (matériel des bancs et des rives), caractérisées par des sables fins, et les sédiments des chenaux, caractérisés par des sables moyens.

2.2. Les différents types sédimentaires

En tenant compte des conclusions résultant de l'analyse du tableau 21, les types sédimentaires sont illustrés dans la figure 27 par leurs courbes granulométriques caractéristiques.

On a fait apparaître dans cette figure un certain nombre de types de courbes plus complexes par rapport aux types simples.

Unités géomorphologiques	Echantillon	Profondeur	Descriptif sommaire
Vasières	F1 1	0,15 m	Sable gris pH = 5
	F1 2	0,80 m	Sable à tâche rouille
	F1 3	1,15 m	pH=5 Sable argileux à passées rouges
Tanne nu	F2 1	0,35-0,45 m	Sable gris foncé, plus ou moins argileux
innondable	F2 2	1,40 m	Argile sableuse avec un niveau coquillier

Salinité Saloum = 50 ‰ - Salinité Bôlon = 59 ‰ oo

Tableau 10 : Foundiougne - Rive gauche.

Unités géomorphologiques	Echantillons	Profondeur	Descriptif sommaire
	F 3 1	0,15,-0,25m	Sable argileux, beige à tache rouille pH = 5
Limité vasière tanne	F3 2	0, 5 -0, 7m	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 tache rouille pH = 4,5
	F4 2	0,60 m	Argile gris beige à tache rouille pH = 4,5
	F4 3	1,20 m	Argile gris sombre pH = 4,5

Salinité flaques d'eau dans la zone à Avicenia = 102 ‰

Tableau 11 : Foundiougne - Rive droite.

2.2.1. Cas des mélanges

Dans certains cas, les populations granulométriques comportent des mélanges qui suscitent une bimodalité de la courbe granulométrique (ex : SSG 17). L'analyse modale permet de faire apparaître les différents composants caractérisés par leur mode et leur proportion dans le mélange. Dans l'exemple retenu ici, la formule modale 130 (55) + 240 (45) montre que le sédiment est constitué d'une population de mode granulométrique 130 microns (55 % du sédiment) et d'une population dont le mode est plus grossier (240 µm) qui compte pour 45 % du sédiment total (figure 27).

De tels mélanges s'observent dans les zones de transition (bords de chenal) et dans les régions marquées par une hydrodynamique active actuelle (chenal) ou fossile (cordon). Par contre, au niveau des tannes et vasières, les sédiments sont presque toujours unimodaux ce qui souligne l'unicité des processus hydrodynamiques de leur mise en place.

2.2.2. Cas des vasières et des tannes

Bien qu'appartenant au même type sédimentaire caractérisé par une fraction sableuse fine (modes compris entre 65 et 85 microns) se prolongeant par une "queue" ultrafine plus ou moins abondante (figure 27 : F3-1, 3BA3, F3-2), les sédiments des vasières et des tannes montrent des différences verticales systématiques dans l'ensemble des profils étudiés.

Alors que les sédiments superficiels (ex : F3-1) sont dotés d'une fraction pélitique réduite, les sédiments plus profondes (3BA3, F3-2) montrent un accroissement important de la teneur en silt et en argile. Dans les sondages opérés à la tarière ou par carottage (tableaux 10 à 19, figures 20 et 21), le passage se situe généralement vers 60 cm de profondeur (extremums : 0,35 m et 0,90 m).

Deux explications peuvent être avancées :

- modification des conditions récentes,

- évolution actuelle de la mangrove.

La première doit vraisemblablement être retenue car un développement de la mangrove entraînerait, au contraire de l'observation, un accroissement de la teneur en particules fines.

En arrière vasière 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 reste racinaires et coquilles remaniées
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	1,73 m	Sable argileux gris sombre
Salinité bôlon principal (Saloum - 42 °/oo)			

Tableau 12 : échantillonnage - profil de Baout - rive gauche.

Unités géomorphologiques	Echantillons	Profondeur	Descriptif sommaire
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 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 taches jaune rouille très fluide
Tanne	5 BA 1	0,10 - 0,20 m	Argile grise 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

Site 4 BA : Niveau de la nappe à 70/ 80 cm avec une salinité = 136 °/oo
Site 5 BA : Flaque d'eau - zone à Avicennia - S = 99°/oo
Bôlon voisin : salinité = 58 °/oo

Tableau 13 : échantillonnage - profil de Baout - rive droite.

	Dj 1 1	0,30 m	Sable à taches rouille
Vasière	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
	DJ 2 1	0,50 m	Sable argileux fin (avec coquilles dissoutes)
Tanne	Dj 2 2	1,80 - 2,00 m	Concrétions ferrugineuse pH = 5
Salinité du Saloum = 52 °/oo			

Tableau 14 : échantillonnage - profil de Djirnda - rive gauche.

Unités géomorphologiques	Echantillons	Profondeur	Descriptif sommaire
Vasière	Dj 3 1	0,15 m	Tourbe à Rhizophora, fibreuse, ligneuse
	Dj 3 2	0,85 m	Argile grise à fragments racinaires
Salinité flaque d'eau sous Avicennia = 60 °/oo			
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

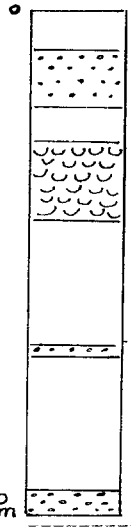
Tableau 15 : échantillonnage - profil de Djirnda - Rive droite.

	ID 1 1	0,30 - 0,45 m	Sable gris (N/5)
	ID 1 2	0,40 m	Sable argileux gris sombre (N/4)
Vasière	ID 1 3	1,90 - 2,00 m	Argile sableuse gris foncé 5Y4/1
Salinité flaque d'eau dans la zone à Avicennia = 50 °/oo pH = 7			
	ID 2 1	0,40 m	Sable gris clair - N/7 à à taches rouille + quelques taches sombres (N/5)
Limite vasière/ tanne	ID 2 2	0,50 m	Sables gris sombre avec quelques taches gris clair
	ID 2 3	1,80 - 1,90 m	Argile sableuse gris sombre 5Y4/1 pH = 6
Salinité flaque d'eau de la zone à Avicennia = 50 °/oo			

Tableau 16: échantillonnage - profil des Iles du Diable - rive gauche.

Unités géomorphologiques	Echantillons	Profondeur	Descriptif sommaire
	ID 3 1	0,35 m	Sable gris clair 5Y6/1 à taches rouille - 5/6
Vasière	ID 3 2	0,60 m	Sable gris clair 5Y6/1 à taches gris sombre 5/1
	ID 3 3	1,80 - 1,90 m	Argile gris sombre 5Y4/ à fibres racinaires
Salinité de la mare à Avicennia = 60°/oo			
	ID 4 1	10,15 - 0,30 m	Sable argileux gris à gris sombre Coquilles à A. Senilis
Tanne	ID 4 2	0,80 - 0,90 m	Sables gris à taches rouille 5Y6/1 et 5/6
	ID 4 3	1,30 - 1,40 m	Argile sableuse gris sombre 5Y4/1
Salinité Saloum au niveau de l'Ile du Diable = 50 °/oo pH = 6 à 6,5			

Tableau 17 : échantillonnage - profil des Iles du Diable - rive droite.

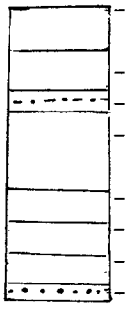


- Vase sableuse
- sable vaseux à traces d'oxydation (racines)
- vase molle
- vase coquillière (débris d' Anadara sp.)
- vase molle à passées plus sableuses

Echantillonnage correspondant

ID 3 K-1 : 0 à 12 cm
K-2 : 12 à 25
K-3 : 25 à 34
K-4 : 34 à 44
K-5 : 56 à 66
K-6 : 95 à105
K-7 :134 à140

Figure 20 : Log des sédiments , rive droite du Saloum (Iles du Diable)

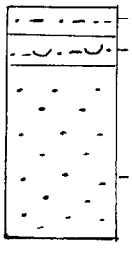


- vase sableuse très réductrice à nombreuses racines
- vase à débris coquilliers très altérés
- passée de vase sableuse dure
- vase à débris coquilliers
- vase molle un peu sableuse
- vase à débris coquilliers
- vase molle
- sable

- Echantillonnage correspondant

HDJ 1-1 : 0 à 11 cm
2 : 12 à 23
3 : 23 à 27
4 : 37 à 47
5 : 52 à 60
6 : 60 à 69
7 : 69 à 76
8 : 76 à 77

Figure 21 : Log des sédiments , herbier du profil de Djifère

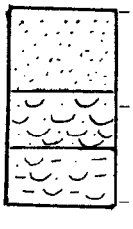


- sable légèrement vaseux réduit
- sable vaseux coquillier
- sable peu vaseux

- Echantillonnage correspondant

DR 1-1 : 0 à 7 cm
-2 : 7 à 15
-3 : 15 à 26

Figure 22 : Log des sédiments , rive gauche du Saloum (Djifère)



- sable propre légèrement coquillier
- sable à coquilles entières
- sable à débris coquilliers altérés, légèrement vaseux

- Echantillonnage correspondant

FAL 1-1 : 0 à 10 cm
2 : 20 à 34
3 : 40 à 50

Figure 23 : Log des sédiments sur un banc du bôlon de Gokhehor

"Pointes aux man groves"	Dr 1 1	0,10 m	Sable vaseux gris
Banc découvert à l'avant	Dr 1 2	0,80 m	Sable gris bleuté

Tableau 18 : échantillonnage - profil de Djifère - rive gauche.

	Dr 2 0	0 - 0,20 m	Sable beige
Sur cordon			
	Dr 2 1	1 - 1,20m	Sable vaseux à racine de
(limite zone à			Rhizophora
Rhizophora)	Dr 2 2	1,30 - 1,40 m	Sable argileux, gris foncé

Tableau 19 : échantillonnage - profil de Djifère - rive droite.

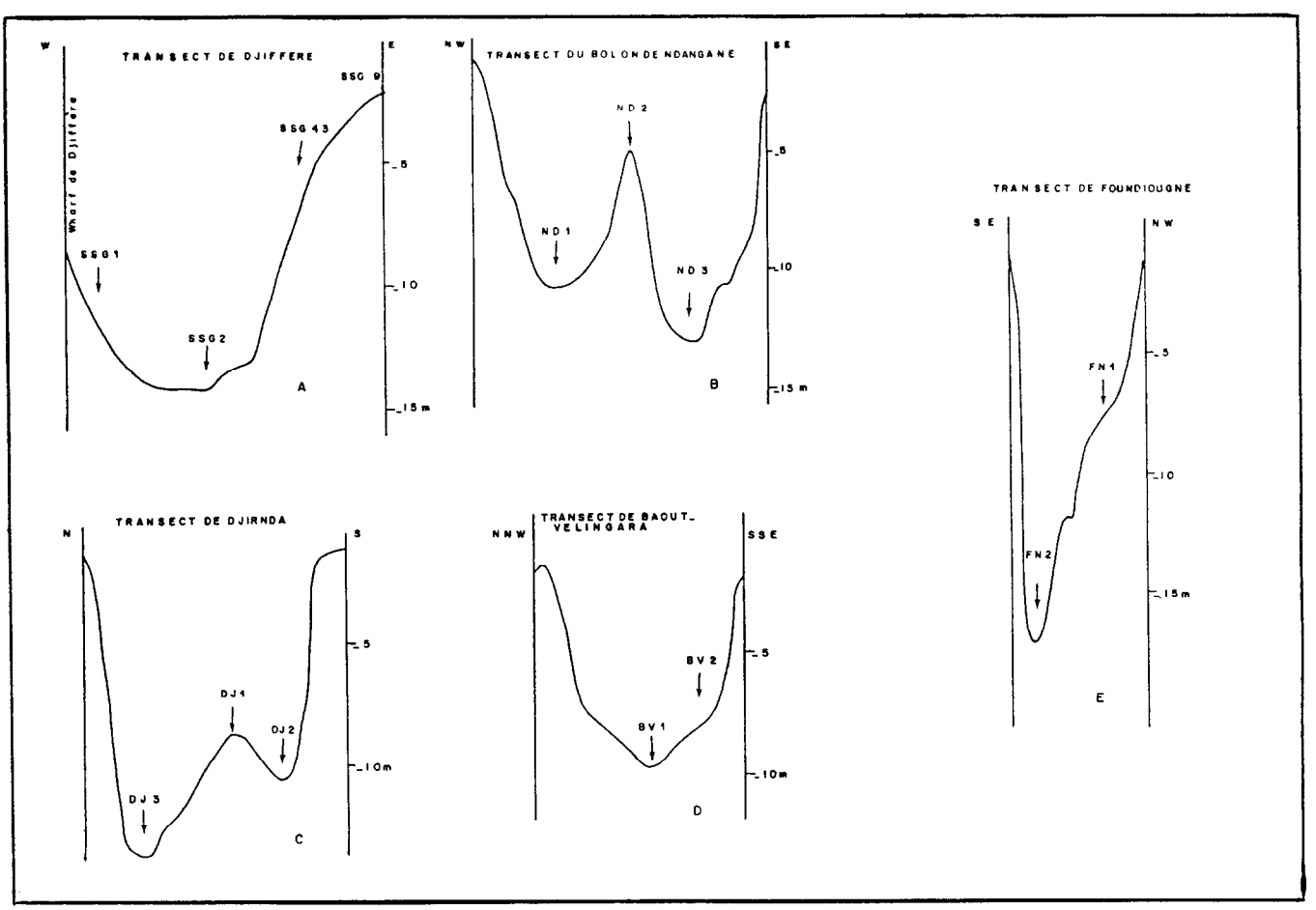


Figure 24 : Position des échantillons de sédiments dans le Saloum.

Ech. n°	Localisat. du profil	Cote (m)	Unité morpho-logique	%Pél <50um	%Arg <2um	%carb	% MO	Médiane (um)	So Trask	Formule modale simplifiée (1)
SSO 1	Djifère	-11	chenal	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	
9	"	0	"	21,4	< 5	-	33,2	65	1,29	
10	Guimesam	-1,5	"	2,5	0	-	0	125	1,30	
11	"	-12	"	1,5	0	2,5	0	240	3.62	200(70)+5000(30)
13	"	-10	"	12,4	< 5	6,0	-	90	1,10	
15	"	- 2	"	4,2	0	< 5	-	170	1,33	130(55)+240(45)
ND 1	Bol.Ndang	-12,5	Fosse NW	2,6	0	< 5	0	285	1,61	260
2	"	- 5	"	13,5	0	< 5	0	115	1,25	115
3	"	10,5	Fosse SE	5,8	0	< 5	0	225	1,25	210(95)+2000(5)
16	I.du Diable	-1,5	"	5,2	0	-	-	85	1,07	85
20	"	-1	"	10	0	< 5	0	235	1,18	230
DJ 1	"	-8	Banc central	6,8	0	-	0	150	1,15	145
2	"	-10,5	Fosse S (bord)	3,4	0	-	0	170	1,20	160
3	"	-13,5	Fosse N	24,0	18	-	-	-	-	-
24	"	+1	Base cordon sab	2,3	0	-	0	265	1,40	260
26	"	+0,5	Tanne nu	19,5	< 5	-	4,8	110	1,65	v55(70)+250(30)
17	"	²1,5	Chenal	8,6	0	5	0	175	1,50	120(50)+270(50)
19	"	-1	"	16,8	< 5	-	-	65	1,13	v65
BV 1	Baout-Velin	9,5	"	6	0	-	0	130	1,25	120
2	"	7,5	Bord S chenal	21,1	< 5	-	-	-	-	-
FN 1	Foundiougne	7,5	Bord N	6,3	0	-	0	210	1,47	210
2	"	17	Chenal	9,1	0	-	0	255	1,32	90(5)+220(95)
DJ 3.1	I.du Diable	0,25(2)	Vasière	15,4	6	-	15,1	80	1,23	80
2	"	0,85	"	2,62	14	-	2,3	68	1,52	75
DJ 4.1	"	0,20	Tanne	31,5	12	-	0,8	64	1,67	75
2	"	0,60	"	47,7	23	-	3,0	59	3,75	70
ID 3.1	"	0,35	Vasière	32,9	14	-	0,6	73	2,00	80
3 BA 1	Baout-Velin	0,15(2)	Tanne	48,4	11	-	0	32	2,05	75
5	"	0,90	"	71,5	42	-		92	$^{3}10$	70
3	"	0,80	"	65,7	36	-	3,3	21	$^{3}10$	70
F3 1	Foundiougne	0,20(2)	lim.Vasière/tan	47,5	7	-	0	53	1,86	70
2	"	0,60	"	79,4	48	-		3,1	$^{3}10$	65
F4 1	"	0,15	"	31,9	11	-	0	66	1,99	75
2	"	0,60	"	5,6	34	-	0,5	29	$^{3}10$	70
3	"	1,20	"	43,3	20	-	1,9	63	1,65	v55(70)+250(30)

(1) cf. texte § 221 "cas des mélanges" - (2) cote sous la surface.

Tableau 20 : résultats généraux de l'analyse des sédiments.

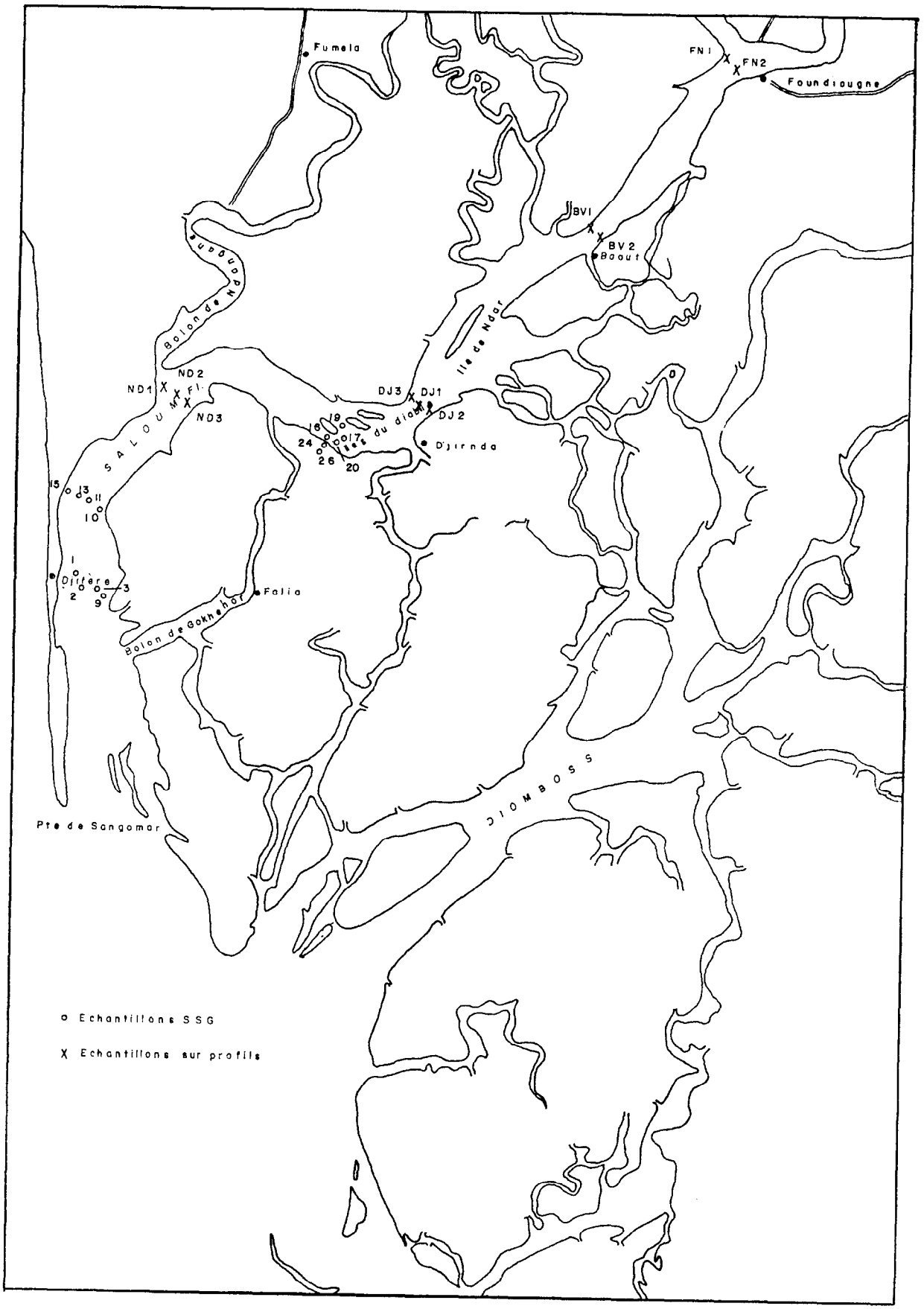


Figure 25 : Position géographique des échantillons dans le Saloum.

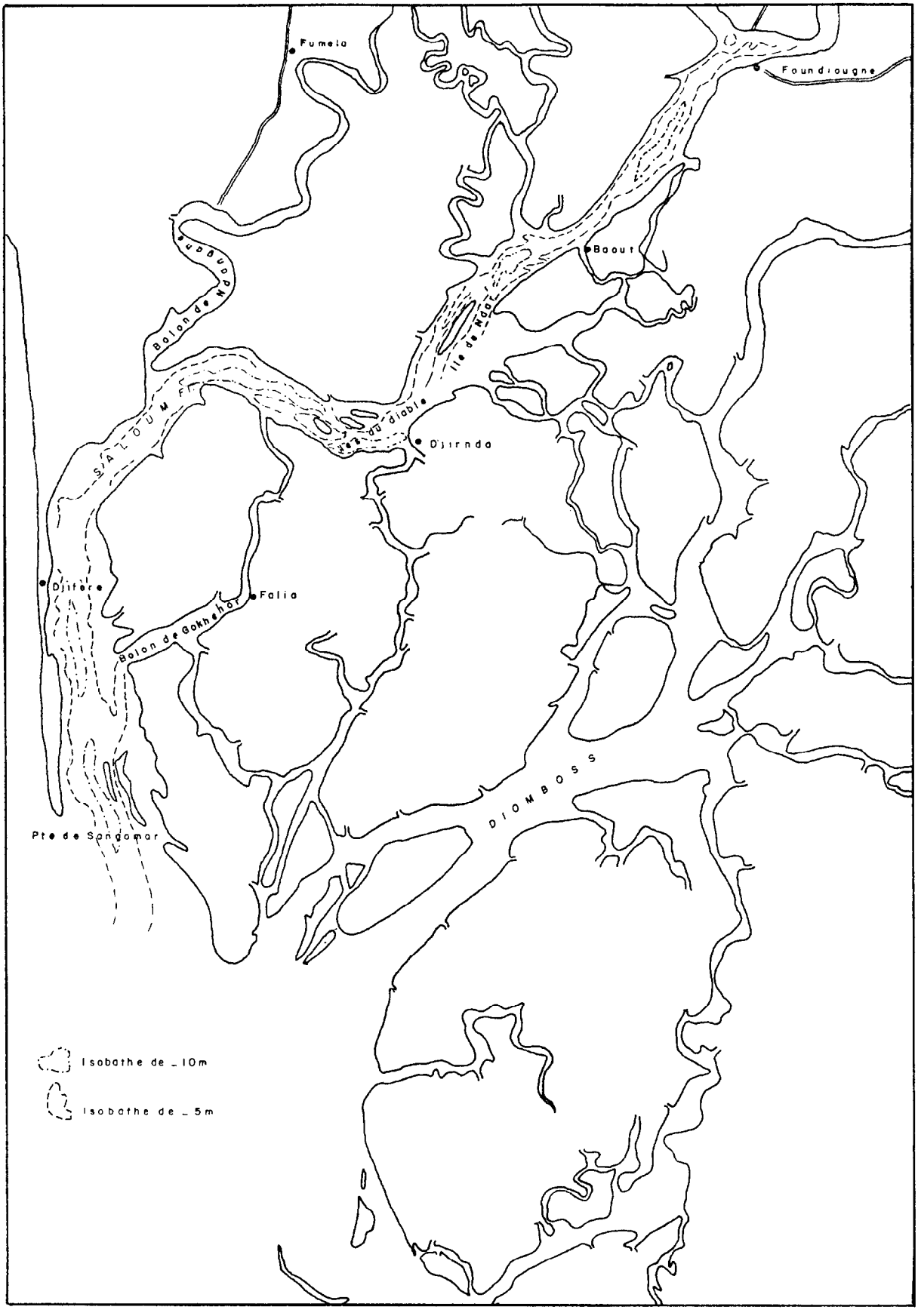


Figure 26 : Bathymétrie du Saloum.

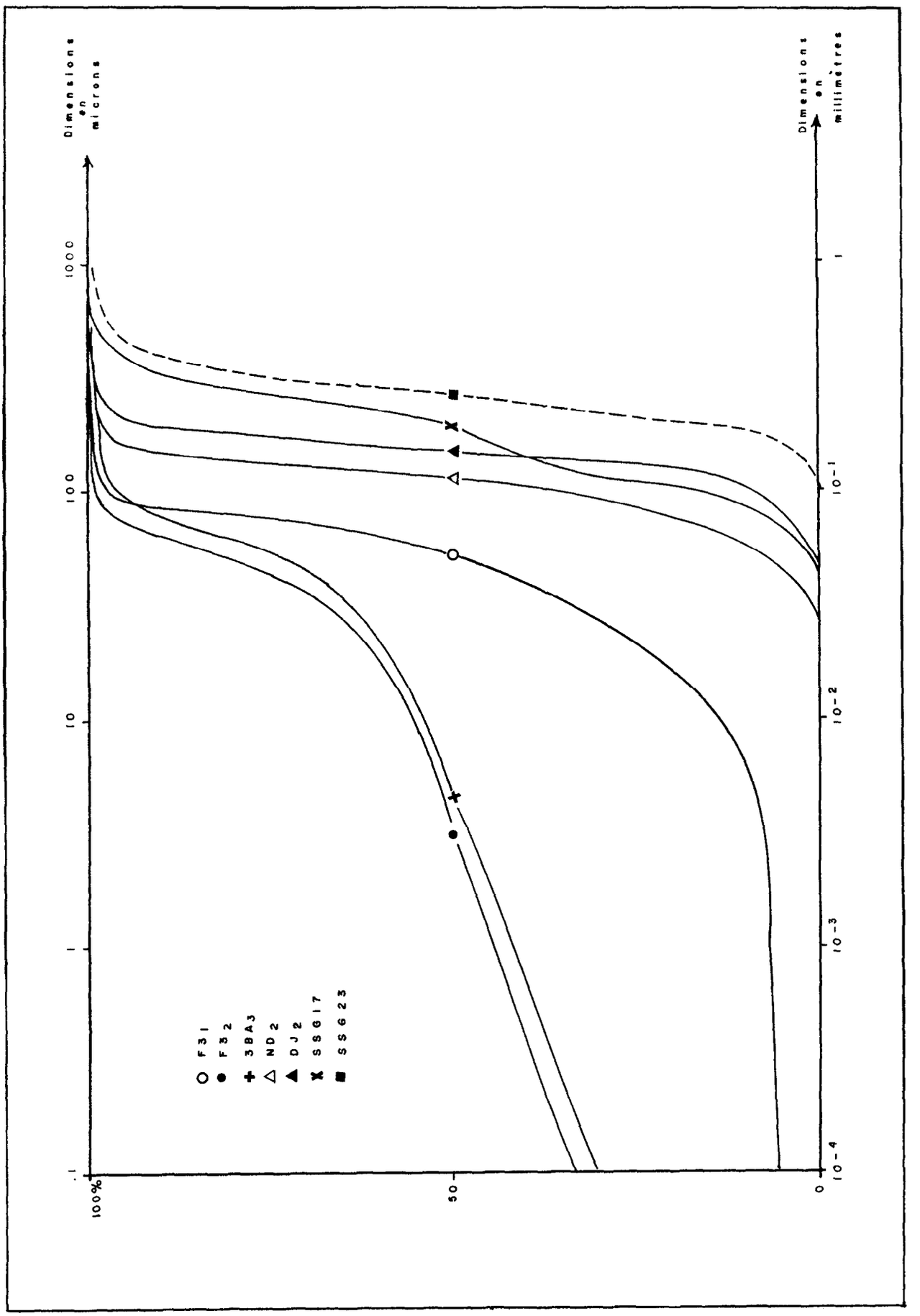


Figure 27 : Courbes granulométriques caractéristiques des types sédimentaires.

Si le changement récent des conditions du milieu est le phénomène important d'où résulte l'évolution observée, il est tentant de mettre en parallèle cette constatation avec l'évolution climatique récente vers une plus grande sécheresse.

3. Conclusions

Au terme de cette analyse, trois points doivent être mis en évidence :

- l'identité des processus de sédimentation sur les tannes et dans les vasières à mangrove,

- l'existence d'une sédimentation sableuse plus ou moins grossière faisant apparaître des différences significatives entre les cordons, les bords du fleuve et les bancs de milieu de chenal,

- l'incidence d'une variation climatique récente sensible au niveau des différents profils et qui se traduit par la superposition d'une couche actuelle relativement grossière sur les sédiments fins des tannes et des vasières.

QUESTIONS - DISCUSSIONS

Au cours de l'exposé, les différentes zones de sédimentation ont été illustrées par des images fausse couleur. M. BODIAN demande des informations sur les problèmes de la fausse couleur en télédétection. Monsieur E. S. DIOP lui répond.

Domaines comparés	Nombre de données	Valeur moyenne de la médianne (en m)		Ecart-type	Valeur de t	SEUIL DE CONFIANCE
Chenal		Chenal	150	12		
Cordon	45 (39+ 6)	Cordon	229	13	2,43	98 %
Chenal		Chenal	150	12		
Vasière	61 (39+22)	V. à mangrove			2,96	99 %
Tanne		+ tanne	94	12		
Cordon		Cordon	229	13		
	28 (6+22)				5,53	99,9 %
V.à M. +T		V. à m.+ tanne	94	12		
Milieu de chenal		Milieu	182	18		
	39 (17+22)				2,41	98 %
Bord		Bord	125	15		
Vasière à mangrove		Vasière	94	25		
	22 (7+15)				0,15	10 %
Tanne		Tanne	90	13		

au 21 : Résultats du test de Student appliqué aux médianes des sédiments du Saloum et de ses bordures.

Mr. BALTZER demande s'il a été procédé à des études en équidensité. Il précise en outre quelques points sur la terminologie de l'environnement des mangroves.

Mangrove : en français, le terme désigne un marais, une zone géomorphologique proche du niveau supérieur des marées, sur laquelle des végétaux particuliers peuvent se développer : les palétuviers. D'une manière générale, on trouve ces marais dans toutes les régions où il y a des rivages abrités et notamment :

1)- Au fond des baies où la partie abritée des vents dominants est susceptible de donner naissance à des marais.

2)- Dans les marais associés à des deltas : le chenal distributeur est encadré de levées sédimentaires déposées au cours des crues. Ces levées créent des zones abritées où se développent des mangroves.

3)- Dans les lagunes qui peuvent appartenir à 3 types hydrologiques dont le premier est le plus favorable aux mangroves :

1.- le type estuarien avec dilution de l'eau de mer par l'eau douce (climat humide ou fleuve important) avec stratification des eaux lorsque les marées sont faibles.

2.- type anti-estuarien dans lequel l'évaporation est un phénomène dominant, avec concentration des eaux salines.

3.- type indifférent dans lequel il y a mélange d'eau de mer, eau douce (forte marée, large ouverture).

D. LA MISE EN VALEUR DES SOLS DE MANGROVES TROPICALES EN RELATION AVEC LEUR CARACTERISQUES PHYSICOCHIMIQUES (4)

Les mangroves du Sénégal et de Gambie sont considérées comme un peu particulières, en ce sens qu'elles évoluent dans un milieu naturel tropical sec où les sols sont affectés par de faibles précipitations, une température élevée et soumis à un processus évaporatoire intense. Elles sont réparties dans quatre domaines géographiques qui du Nord au Sud correspondent aux embouchures des principaux cours d'eau : le Fleuve Sénégal, le Sine Saloum, la Gambie et la Casamance.

LE MILIEU NATUREL PARTICULIER AUX MANGROVES TROPICALES

Au plan climatique elles sont influencées par un climat tropical chaud et sec caractérisé par 8 mois de sécheresse environ et une seule saison des pluies avec 250 à 1800 mm de précipitations selon la latitude. Ceci est un facteur important qui conditionne l'évolution particulière de ces mangroves par rapport à celles d'autres régions du globes (Indonésie, Afrique Equatoriale, Guyane...) où la pluviosité est nettement plus élevée et contribue à la submersion et au dessalement des sols.

Du point de vue sédimentologique, des carottages profonds effectués par C. MARIUS dans ces formations, ont montré que leur substratum est essentiellement constitué de sédiments sableux du "Continental Terminal" composés de quartz et d'argiles de type kaolinite alors que les sédiments salés apportés par les océans sont des sables et des argiles de type smectite. La phase minérale des sols de mangroves sensu stricto est donc constituée d'un mélange de ces matériaux détritiques avec toujours une grande proportion d'éléments argileux très fin (supérieure à 40 %). Il s'y ajoute une importante fraction organique liée à l'accumulation et à la décomposition des restes de palétuviers (fibres et feuilles) allant jusqu'à 10 % de matière organique et plus. D'où leur aspect de vasières plus ou moins noirâtres.

---

(4) Communication à l'"Atelier régional UNESCO, sur les méthodologies de recherche appliquées aux estuaires et mangroves de l'Afrique de l'Ouest" présentée par J. Y. LOYER (ORSTOM) au cours de la Session 2 du Séminaire.

La morphologie de ces zones estuariennes est évidemment très plate mais cette platitude remonte très loin vers l'amont ; les profils en long des cours d'eau ayant une pente très faible, parfois infime. Le fleuve Sénégal par exemple présente une pente moyenne de 0,05°/oo sur ses 400 km inférieurs. Cette faible pente associée à un débit d'étiage faible, voire nul, permet chaque année une invasion marine dans le lit mineur de ces cours d'eau.

- sur le Fleuve Sénégal la langue salée peut remonter jusqu'à 250 km à l'amont de l'embouchure ;

- en Gambie, sur plus de 200 km ;

- le Sine et le Saloum sont exclusivement marins dans leur partie aval sur une centaine de kilomètres ;

- en Casamance, l'intrusion marine se fait sentir jusqu'à plus de 200 km à l'intérieur des terres.

Dans ces conditions de pluviosité, de température et de morphologie, l'élimination des sels solubles est difficile et les mangroves du Sénégal sont toutes plus ou moins salées atteignant parfois des salinités très supérieures à celles de l'eau de mer.

Sur le plan occupation du sol, on note une certaine adaptation des espèces végétales à cette salure élevée : les Rhizophora sont implantés dans les zones dont la salinité maximale est de l'ordre de celle de l'eau de mer (60 mmhos environ de conductivité), alors que les Avicennia supportent des salinités plus élevées ; la végétation herbacée est également souvent composée d'espèce halophytes comme Sesuvium et Phylloxerus .

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES PHYSICO - CHIMIQUES DES SOLS DES MANGROVES TROPICALES

Le fait d'évoluer en milieu marin confiné chaud et sec, confère à ces sols deux caractéristiques principales :

- l'une d'être salés à sursalés avec une dominance du chlorure de sodium et secondairement de sulfate de magnésium ;

- l'autre d'accumuler au niveau du système racinaire très dense des palétuviers, des sulfures de fer, principalement sous forme de pyrite (FeS_2).

+ Ces sulfures sont produits par réduction des sulfates de l'eau de mer qui alimentent la mangrove de façon presque continue. Le milieu d'évolution anaérobie favorisé par la submersion permanente et la richesse en matière organique permet la différenciation d'un milieu très réducteur (-200 mv/H2) dans lequel la réduction des sulfates s'opère grâce à des bactéries sulfato- réductrices de type Desulfovibrio . Les teneurs en soufre total peuvent atteindre quelques % . Il s'agit de sols peu évolués à sulfures salés.

+ Ces sulfures en équilibre avec la mangrove ne sont pas toxiques à doses raisonnables, mais ils possèdent une potentialité d'acidité importante : par suite de l'aération du milieu qui peut se produire grâce à un abaissement de la nappe, ces sulfures s'oxydent en sulfates acides grâce à des bactéries du type Thiobacillus dont l'activité est favorisée par la température élevée du milieu (le plus souvent supérieure à 20 ° C). Il y a d'abord production de soufre élémentaire puis de sulfates avec corrélativement un abaissement brutal du pH qui peut atteindre les valeurs extrêmes de 2 (sols sulfatés acides, salés).

+ Secondairement ces sulfates très acides peuvent être partiellement neutralisés par réaction avec des sels de potassium ou de sodium et formation de sulfates basiques de couleur jaune du type de la jarosite potassique $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$ ou de la natro-jarosite $NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$.

En conditions très acides des sulfates d'aluminium peuvent y être associés, alors qu'en présence d'une source de calcium (coquillages , chaux), il y a formation de gypse et neutralisation plus ou moins complète de l'acidité (sols para-sulfatés acides plus ou moins salés).

+ En conditions de maturation pédologique plus avancée en relation avec une exondation, (conditions aérobies), il y a hydrolyse de ces sulfates acides et formation d'hydroxyde de fer de couleur ocre-rouge. Corrélativement les sulfates sont éliminés si un lessivage est possible (eaux de crue ou de pluie) et le pH remonte (sols hydromorphes parasulfatés plus ou moins acides, plus ou moins salés).

AMENAGEMENT RIZICOLE DES SOLS DE MANGROVES TROPICALES

La topographie très plane de ces zones a conduit les aménageurs à y concevoir divers projets agricoles exclusivement réservés à la riziculture.

- C'est ainsi que vers les années 1965, une société hollandaise forte de son expérience en zone de polder, a engagé d'importants travaux d'aménagements rizicoles en Casamance. Ces projets avaient mis l'accent sur le dessalement des sols par abaissement du niveau des nappes et lessivage des sols grâce à un réseau serré de drain. Celui-ci était favorisé par des retenues d'eau douce (de pluie ou de ruissellement) coupées de l'aval par des digues anti-sel empêchant toute remontée d'eau de mer. L'échec fut spectaculaire et très rapidement ces mangroves défrichées et aménagées à grands frais furent abandonnées. L'oxydation brutale des sulfures avaient entraîné une acidification importante et une libération de l'aluminium ou du fer toxiques.

C. MARIUS a mesuré sur ces parcelles des pH de l'ordre de 2,5 (le riz souffre à partir de pH 5 et ne survit que jusqu'à pH 4. Les teneurs en aluminium toxiques pour le riz sont de l'ordre de 250 ppm ; à partir de 1500 ppm il y a perte de la récolte).

- Depuis, de nouveaux projets ont été conçus à l'image de la riziculture traditionnelle pratiquée par les paysans Diolas sur petites parcelles ; le principe en est le suivant : après isolement de la parcelle, défrichement des palétuviers et façonnement des sols en billons élevés, on pratique un dessalement par submersion avec les eaux douces en saison des pluies pendant plusieurs saisons consécutives. Ceci met en mouvement l'excès de sels accumulé dans les sols qui est éliminé aux basses eaux vers le marigot.

Pendant la saison sèche, la parcelle est à nouveau soumise à l'influence des marées. Lorsque le dessalement est suffisant, les premières pluies d'hivernage éliminent les sels facilement mobilisables après quoi la riziculture est pratiquée.

- A l'image de cette technique paysanale, un barrage anti-sel vient d'être construit sur une vallée alluviale de 1200 ha inondables (vallée de Guidel) et prévu pour fonctionner à double sens, pour l'élimination de l'excès de sels d'une part et d'autre part pour la remise en eau de mer après la riziculture afin d'empêcher l'acidification.

Ceci est un exemple d'aménagement possible en Casamance en domaine fluvio-marin grâce à des conditions pluviométriques suffisantes. En Gambie, l'important débit d'eau douce du fleuve permet la riziculture en milieu moins salé. Dans le Sine-Saloum par contre, exclusivement marin, la riziculture pluviale est limitée par les faibles précipitations actuelles.

Notons qu'un abaissement des nappes lié aux conditions pluviométriques déficitaires depuis plus de dix ans peut entraîner en même temps qu'une sursalure, une acidification naturelle de ces sols de mangrove.

BIBLIOGRAPHIE

VIEILLEFON J. (1968). : Mise au point bibliographique sur le dosage des composés soufrés dans les sols formés sur alluvions fluvio-marines.ORSTOM DAKAR - 1 vol. 18 p. multigr.

MARIUS C. (1972). : Mise au point bibliographique : Végétation et Ecologie des mangroves. ORSTOM. Bull. Liaison, Thème C n° 2 - Fév. 71 - pp. 21-54.

MARIUS C.,PAYCHENG C., LOPEZ J. (1976) : la détermination du soufre et de ses composés au laboratoire ORSTOM de Dakar. 1 vol., 16 p. multigr.

VIEILLEFON J. (1969). : La pédogénèse dans les mangroves tropicales. Un exemple de chronoséquence. In : Science du sol, suppl. au Bull. Assoc. Française pour Et. du Sol, 2ème sem. 1969, p. 115 - 148, fig., bibliogr.

VIEILLEFON J. (1971). : Contribution à l'étude du cycle du soufre dans les sols de mangrove. Ses rapports avec l'acidification naturelle ou provoquée. In : Cahier ORSTOM, série Pédol., vol. IX, n° 3, 1971, p. 241 - 270, 11 fig., bibliogr.

VIEILLEFON J. (1974). : Quelques conséquences des transformations du soufre sur la pédogénèse dans une séquence de sols du domaine fluvio-marin. In : Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XII, n° 1.

VIEILLEFON J. (1974). : Contribution à l'étude de la pédogénèse dans le domaine fluvio-marin en climat tropical d'Afrique de l'Ouest. Importance du comportement géochimique du soufre dans l'acquisition et le développement des caractères pédologiques. Thèse de Doctorat, Paris VI, 362 p. + carte dépl.

BODHISANE S. (1974). : Sols hydromorphes et sulfatés acides de la Basse Casamance - Etude de deux chronoséquences - Rapport de stage 2è année. 1 vol., 182 p. multigr. + carte dépl.

VIEILLEFON J. (1975). : Notice explicative n° 57. Carte pédologique de la Basse Casamance - domaine fluvio-marin au 1/ 1.000.000° - 1 vol., 58 p. + carte dépl.

MARIUS C. (1975). : Physiographie et classification des sols de mangrove de Basse Casamance. C.R. 3è réunion du sous-comité ouest-africain de corrélation des sols, pp. 241 - 260.

MARIUS C. (1976). : Effets de la sécheresse sur l'évolution des sols de mangroves - Casamance - Gambie. 1 vol., 79 p., multigr. ORSTOM. Dakar.

VIEILLEFON J. (1977). : Les sols des mangroves et des tannes de Basse Casamance. Importance du comportement géochimique du soufre dans leur pédogénèse - Mémoire ORSTOM n° 83, 291 p.

MARIUS C. (1977). : Propositions pour une classification et cartographie des sols de mangroves tropicales. ORSTOM Centre de Dakar, 28 p., bibl.

MARIUS C. (1978). : ATP "Mangroves et Vasières". Etude pédologique des carottages profonds dans les mangroves (Sénégal-Gambie - missions 1976/1977) ; ORSTOM, Centre de Dakar.

MARIUS C. (1979). : Les mangroves du Sénégal. Ecologie, Pédologie. Utilisation. 84 p.

MARIUS C. (1979). : Note sur les sols de mangrove et tannes de la région des Kalounayes. ORSTOM/DER. 7p. + analyses.

MARIUS C. (1977). : Notice explicative de la carte pédologique à 1/50 000° du Saloum. ORSTOM - Centre de Dakar. 47 p + Annexes - 19 p. + carte.

JOIN Ph. (1982). : Etude pédologique d'une zone fluvio-marine à Dakar-Bango (Delta du Fleuve Sénégal). ORSTOM/ Dakar - 26 p., mai 82 + carte.

QUESTIONS - DISCUSSIONS

Mr. DIOP demande si on peut avoir une indication sur les niveaux de carottage qui ont été effectués. Est-ce qu'il y a des minéraux interstratifiés dans certains échantillons.

En réponse, Mr. LOYER dit que des carottages de 5 à 15 mètres de profondeur ont été effectués dans différentes zones du fleuve, du Sine-Saloum et de Casamance et que chacun est spécifique. Se reporter aux résultats publiés par C. MARIUS dans le cadre de l'ATP "Mangroves et Vasières", concernant les minéraux argileux. Des néoformations de smectites ont été supposées grâce à la silice des diatomées ainsi que des transformations de smectite ferrifère en smectite magnésienne.

M.MWAMBI est intéressé de savoir s'il n'y a pas une variété de riz résistante à un taux élevé de salinité testée au Sénégal.

M. LOYER l'informe que la station rizicole de l'ISRA de Djibelor s'intéresse à ce problème ; de nombreux essais de tolérance de diverses variétés de riz à la salinité ont été effectués. Cependant si une certaine adaptation variétale est possible, il ne faut pas oublier que le riz est une plante d'eau douce particulièrement sensible au sel au stade de la germination en particulier. Des techniques culturales particulières sont surtout utilisés comme la préirrigation des sols pour le dessalement, puis le semis en prégermé.

M. BODIAN demande pourquoi chez les Rhizophora on a plus de soufre que les Avicennia .

Selon M. LOYER il y a sans cesse au niveau des Rhizophora renouvellement des sulfates de l'eau de mer d'une part et d'autre part la morphologie très fibreuse des réseaux racinaires de ce genre de palétuvier est beaucoup plus dense que celui des Avicennia.

Apportant un élément d'information, M. LOYER précise qu'il y a 3 types de jarosite au moins :

- la jarosite à base de potassium (la plus fréquente)
- la jarosite à base de sodium (natro-jarosite)
- la jarosite à base d'hydrogène (hydronium-jarosite).

La jarosite correspond à un début de neutralisation du sulfate acide. A un pH égal à 4,5 il est possible de récupérer ces sols en apportant un amendement. La neutralisation de ces sols peut se faire :

- par apport de coquillages ou de chaux,
- en remettant ces sols en eau saline pour tamponner l'acidification (cette dernière possibilité est du domaine de l'expérience).

E. PROBLEMES HYDROGEOLOGIQUES DANS LES ZONES D'ESTUAIRES A MANGROVE, EXEMPLE DE LA LENTILLE DE SAMBA DIA (5)

Les problèmes hydrogéologiques des zones estuariennes à mangrove dans les régions soudano-sahéliennes peuvent être groupés en deux catégories principales

- l'insuffisance des ressources superficielles en eau douce due à une pluviosité de plus en plus déficiente,

- le risque de contamination des ressources existantes à cause de la proximité des eaux salées environnantes.

Nous essaierons de les mettre en évidence à partir des résultats de l'étude hydrogéologique de la lentille de Samba Dia effectuée en 1981.

I. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE

La région de Samba Dia est située au Sud-Est de Joal, entre le delta du Saloum et la lagune de Joal-Fadiouth (fig. 28.). Elle est entourée de toute part par les tannes, sols salins et à alcalis hérités d'un ancien régime lagunaire nouakchottien et post-nouakchottien.

Le relief très faible (2 à 7 m d'altitude) de la région de Samba-Dia surplombe légèrement les tannes de la bordure.

Sur le plan hydrographique, deux cours d'eau principaux bordent la lentille. Ce sont :

- le bôlon de Ndangane, le plus occidental de l'estuaire du Saloum, qui raccorde au Sud-Ouest à la lagune de Joal-Fadiouth par le marigot de Dias ;

- la lagune de Joal-Fadiouth qui se prolonge à l'Est par le marigot de Mbissel, prolongé vers le Nord-Est, par les thalwegs de Sondiane et de Ndimbéding, la plupart du temps à sec.

Tous ces marigots sont auréolés par des tannes. La teneur de ces derniers en sel est variable, mais elle atteint 30 à 60 g/l à proximité du marigot de Mbissel (M. PLAUD, 1967). L'intérieur de la région est occupé par les sols ferrugineux tropicaux non lessivés, appelés localement "joor". Enfin la lagune de

---

(5) Chapitre rédigé par R. SARR et Ch. B. GAYE (Département de géologie, Faculté des Sciences). Communication présentée par R. SARR au cours de la Session 2 du Séminaire.

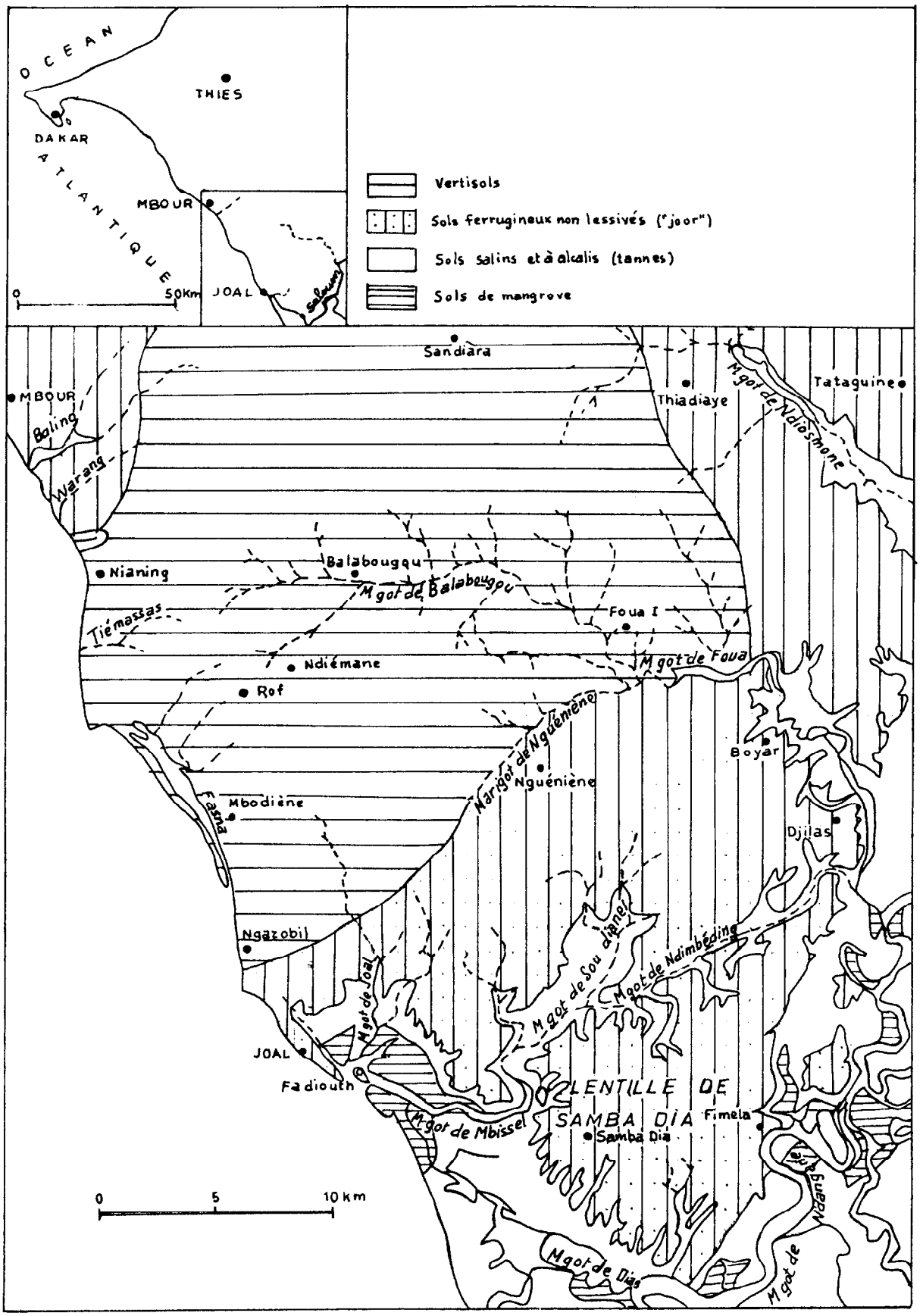


Figure 28 : Hydrographie et pédologie dans la région de Samba Dia.

Joal et le bôlon de Ndangane comportent un sol noir ou gris-noir (sol de mangrove), sursalé et gorgé d'eau ; le milieu physico-chimique est caractérisé par un pH légèrement acide et un potentiel d'oxydo- réduction négatif.

Le climat est caractérisé par une longue saison sèche (novembre à juin) et une courte saison des pluies où 40 % des précipitations tombent en août. La pluviométrie moyenne annuelle est de 750 mm, mais à la suite de la sécheresse actuelle, elle est tombée à 620 mm (moyenne de 1965 - 1979).

La savane arborée à épineux, rôniers et plantes herbacées recouvre les sables dunaires de la région. Les tannes présentent une végétation halophile bien zonée, depuis la savane jusqu'au milieu estuarien ou lagunaire : tanne herbacé à rizières, tanne nu sans végétation. Dans le bôlon de Ndangane et la lagune de Joal-Fadiouth , se développe une mangrove à Rhizophora mangle. Il convient de signaler la présence de baobabs dans les îlots recouverts de coquilles de la lagune de Joal.

2. ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

2.1. Nature de l'aquifère

L'aquifère libre est essentiellement constitué de sables quartzeux fins à moyens d'origine dunaire, auxquels s'ajoutent dans une moindre proportion des argiles et des éléments grossiers divers : gravillons ferrugineux, coquilles, galets de natures diverses. Les niveaux inférieurs sont plus argileux à cause de la présence d'argiles sableuses probablement miocènes, marines à la base. Le niveau des sables argileux latéritiques de la base du Plio-Quaternaire disparaît au Sud d'une ligne Fadial-Kobongoye-Diofior.

Le mur de l'aquifère est constitué par les calcaires marneux compacts de l'horizon de Ngazobil (Eocène inférieur).

L'épaisseur totale de l'aquifère est comprise entre 20 m au Nord et 40 m à Ndangane.

2.2. Etude hydrochimique

Les études hydrochimiques et piézométrique ont été effectuées dans les puits de la région, à trois périodes de l'année 1981 : avril, juin et octobre. Pour la chimie, l'étude ne porte que sur les résistivités et sur les teneurs en chlorures (Cl-) et sodium (Na+).

La carte des résistivités (figure 29 A.) montre la disposition concentrique des courbes d'égale résistivité. C'est dans le secteur oriental entre Samba Diallo, Yayème et Fimela que les minéralisations sont les plus faibles (résistivités supérieures à 3000 ohm. cm toute l'année). Dans le secteur occidental (bordure du marigot de Mbissel) et à proximité des tannes, les eaux sont fortement minéralisées, avec des résistivités inférieures à 500 ohm.cm.

Les chlorures présentent une répartition identique à celle des résistivités, de même que le sodium. Il s'agit ici principalement, d'eaux chlorurées sodiques, surtout dans les zones fortement salées.

L'étude de l'évolution annuelle des résistivités de la nappe montre une fluctuation en rapport avec la pluviométrie et le niveau piézométrique de la nappe :

- entre avril et juin (milieu et fin de la saison sèche), la minéralisation augmente sensiblement dans la lentille, particulièrement dans le secteur du marigot de Mbissel et en bordure des tannes ;

- entre juin et octobre (saison des pluies), la forte alimentation par les eaux de pluies peu minéralisées diminue beaucoup la minéralisation (les résistivités sont supérieures à 1500 ohm.cm dans presque toute la lentille.

Des variations identiques s'observent pour les chlorures et le sodium.

Il existe donc une relation étroite entre la minéralisation des eaux et la piézométrie de la nappe comme le montrera plus loin l'étude piézométrique.

L'origine de la salinité est d'abord en rapport avec la proximité des tannes et des marigots. Dans ce cas il s'agit de sel résiduel (tanne) ou marin. Le sel des tannes s'est déposé au cours de l'assèchement des lagunes qui s'étendaient dans la région pendant la transgression nouakchottienne (-5 500 ans B.P.) Ce sel fortement concentré dans les tannes nus n'a pu être lessivé par les eaux superficielles à cause du drainage insuffisant.

La salinité des eaux est liée d'autre part à la profondeur. L'eau des niveaux argileux inférieurs est plus salée, ce qui est probablement lié aux sables argileux marins miocènes. C'est ainsi que la minéralisation a

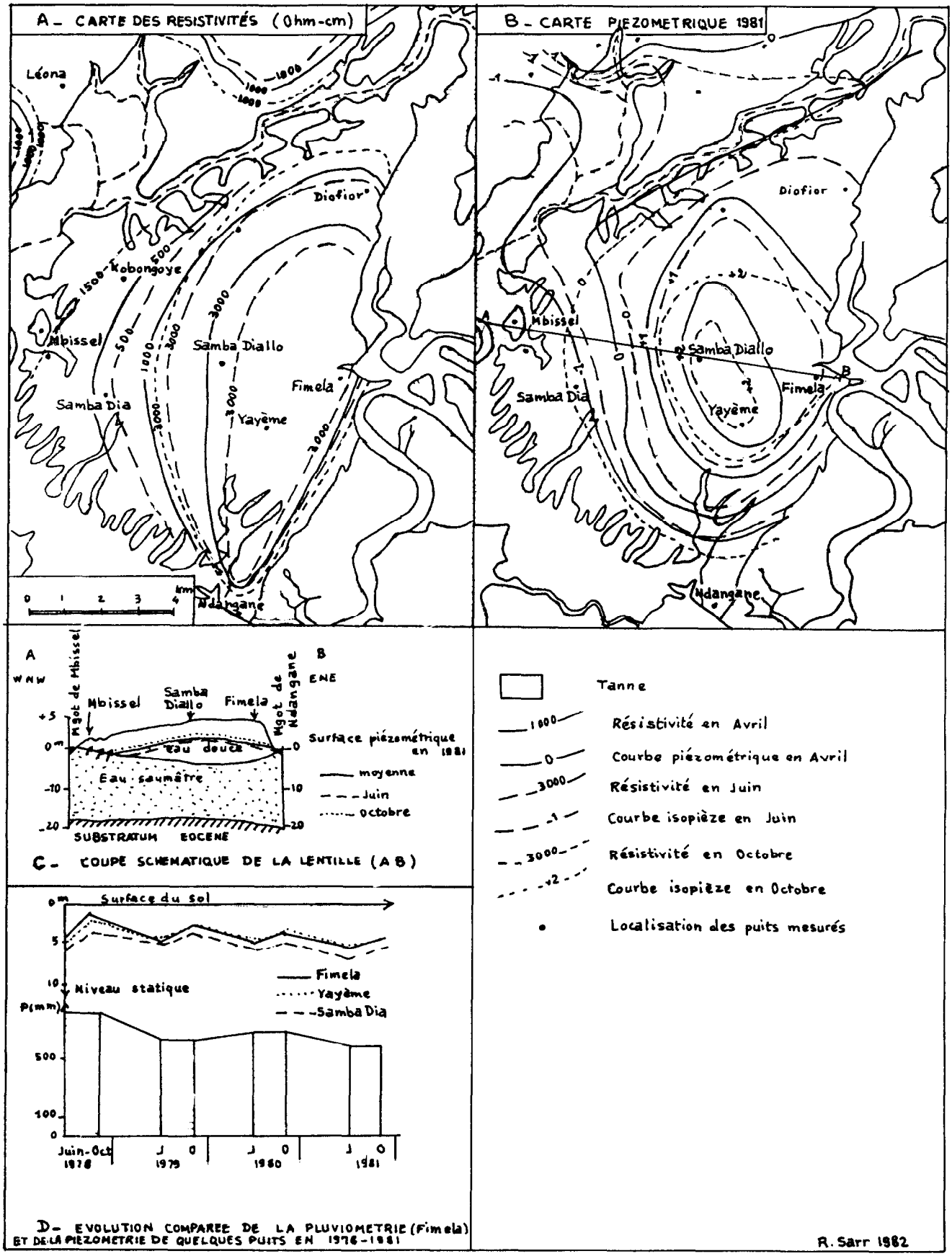


Figure 29 : Résultats de l'étude hydrogéologique de la lentille de Samba Dia.

presque doublé après 24 h de pompage dans le puits de Samba Dia (de 957 à 1782 mg/l), avec un débit de 7 l/s. Là aussi il s'agit de sel marin résiduel.

2.3. Etude hydrodynamique de la nappe

a) paramètres hydrauliques

- La transmissivité de la nappe a été calculée par la méthode de Jacob, à partir des courbes de descente et de remontée de l'essai de pompage effectué à Samba Dia en 1979.

$$T = 0{,}183 \frac{Q}{y_{10}}$$

Q = débit de pompage en m^3/j;
y_{10} = rabattement observé en mètres dans un cycle logarithmique

$$T = 3{,}5 \times 10^{-3} m^2/s$$

- La porosité efficace correspondante est:

$$S = 2{,}25\ T \frac{to}{rz} = 20\%$$

- Le coefficient de perméabilité a été calculé à partir de deux méthodes :

- 1ère méthode : la relation T= kH avec H= 20 m (épaisseur moyenne de la couche aquifère)

$$k_1 = 1{,}76 \times 10^{-4} m/s$$

- 2è méthode : la formule granulométrique :

$$k = 100\ d_{10}^2$$

d_{10} étant le diamètre efficace des grains de sable de la couche aquifère (d_{10} en moyenne de $1{,}36 \times 10$ cm) ;

$$k_2 = 1{,}84 \times 10^{-4} m/s$$

La valeur moyenne de K pour la couche supérieure de l'aquifère est :

$$K = 1{,}80 \times 10^{-4} m/s.$$

b) Morphologie de la surface piézométrique

La nappe présente des courbes piézométriques elliptiques, délimitant une protubérance centrale autour de Samba-Diallo. Les tannes et les marigots des bordures drainent la nappe. (figure 29 B).

Sur la coupe de la figure 29 c, on observe une dissymétrie entre les bordures orientale et occidentale :

- à l'Ouest, autour du marigot de Mbissel, la piézométrie est négative toute l'année, et l'eau saumâtre s'infiltre dans la nappe.

- en bordure du bôlon de Ndangane, dans le secteur de Fimela, la piézométrie est positive, ce qui maintient la décharge d'eau douce en permanence ; l'eau est d'excellente qualité toute l'année.

c) Evolution de la piézométrie dans le temps

Au cours de l'année la nappe subit des fluctuations saisonnières (figure 29 B). Le niveau de l'eau s'abaisse pendant la saison sèche et la nappe se recharge pendant l'hivernage. En octobre 1981, la nappe s'est rechargée de 1,015 m en moyenne par rapport au niveau de juin.

- Entre 1978 et 1981, on a observé des fluctuations interannuelles de la piézométrie (fig. 29 D) en rapport avec la pluviométrie. Etant donné que celle-ci a globalement diminué au cours de la période, la nappe a subi une baisse moyenne de 0,80 m (cf. tableau ci-dessous).

	1978	1979	1980	1981	Moyenne
P (mm)	780	618	670	563	675
dh(m)	2,25	1,45	1,20	1,02	1,48

P = pluviométrie
dh = niveau piézométrique moyen

3. CONCLUSION

Autour des estuaires, les ressources en eau douce des nappes superficielles sont limitées, car à la sécheresse, principal facteur limitant, s'ajoute le risque d'invasion saline des aquifères. L'exploitation de ces ressouces doit se borner aux méthodes traditionnelles et aux usages domestiques ; elle doit s'accompagner aussi d'une surveillance étroite pour ne pas compromettre la qualité chimique de l'eau.

M. BALTZER demande si la lentille de Samba Dia s'apparente à celle de Ghyben Herzberg.

Pour M. SARR, la lentille de Samba Dia est différente de celle de Ghyben Herzberg. En dépit de la présence de l'eau de l'estuaire, l'importance de la superficie de la lentille montre que le sel imprégnant les sables argileux n'est pas lié à une contamination actuelle. La salinité est plutôt due aux sels résiduels.

M. DIOP demande quels sont les lieux où on a le plus de chance de trouver de l'eau douce dans cet estuaire. L'existence de cette eau douce est-elle liée à la topographie ou à l'existence des bôlons ? Y a t-il un biseau salé au niveau de Djirnda ?

En réponse, Mr SARR précise que plus le relief est élevé plus il y a des chances de trouver de l'eau douce. La proximité d'un bôlon accroît également la chance d'avoir de l'eau douce. Le sondage effectué à Djirnda donne deux niveaux :

1er niveau : une nappe superficielle d'eau douce.

2ème niveau : à 100 mètres en profondeur, qui correspond à la nappe du Maastrichtien. La salinité est liée aux variations du niveau de la mer au cours du Quaternaire. Il n'est pas encore établi s'il y a des communications entre la nappe du Maastrichtien et celle du Quaternaire.

Mr. OLANIYAN demande s'il n'y a pas de communication entre la nappe aquifère du Saloum et celle du fleuve Sénégal.

M. SARR pense que l'on ne peut pas affirmer la continuité de ces nappes et encore moins leur intercommunication.

M. BALTZER demande si on peut affirmer que le cordon sableux situé entre les marais et le Saloum contient de l'eau douce.

Ce phénomène, fait remarquer M. SARR est comparable à celui qui se passe à l'Est de Samba Dia où la nappe aquifère vient repousser l'eau salée. Ceci nous fait voir que plus le relief est important plus il y a des chances de trouver de l'eau douce.

II. LE MILIEU BIOLOGIQUE

A. LA MICROFAUNE AQUATIQUE

1. OSTRACODES (6)

Localisation géographique des prélèvements et paramètres abiotiques élémentaires

Les prélèvements sur le fond s'échelonnent (fig. 30) le long de deux bôlons aux pieds des racines de palétuviers.

L'un, dit bôlon de Gokheor-Likit avait, à l'époque du prélèvement,une salinité comprise entre 38 °/oo et 48°/oo pour une profondeur variant entre 0,25 et 1m sauf au débouché sur le Saloum (tableau 22). L'autre, plus éloigné de l'embouchure du Saloum, ou bôlon de Ndangane, présente une salinité allant de 51°/oo à 60 °/oo pour une profondeur comprise entre 0, 40 m et 3 m (tableau 23).

Dans ces deux sites, la température et le pH de l'eau sont assez stables respectivement 25°C, et 6,5 à 7,5 durant les prélèvements.

La nature du substrat, particulièrement au niveau de la pellicule nourricière, a été observée au moment du prélèvement, sans toutefois faire l'objet d'analyses granulométriques.

Les ostracodes du bôlon de Gokheor-Likit

Les espèces (présentes au nombre de 19) et leur importance quantitative sont indiquées sur le tableau 24 en nombre de valves.

Les individus vivants (ou avec les parties molles partiellement conservées) ont été comptabilisés séparément des individus morts. Les conditions de prélèvement et de tri n'étant pas strictement homogènes, on retiendra plus la tendance exprimée par ces nombres que leur valeur absolue.

Les faits majeurs qui se dégagent pour le matériel vivant sont :

- la persistance d'éléments de la faune marine présents plus au Sud dans l'estuaire et sur le plateau continental jusqu'au point n° 7 (ROCHAS, PINSON, RIFFAULT).

- la présence en quantité réduite de Phlyctocythere hartmanni entre les points 4 et 8.

- la rareté de Cyprideis mandviensis? à l'exception de la partie nord (point 15, 16) où la population se limite à 2 espèces outre la précédente Neomonoceratina iddoensis et Phlyctocythere hartmanni .

Le nombre d'espèces vivantes est compris entre 1 (point 16) et 6 (point 1) La tendance à la diminution vers le Nord traduit des conditions de plus en plus défavorables.

Pour le matériel mort, on retiendra l'existence d'espèces marines ou à faible euryhalinité dans la partie médiane du bôlon entre les points 7 et 13. On y rencontre Xestoleberis sp . 1 PINSON, Leptocythere sp . RIFFAULT, Cytherella sp . 5 PINSON.

Les ostracodes du bôlon de Ndangane (Tableau 25)

La faune est moins variée (11 espèces) que celle observée dans le bôlon de Gokheor-Likit. Les espèces marines peu euryhalines sont absentes (sauf de rares individus appartenant à Xestoleberis sp . et Triebelina sp .).

Le matériel vivant est dominé par Cyprideis mandviensis ? Aglaiella sp . , plus rarement par Neomonoceratina iddoensis . Suivant les lieux de prélèvement, le nombre d'espèces vivantes est compris entre 1 et 5.

Le matériel mort comprend essentiellement Phlyctocythere hartmanni , Cyprideis mandviensis ?, Neomonoceratina iddoensis , accessoirement Cytheropteron ebuttemataense .

Comparaison entre les faunes des bôlons de Gokheor-Likit et de Ndangane

Trois espèces seulement (abondamment développées) sont communes (individus vivants) : cyprideis mandviensis ? , Neomonoceratina iddoensis , Aglaiella sp .

---

(6) Chapitre rédigé par G. CARBONNEL, Département de Géologie, Université de Dakar et Université Lyon I. Communication présentée par D. LEUNG TACK (Faculté des Sciences de Dakar) au cours de la Session 2 du Séminaire.

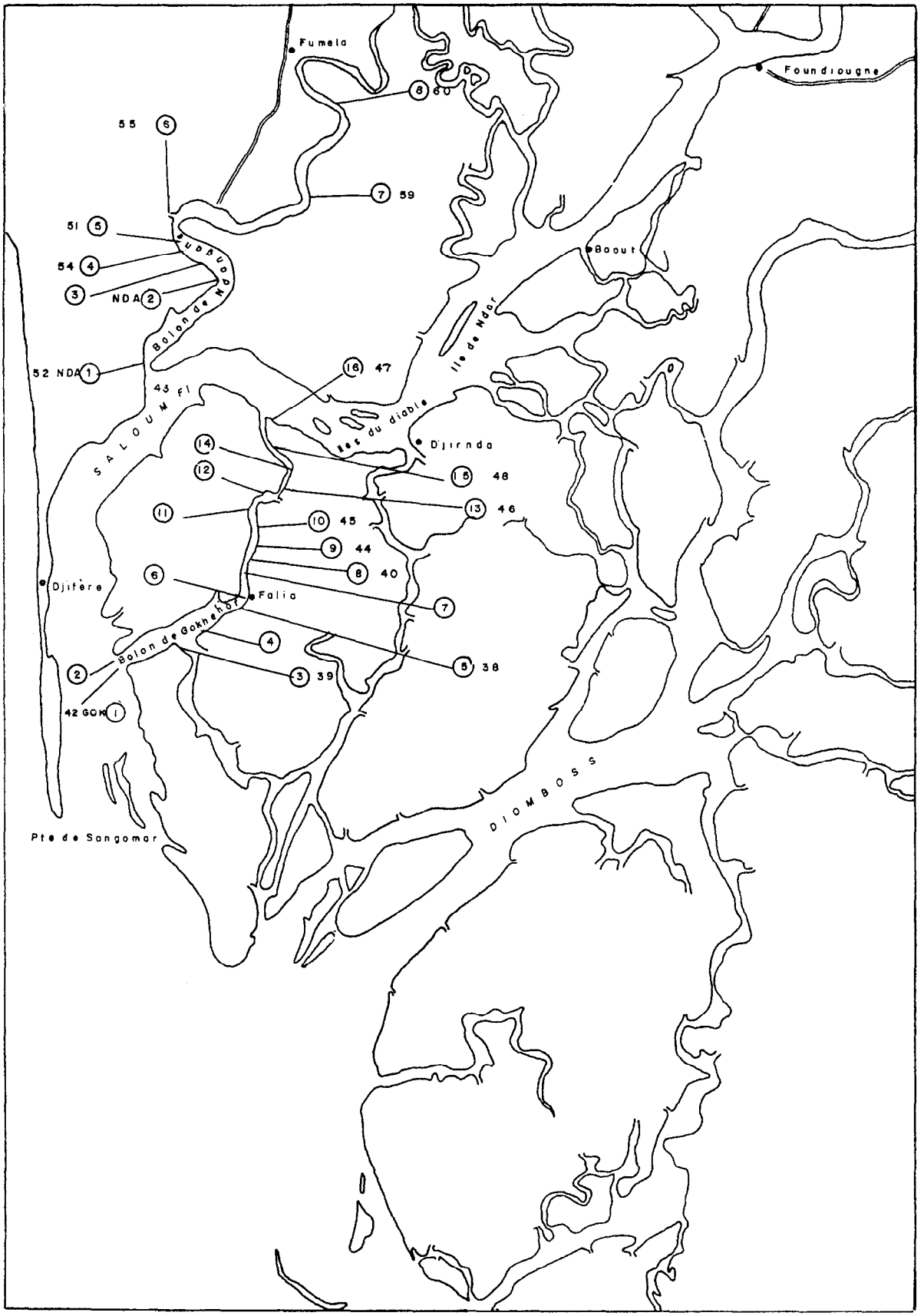


Figure 30 : Localisation des prélèvements de microfaune.

Dans les deux sites, la profondeur est faible (de 0,5 à 3 m). La température et le pH varient peu (voir tableau 22 et 23) . Il faut envisager d'autres facteurs limitants pour expliquer la distribution de la faune. En l'absence d'informations directes sur la composition chimique et la granulométrie du substrat, les variations de la salinité seront retenues comme hypothèses explicatives.

L'euryhalinité (ou l'amplitude des variations de la salinité, P. CARBONEL, 1980) est probablement plus forte au Nord (bôlon de Ngandane) qu'au Sud (bôlon de Gokheor-Likit). L'influence de la marée est probablement plus forte et plus constante sur ce dernier site. On doit exclure une influence éventuelle de la décharge d'eau douce à la fin de la période sèche (avril), époque des prélèvements.

L'essai d'explication qui suit reposera sur ces hypothèses (variation de l'euryhalinité en liaison avec la remontée de la marée).

Migration de la faune dans les bôlons entre les périodes sèches et humides (Figures 31 et 32)

La différence quantitative entre le nombre d'individus vivants et morts en un même lieu (tableau 24 et 25) implique de séparer ces deux cas de figures. Je propose de considérer la distribution des Ostracodes vivants en avril comme une adaptation aux conditions hydrologiques prévalant vers la fin de la période sèche, qui s'étend de novembre à juin. La distribution des individus morts serait alors (en partie) le reflet des conditions écologiques existant en période humide (7) (de juillet à octobre). L'augmentation de la salinité provoquerait la mort de toute une partie de la faune et des mouvements migratoires.

A la fin de la période sèche (époque des prélèvements) une faune marine réduite en espèces et en nombre se maintient à l'embouchure du bôlon de Gokheor-Likit.

Elle s'appauvrit ensuite jusqu'au point 7. Elle est relayée entre ce dernier et la station 14 par des espèces plus tolérantes à l'augmentation de la salinité comme Leptocythere sp . RIFFAULT, Cytherella sp . 5 PINSON et de rares Aglaiella . Dans la zone la plus septentrionale (point 15, 16) la faune encore plus euryhaline est dominée par Phlyctocythere hartmanni , Neomonoceratina iddoensis et Cyprideis mandviensis? .

En période humide, l'interprétation est fondée à titre d'hypothèse sur les individus morts récoltés en période sèche. Les espèces marines Ruggieria martinsoni , Tetracytherura sp . 1 PINSON et Neomonoceratina ikkoroduensis colonisent le bôlon vers le Nord (jusqu'aux points 6 et 7). Les espèces présentes entre les stations 7 et 14, en nombre réduit à la fin de la période sèche, prolifèrent avec l'abaissement de la concentration saline.

Réciproquement on observe un déplacement vers le Sud de la faune limitée en période sèche aux endroits les plus éloignée : Cyprideis et Neomonoceratina iddoensis . On notera la dualité entre N. iddoensis et N. ikkoroduensis occupant deux niches écologiques distinctes, l'une en milieu sténohalin, l'autre en milieu légèrement euryhalin.

Migration de la faune dans le bôlon de Ndangane entre les périodes sèches et humides (Figure 32)

Des conditions écologiques contraignantes règnent vers la fin de la période sèche (salinité comprise entre 52 °/oo et 60 °/oo). Dans ce site, la majorité des espèces présentes dans les eaux du bôlon de Gokheor-Likit ne peuvent survivre.

La partie sud (points 1 et 2) est très pauvre en espèces comme en individus. Les causes en sont actuellement inconnues.

Dès la station 3, la faune est dominée par Cyprideis mandviensis (?) accompagnée de rares individus appartenant à Neomonoceratina iddoensis et Cytheropteron ebuttemataense .

En période humide on assiste (sauf au débouché sur le Saloum) à une augmentation du nombre d'individus (voir tableau 25, individus morts).

Les rares survivants de la période sèche trouvent alors des conditions plus favorables à leur épanouissement.

C'est le cas des 3 espèces citées plus haut comme celui de Phlyctocythere hartmanni .

---

(7) Les individus morts récoltés doivent également comprendre du matériel vivant en période sèche et mort ensuite...

N° et heure du prélèvement	Profond. en m	Salinité surf. g/l	pH surface	t°C surface	t°C fond	Observations
GDK. 1 10h	7	42	6			sable fin
2 10h15	9 50					sable vaseux
3 10h30	4	39		24		" "
4 11h	2,5	39	6,5	24,5		" "
5 11h30	2,5	38	6,5	24,5	25	sable fin
6 12h	5		6,5	25		" "
7 13h	2,5	38	6,5	26,5		" "
8 13h30	1,5	40	7	28		" "
9 14h	3	44	7	27	26,5	" "
10 14h30	2	45	7	26,5		" "
11 15h	2,5		7	27		" "
11 bis	surface					racines de palétuviers
12 12h50	1,5m	46	7	27		sable vaseux
13	2	46	7,2	27	27,5	" "
14 16h	1,5	46	7	27,5		sable fin
15	0,25	48	7	27,5		" "
16 17h	1,25	47	7	25		" "

Tableau 22: valeurs des paramètres physico-chimiques relevés dans les stations du bôlon de Gokheor Likit (20 avril 1982)

N° et heure du prélèvement	Profond. en m	Salinité surf. g/l	pH surface	t°C surface	t°C fond	Observations
NDA 1 9h30	2	52	7	23,5		marée haute
2 10h	3	52	7	24		vase noire
3 11h	1	52	7,3	25		" "
4 11h30	0,50	54	7,5	25	25,5	sable vaseux
5 12h	1,5	51	7,5	25		sable vaseux à débris coquilliers
6 12h30	1	55	7,5	26		marée descendante vase sableuse
7 14h	1	58-59	7,5	27	27,5	vase noire à débris coquilliers
8 15h	0,40	60	7,5	27		mangrove hyper résiduelle

Tableau 23: valeurs des paramètres physico-chimiques relevés dans les stations du bôlon de Ndangane (21 avril 1982)

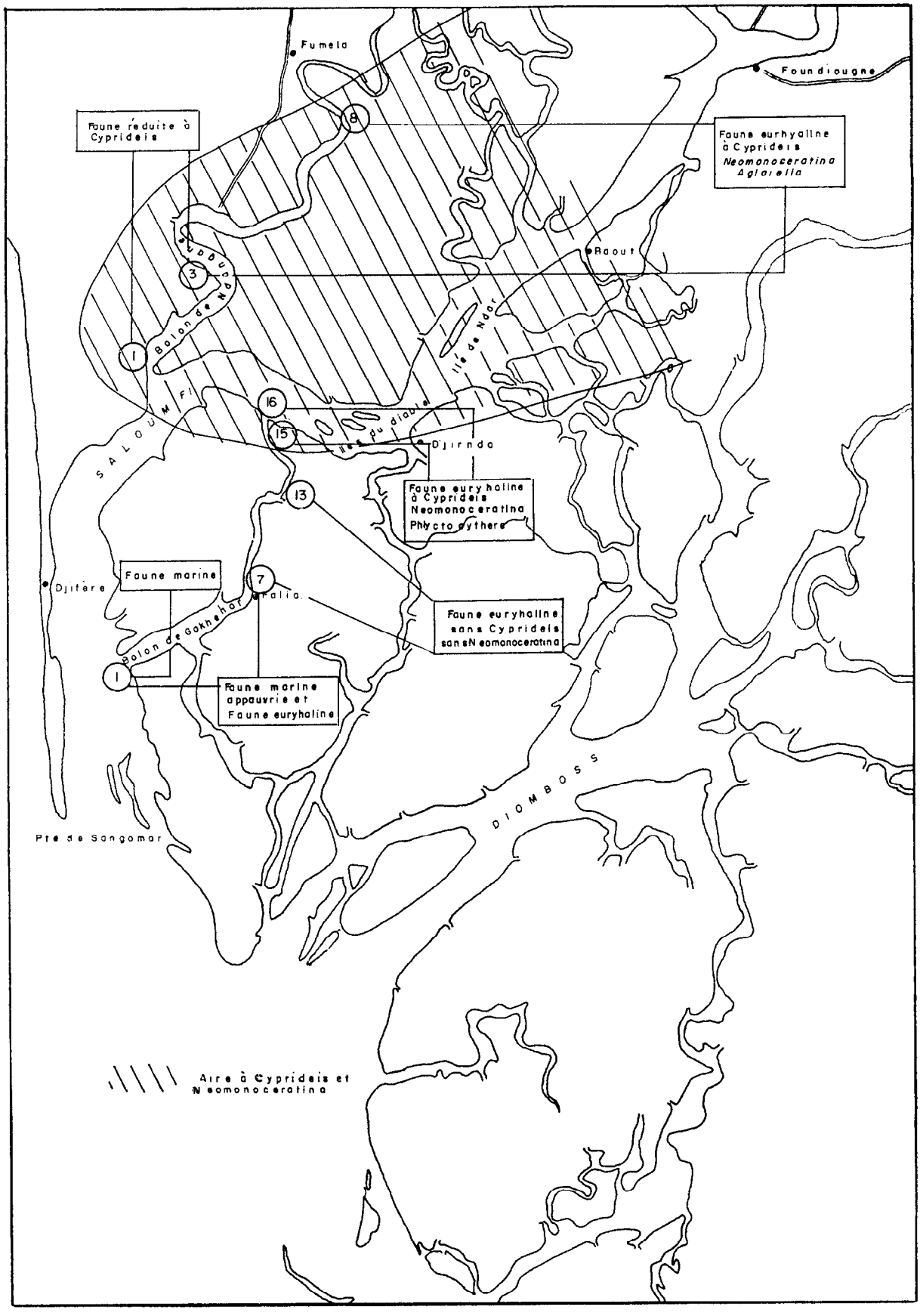


Figure 31 : Répartition de la faune d'Ostracodes en période sèche.

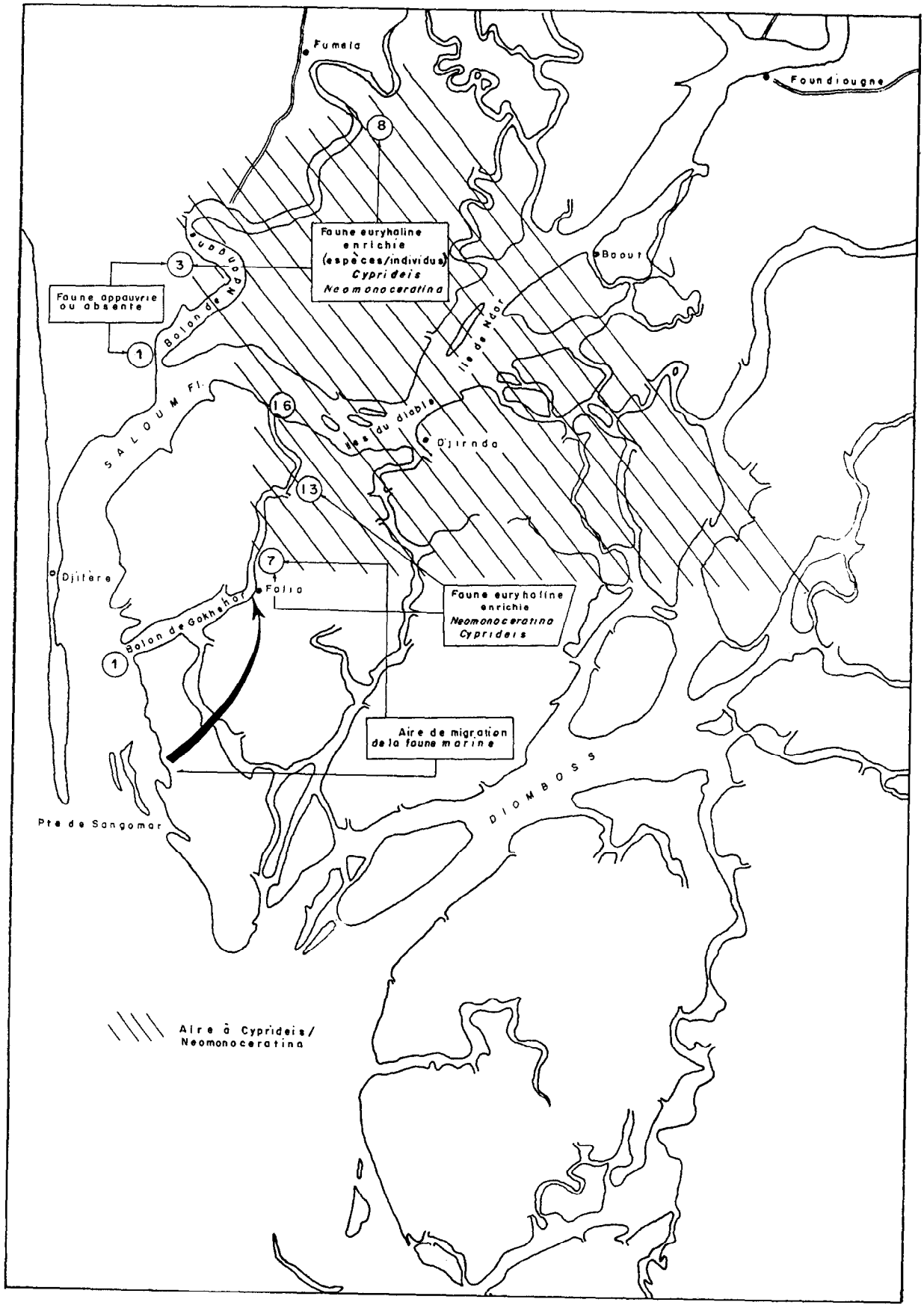


Figure 32 : Répartition de la faune d'Ostracodes en période humide.

.. Identification du prélèvement / Espèces		GOK 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	13	14	15	16
Xestoleberis sp 1 Pinson	V	18	14		2		6	16	2									
	m		6		1			16		16		32		26				
Ruggeiria martinsoni Omatsola	V	4																
	m	1		2	2	2	2											
Leptocythere sp. Riffault	V	2		2		2	4	38		26	2	12		4	6			
	m	1						11	1	10				34	20			
Bairdia sp 2 Pinson	V	2																
	m																	
Paradoxostoma sp	V	6																
	m																	
Tetracytherura sp1 Pinson	V	2							2		6							
	m	1	1	2	2		1	4		2	20							
Phlyctocythere hartmanni - Omatsola	V				10	4		8	2				2			34		
	m	1		2	7			2	14	12		2	4	21	3	1	41	1
Cytherella sp 5 Pinson	V		2				16		2	12		6		6	9	10		
	m						10		12			4	1	30	28	14		2
Triebelina sp.	V		2					4		2		4				2		
	m																	
Myocyprideis sp.	V			2														
	m																	

Tableau 24 : Répartition qualitative et quantitative des Ostracodes (V = vivant ; m = mort) dans le bôlon de Gokheor Likit - 1ère partie.

Identification du prélèvement / Espèces		GOK 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	13	14	15	16
Neomonoceratina ikoroduensis Omatsola	V																	
	M			2	6			6										
Cyprideis mandviensis Jain	V				2				4							2	8	
	M			1	10			1				2			10	3	5	2
Falunia sp.1	V																	
	M					2			1									
Aglaiella sp.	V							2	4								2	
	M							8	11			6				1		1
Cytherella sp.	V													4				
	M							4										
Neomonoceratina iddaensis Omatsola	V												2		2			
	M								40				1				26	6
Cyprideis nigeriensis Omatsola	V														1		16	4
	M								3									
Neocauditeia porit	V											6						
	M																	
Cytheropteron ebuttomataense Omatsola	V																	
	M																1	
Nombre d'espèces vivantes		6	3	1	3	1	1	5	4	3	0	2	3	3	2	2	3	1

Tableau 24 : 2ème partie et fin.

Identification du prélèvement	Espèces	Cyprideis mandviensis Jaln		Neomnoseratina iddoensis		Omatsola		Aglaiella sp.		Leptocythere sp.		Riffault		Phlyctocythere hartmanni		Omatsola		Cytheropteron ebuttomataense		Omatsola		Xestolaberis sp.		Miocyprideis sp.		Cyprideis nigeriensis		Omatsola		Triebolina sp.		Nombre d'espèces vivantes
		V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	
NDA	1	6	1			1		4																								3
	2	10																														1
	3	4	19			5		6		13						72		2		13						2						3
	4							2								19				1								2				1
	5	6	4		4		4		2		5					29		2		4		2								2		5
	6	8	36							1				2		20				1						1						2
	7	12	28		2		20		4		21					64				5				15				2				3
	8	18	40		2		5		2			2				15																3

Tableau 25 : Répartition qualitative et quantitative des ostracodes (v = vivant, m = mort) dans le bolon de Ndangane.

Les conditions écologiques quelque peu restaurées demeurent cependant trop éloignées de celles des milieux marins ou trop fugaces pour permettre la remontée de la faune marine. En l'absence de données précises sur la distance de pénétration de la marée, cette interprétation reste conjecturale.

La présence de Neomonoceratina iddoensis et de Cytheropteron ebuttemataense

Les études réalisées précédemment par l'auteur (1982), en milieu estuarien tropical (fleuve Sénégal et fleuve Casamance) ont montré que ces 2 espèces préfèrent des milieux de salinité plus faible, mais de forte euryhalinité (10 °/oo - 33 °/oo). En période sèche, on constate que le bôlon de Gokheor-Likit se situe à l'extérieur de l'amplitude des variations citées plus haut d'où l'absence ou la rareté des 2 espèces. Mais N. iddoensis réapparait au point 15 dans une salinité de 48 °/oo ! La salinité de l'eau et ses variations ne sont pas les seules facteurs limitant la distribution de ces 2 espèces, même si les conditions léthales semblent atteintes au Nord du bôlon de Ndangane.

L'ornementation des Cyprideis et la balance ionique de l'eau

P. CARBONEL et J. P. PEYPOUQUET ont montré que l'augmentation du rapport Mg++/Ca++ provoque une réticulation de la paroi externe des ostracodes.

Les sites étudiés ici livrent des individus ornés, jamais réticulés, rarement lisses (sauf bôlon de Ndangane, station 5).

Ceci traduit globalement une augmentation légère de la teneur en Mg++ par rapport au milieu marin.

Les analyses chimiques réalisées par ailleurs devront confirmer cette interprétation.

2. FORAMINIFERES (8)

Les mêmes prélèvements ayant été observés pour l'analyse de la microfaune, Ostracodes et Foraminifères, on se reportera à la figure 30, aux tableaux 22 et 23 pour la localisation géographique et pour les valeurs des différents paramètre abiotiques.

Les Foraminifères sont représentés, aussi bien dans le bôlon de Gokheor que dans celui de Ndangane, par un nombre d'espèces réduits (9 au total) réparties en 3 sous-ordres :

- TEXTULARIINA (2 espèces) :

Ammotium salsum (CUSHMAN et BRÖNNIMAN),
Siphotrochammina sp . ;

- MILIOLINA (2 espèces) :

Quinqueloculina sp ., Triloculina sp .

- ROTALIINA (5 espèces) :

Ammonia beccarii (LINNE)
A. parkinsoniana (d'ORBIGNY)
A. tepida (CUSHMAN)
Elphidium poeyanum (d'ORBIGNY)
E. discoidale (d'ORBIGNY)

Le faible indice de diversité des Foraminifères (valeur de l'angle a) ici compris entre 0 et 1 (figure 33) reflète bien les conditions d'un environnement confiné (MURRAY, 1973). La dominance faunale est assurée par les Rotaliina , espèces calcaires constituant presque toujours plus de 70 % de la totalité du sédiment.

La même composition microfaunistique, à l'exception d'une espèce : Siphotrochammina sp., du reste faiblement représentée, se retrouve dans les deux bôlons, où la salinité accuse cependant de fortes variations comprises entre 38 et 60 °/oo. Toutefois, dans la partie sud du bôlon de Gokheor s'installe une association à affinité marine, dont les individus à test calcaire correspondent à des écophénotypes d'espèces peuplant l'étage infralittoral du plateau continental. Cette association se prolonge dans la partie nord du bôlon accompagnée d'une espèce agglutinée : A. salsum , dont la fréquence augmente en amont du bôlon. C'est avec cette même composition que les Foraminifères sont distribués dans le bôlon de Ndangane, excepté à l'embouchure (figure 34). La fréquence relative des composants apparait sur le diagramme triangulaire (figure 35). Le faible pourcentage des Miolina , traduit un biotope différent du milieu marin, néanmoins la large répartition des Rotaliina , espèces calcaires, exprime une ouverture importante par rapport à l'océan , avec en conséquence des influences marines dominantes. Les Textulariina , désertent les localisés soumises à l'influence directe de la mer et colonisent les zones les plus abritées. Une deuxième série de prélèvements effectuée après la période des pluies, permet d'observer une biocenose constituée dans sa plus grande partie d'espèces calcaires, reflet de l'influence toujours dominante du milieu marin, malgré un apport d'eau douce accru par les pluies.

Les sédiments essentiellement sableux, à nombreux éléments quartzeux, pourraient bien constituer le facteur le moins favorable au développement des formes agglutinées, qui sont habituellement mieux représentées dans les milieux estuariens tropicaux.

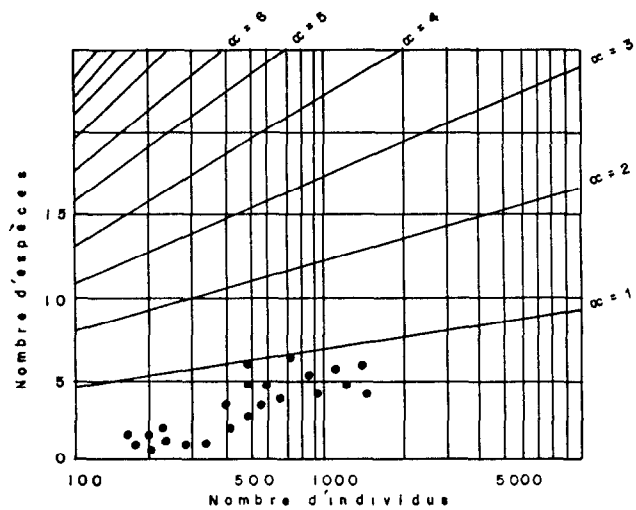


Figure 33 : coefficient de diversité spécifique des Foraminifères du Saloum.

(8) Chapitre rédigé par J.AUSSEIL-BADIE, Université de Dakar, Faculté des Sciences, Département de Géologie, Communication présentée par D. LEUNG TACK (Faculté des Sciences) au cours de la Session 2 du Séminaire.

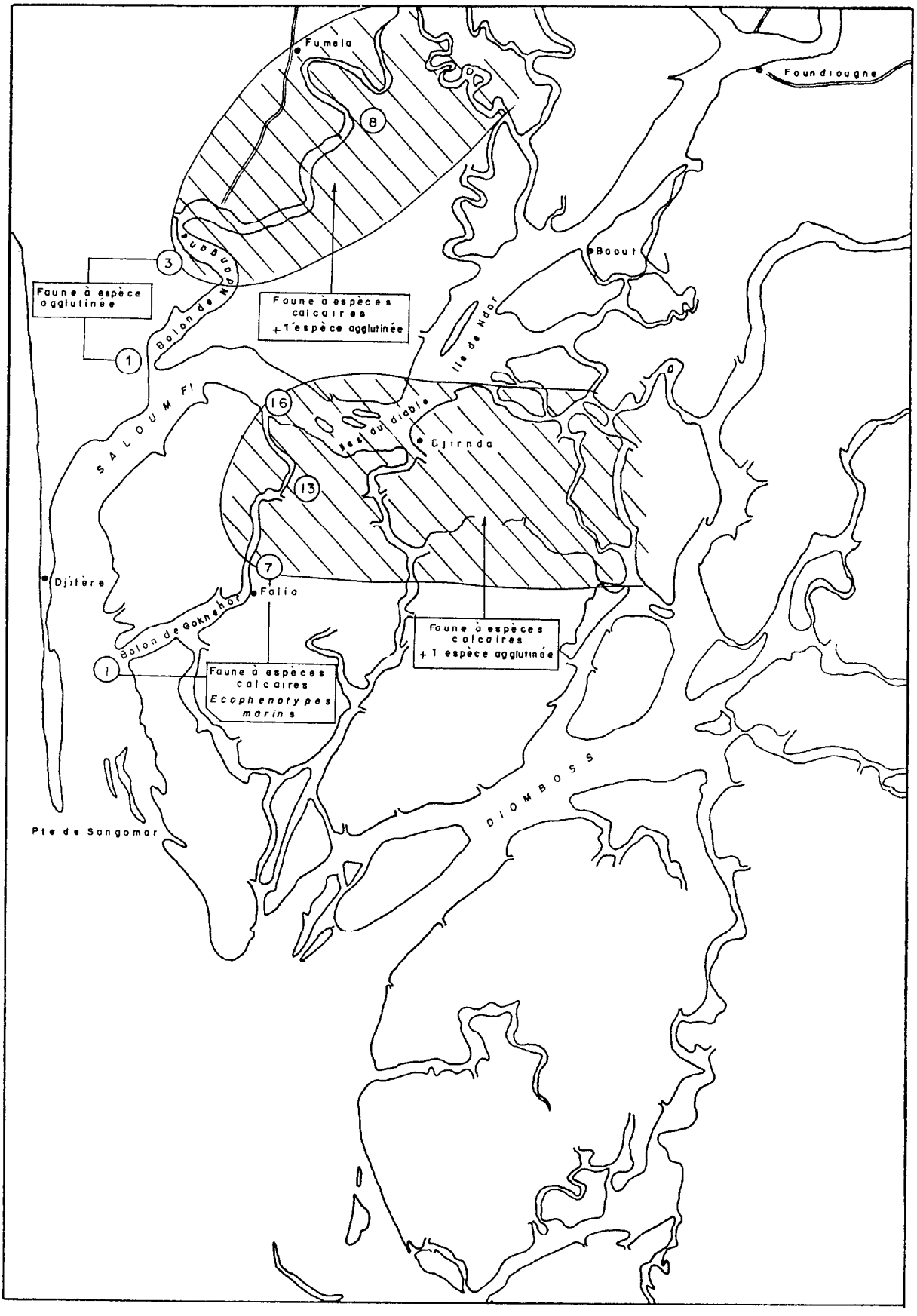


Figure 34 : Répartition de la faune de Foraminifères dans les bôlons

EN CONCLUSION, l'étude de la microfaune (Foraminifères) conduit aux observations suivantes :

- Persistance à l'intérieur des bôlons d'une microfaune à écophénotypes marins (individus à taille et ornementation réduites), caractéristiques de milieu confiné, peu diversifié.

- Présence d'une seule espèce agglutinée, dans les zones les moins soumises à l'influence marine

- Similitude entre la faune de la partie nord du bôlon de Gokheor et de la totalité de celle du bôlon de Ndangane, malgré des variations importantes de la salinité (fig. 36).

- Composition faunistique identique en période sèche et en période humide (d'où le rôle négligeable joué par l'apport d'eau douce).

- Absence d'une faune caractéristique de la mangrove malgré l'existence de la couverture végétale (cf. ZANINETTI et al., 1976).

- Différence dans la composition, par rapport à la faune existant dans les sédiments du fleuve Sénégal (cf. AUSSEIL-BADIE, 1982), par contre la distribution des Foraminifères est la même que dans les sédiments de mangrove de la Somone (rivière au Nord du Sine-Saloum).

Le Sine-Saloum constitue un sous-environnement caractérisé par des apports fluviatiles restreints, par une salinité toujours supérieure à la salinité normale, par un substrat le plus souvent sableux et par l'influence prédominante de l'ouverture océanique, en conséquence de quoi s'intalle une microfaune benthique marine confinée peu diversifiée.

BIBLIOGRAPHIE

AUSSEIL-BADIE J. (1983). - Distribution écologique des Foraminifères de l'estuaire et de la mangrove du fleuve Sénégal. Archives des Sciences, Genève, 36, 3, 437 - 450.

CARBONEL P. (1980). - Les ostracodes et leur intérêt dans la définition des écosystèmes estuariens et de plateforme continentale. Essai d'applications à des domaines anciens. Mém. I.G.B.A., 350 p., 113 fig., 29 tabl.

CARBONNEL G. (1982). - Microfaune (Ostracoda) in the estuaries with mangroves in Senegal (W. Africa). 11 p. dactyl., 2 pl., 3 tabl., 2 fig. (sous presse).

MURRAY J.W. (1973). - Distribution and ecology of living benthic Foraminiferids. Meinenann educational books, ltd, 274 p., London.

PEYPOUQUET J.P. (1977). - Les ostracodes et la connaissance des paléo-milieux profonds. Application au Cénozïque de l'Atlantique Nord-oriental. Thèse Bordeaux, n° 552, 448 p. (ronéotyp.), 138 fig.

ZANINETTI L., BRONNIMANN P., BEURLEN G. et MOURA J. (1976) - La mangrove de Guaratiba et la baie de Sepretiba, Etat de Rio de Janeiro, Brésil - Foraminifères et écologie. C.R. Séance de Genève, 11 (1-3), p. 39-44, Genève

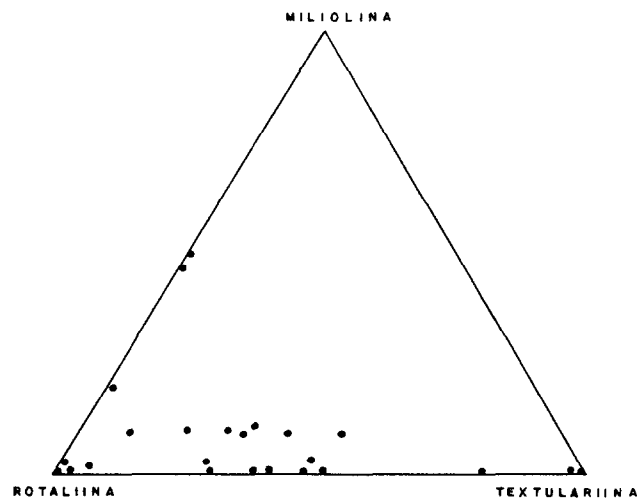
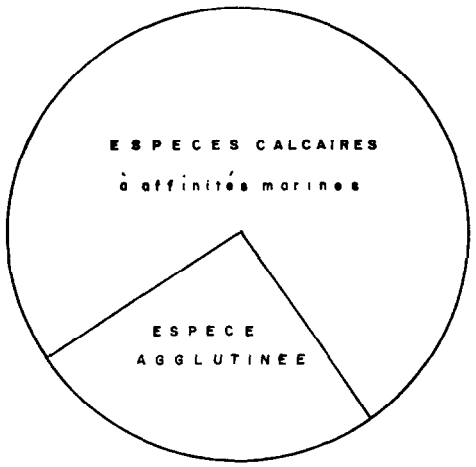


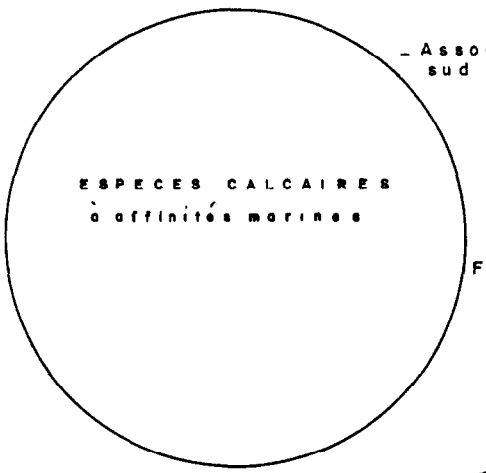
Figure 35 : Fréquence relative des 3 sous ordres de Foraminifères dans le Saloum.

QUESTIONS - DISCUSSIONS

A la question de savoir pourquoi l'étude s'est portée spécialement sur les Ostracodes et les Foraminifères, il est répondu que ces organismes aquatiques sont de bons indicateurs car ils sont extrêmement sensibles aux variations des conditions du milieu. En plus, on disposait de deux spécialistes de ces groupes.



- Association de la partie nord du bôlon



- Association de la partie sud du bôlon

FIG.36 a - REPARTITION DE LA MICROFAUNE DU BÔLON DE GOKEKHOR

FIG.36 b - REPARTITION DE LA MICROFAUNE DU BÔLON DE NDANGANE

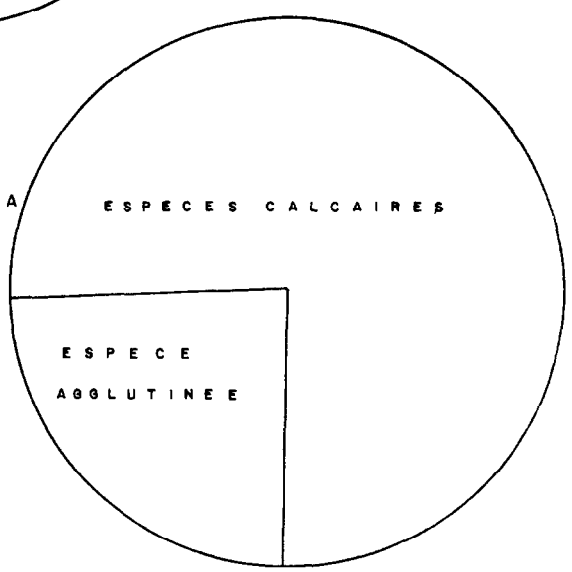


Figure 36 : Répartition de la microfaune de Foraminifères dans deux bôlons du Sine-Saloum.

3. LE ZOOPLANCTON (8)

METHODE DE TRAVAIL

Le zooplancton a été récolté à l'aide d'un filet cylindrocônique de 355 microns de vide de maille, construit sur le type du filet international WP2, et de 53 cm de diamètre d'ouverture. Le volume d'eau filtré a été calculé à partir du nombre de tours du compteur d'un débimètre placé au tiers du rayon de l'ouverture du filet.

Huit stations ont été faites dans le lit du Saloum (figure 37). Le filet a été traîné à trois noeuds par le "CAURI" (Vedette du CRODT) par des fonds de 3 à 5 m pendant 10 mn.

Le plancton a été fixé dans de l'eau de mer formolée à 5 %. A partir de chaque échantillon la biomasse volumique a été calculée en ml/m3 par la méthode du volume déplacé. Ensuite, un comptage a été effectué dans une cuve de Dolfus après fractionnement à l'aide de la boite de "Motoda".

Seule l'étude systématique des Calanidae (Copécodes) a été faite d'une façon approfondie.

Dans le tableau 26 sont indiqués: les diverses stations, l'heure de prélèvement, la salinité (à partir du rapport technique de J.L. SAOS), la biomasse volumique en ml/m3, l'effectif par m3 et le nombre d'espèces (ou groupes).

---

(8) Chapitre rédigé par C. SERET, Ecole des pêches, Thiaroye. Communication présentée au cours de la Session 2 du Séminaire.

RESULTATS

1. Liste des espèces de copépodes

Calanoides carinatus (Kroyer, 1849)
Eucalanus crassus Giesbrecht, 1888
Acrocalanus andersoni Bowman,1958
Paracalanus parvus (Claus, 1863)
Paracalanus scotti Früchtl, 1923
Clausocalanus jobei Frost-Fleminger, 1968
Temora stylifera (Dana, 1849)
Temora turbinata (Dana, 1849)
Centropages chierchiae Giesbrecht, 1889
Pseudodiaptomus serricaudatus (T. Scott, 1894)
Labidocera scotti Giesbrecht, 1897
Acartia (Acanthacartia) plumosa T. Scott, 1894
Acartia (paracartia) granii G.O.Sars, 1904
Oithona plumifera Baird, 1843
Oithona nana Giesbrecht, 1892
Cyclopoida sp.
Euterpina acutifrons Dana, 1852
Corycaeus giesbrechti F. Dahl, 1894
Harpacticoide (benthique)
Caligus rapax
Copepodites
Nauplii

2. Tableau des résultats

Le tableau 27 donne les effectifs par m3 des espèces zooplanctoniques aux diverses stations.

3. Commentaire des résultats

Les biomasses volumiques sont faibles dans le Saloum (0,02 à 0,17 ml/m3) par rapport à celles trouvées deux jours plus tôt en baie de Gorée (0,84 à 4,1 ml/m3). La grande quantité de matières organiques fausse les résultats des biomasses.

station	heure	salinité	Biomasse volumique	Effectif/m3	n. sp
1	11h30	-	0,17	468	18
2	12h30	42-43°/oo	0,09	151	16
3	13h10	-	0,08	1145	23
4	14h10	44-45°/oo	0,05	435	19
5	15h	-	0,13	724	21
6	15h40	46-48,5°/oo	0,02	455	32
7	16h40	-	0,05	442	12
8	17h15	51,5-52°/oo	0,14	950	18

Tableau 26 : résultats généraux concernant le zooplancton du Saloum.

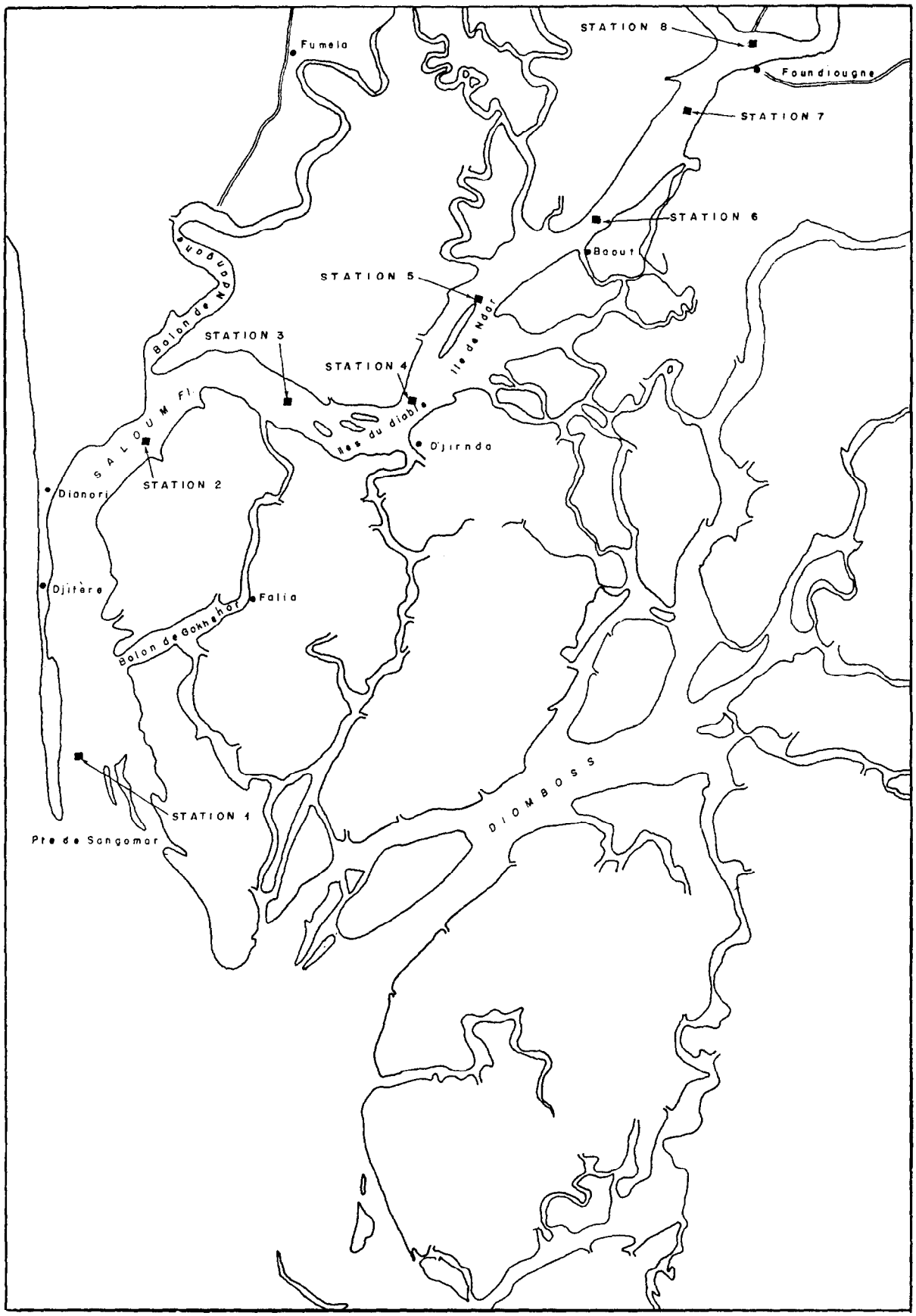


Figure 37 : Carte des stations zooplanctoniques.

ESPECES	ST1	ST2	3	4	5	6	7	8
Calannoides carinatus						+		
Eucalanus crasus								
Acrocalanus andersoni						3		
Paracalanus parvus	3					15		
" scotti			3	8	4			1
Clausocalanus jobei						10		
Temora stylifera juv.						1		
" turbinata	129	4	674	186	186	31	7	13
Centropages chierchiae	11	1	2					
Pseudodiaptomus								
serricaudatus	2		2	1	2	+		1
Labidocera scotti		1	12		2	1		
Acarita plumosa	1	64	91	59	174	73	+	
Paracartia granii	235	1	4	9	40	109	226	796
Oithona nana		1	13	7	157	86		2
Oithona plumifera						1		
Cyclopoida sp	2							
Euterpira acutifrons			2		1	1		
Corycaeus giesbrechti						1		1
Harpacticoide (benthique)	2							2
Caligus rapax		+				+	2	1
Copépodites			§	5	1	6	7	
Nauplii			1			1		
Méduses		+		+				
Chaetognathes	45	4	14	10	4	4		4
Larves d'Annélides			2		6	3	+	
Larves de Gastéropodes	2		1		3	6	23	73
Larves de Lamellibranches						3		
Ostracodes								4
Evadne						1		
Penilia		58	111	2		1		
Podon						1		
Amphipodes caprelliens								2
" divers							2	2
Larves de Peneidae	2	2	18	6	5	2		
Larves de Lucifer		+						
Larves de Caridae	1					1		
Zoés de brachyoures	12	2	69	76	21	17	109	9
Métazoés brachyoures			3	3	1			
Larves de Thalassinidae	+							
Cumacé								2
Larves diverses crustacés	1	1	4	3	1	1		
Larves Cirripédes (balane)		7	78	31	137	55	41	29
" (Lepas)	3			1	1			
Appendiculaires			15	17	59	16		
Oeufs de poissons	125	5	17	5	1	4	2	
Larves de poissons	3		9	6	2	1	23	7
TOTAL	468	151	1 146	435	724	455	442	950

Tableau 27 : effectif par m3 des espèces zooplanctoniques aux diverses stations.

La diversité très faible du Saloum semble plus forte pour une biomasse faible que pour une biomasse plus forte.

Une succession très nette dans l'abondance des principales espèces s'observe quand on remonte le Saloum.

ST .1 : Abondance des chaetognathes et oeufs de poissons (constitués essentiellement d'oeufs de Clupeidae)

ST. 3 : Abondance de Temora turbinata

St. 5 : Abondance d' Acartia plumosa et d' Oithona nana

St. 8 : Abondance de Paracartia granii

Cette succession d'abondances est représentée sur la figure 38. Les oeufs de poissons et les chaetognathes n'y sont pas représentés. Les abondances d' Acartia plumosa et d' Oithona nana sont regroupées.

Remarques sur l'abondance des espèces :

1) Les chaetognathes et les oeufs de Clupeidae sont abondants à l'embouchure du Saloum. La forte salinité du Saloum est une barrière pour ces individus.

2) L'espèce côtière : Temora turbinata est abondante à la station 3. Son pic d'abondance est probablement dû à une compétition interspécifique.

3) Pour ce qui est d' Acartia plumosa et d' Oithona nana , abondants à la station 5, la même remarque que pour Temora turbinata peut être faite.

4) L'espèce très côtière Paracartia granii est très abondante à la station 8 où la salinité est de 52°/oo. Cette espèce qui le 21 avril est peu abondante en baie de Gorée représente à la station 8 du Saloum 84 % de la population zooplanctonique. P. granii subit donc une compétition interspécifique et supporte de fortes salinités.

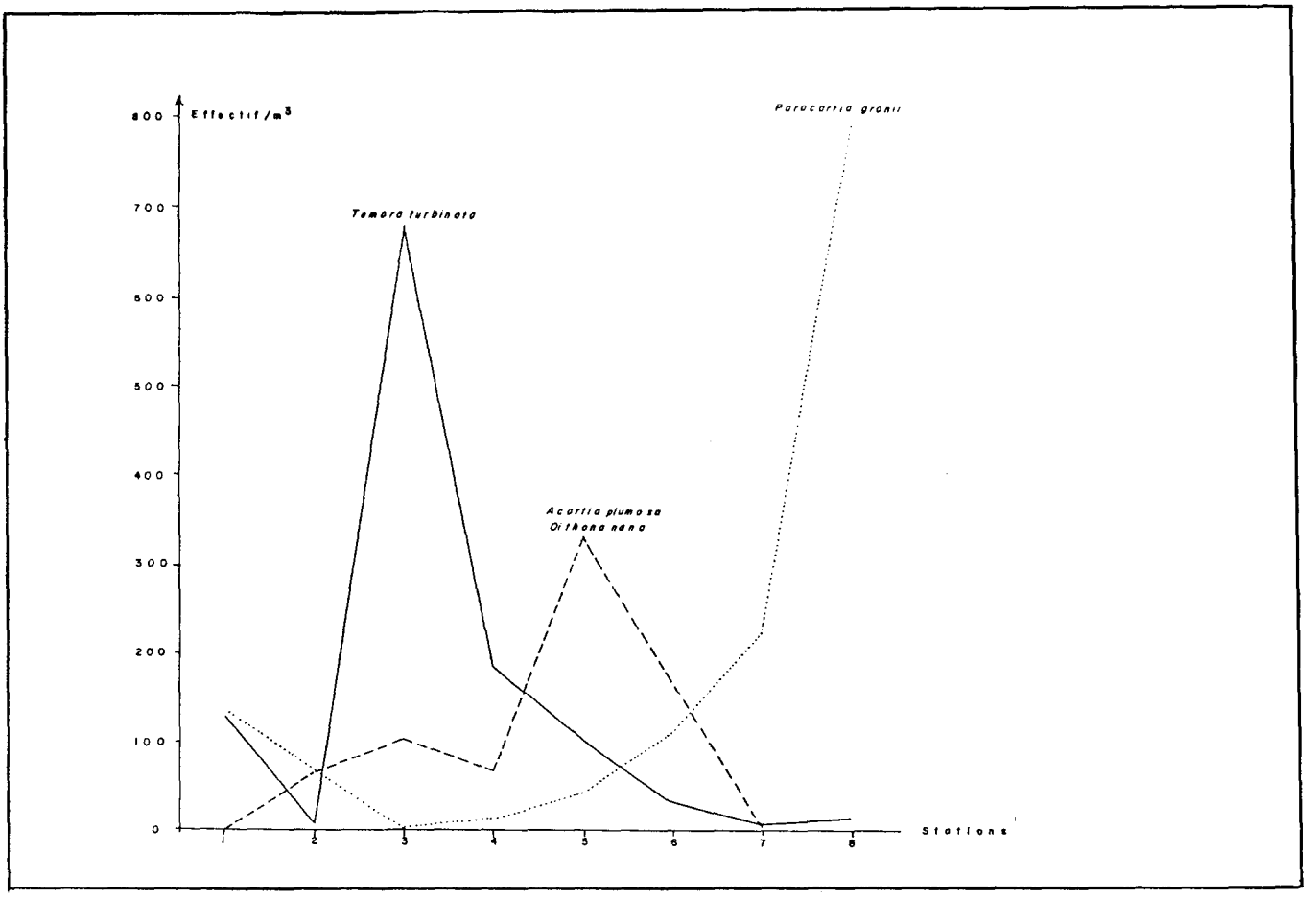


Figure 38 : abondance des principales espèces du zooplancton.

5) Calanoides carinatus (Copépode), très abondant en baie de Gorée (2778 individus/m3) est absent dans le Saloum (sauf un juvénile à la station 6). Cette espèce ne supporte pas les fortes salinités.

Centropages chierchiae semble ne pas supporter les salinités supérieures à 45°/oo.

CONCLUSION

Une étude aussi ponctuelle dans le temps ne permet pas d'affirmer la pauvreté zooplanctonique des eaux du Saloum.

Des prélèvements, pendant la saison des pluies et pendant la saison sèche, depuis l'embouchure jusqu'en amont de Foundiougne, permettraient d'avoir une bonne idée sur la valeur et la qualité des biomasses zooplanctoniques du Saloum.

QUESTIONS - DISCUSSIONS

M. OLANIYAN : Quel est le facteur principal de la variation ?

Mme SERET : Sans doute la salinité.

M. PAGES : La même évolution est observée sur le phytoplancton.

M. OLANIYAN demande quel est le facteur principal de variation de la biomasse et du nombre d'individus.

Mme SERET pense que le facteur principal est la salinité. Mais cela ne peut pas être confirmé avec un seul prélèvement effectué.

Selon M. OLANIYAN, il existe d'autres facteurs d'ordre chimique notamment et qui sont plus importants que la salinité.

M. PAGES fait remarquer que l'évolution des espèces et du nombre d'individus le long du Saloum est observée aussi bien sur le zooplancton que sur le phytoplancton. Le manque de données d'ordre chimique ne permet pas d'aller au-delà des paramètres tels que la salinité. Les données sur la chlorophylle auraient pu faire voir des liaisons avec l'évolution des espèces et le nombre d'individus.

M. ZABI pense que l'apport en sels nutritifs est un facteur important dans la relation trophique et qu'on aurait pu le mettre en évidence.

B. LE PHYTOPLANCTON (9)

1. CHLOROPHYLLE

Les concentrations de chlorophylle de surface, anormalement variables, oscillent entre 0,2 et 1,5 microgrammes/l de chlorophylle totale, sans tendance significative. Les valeurs au fond, assez variables, passent de 1 à 4 microgrammes/l de l'aval vers l'amont.

Les valeurs élevées au fond pourraient correspondre à une chlorophylle détritique, mais les rapports Chl a / Chl totale (sujet à caution en raison des conditions de conservation des échantillons) ne confirment pas cette hypothèse.

2. COMPTAGES OPTIQUES (ECHANTILLONS DE SURFACE), Figures 39 et 40

Le nombre de cellules par ml. décroît de 50 à 20 vers l'amont ; les diamètres des espèces principales tendent à augmenter vers l'amont, correspondant aux valeurs à peu près constantes de chlorophylle.

Au point de vue taxonomique, le chenal peut être divisé en trois zones. La première, de Djiffère aux Iles du Diable (salinité de 40 à 43 °/oo) est la seule où existent les Dinoflagellés, peu abondants et peu variés (7 espèces). Les deux seules espèces de Chlorophycées, très peu abondantes, existent dans les deux zones aval, jusqu'à Baout (salinité jusqu'à 46 °/oo).

Les Diatomées constituent la forte majorité, tant en nombre d'espèces (30) qu'en biomasse. Une espèce (Cerataulina bergonii) est très abondante sauf au dernier transect amont ; deux espèces (Chaetoceros affine et Ch. curvisetum) sont assez abondantes seulement en aval ; quatre autres, moins abondantes encore, sont observées - soit préférentiellement, soit seulement - dans la zone amont (salinité supérieure à 50°/oo).

En l'absence provisoire d'autres caractéristiques chimiques de l'eau, nous admettrons que la salinité est le facteur principal de cette distribution taxonomique.

---

(9) Chapitre rédigé par Mademoiselle A. DIA, CRODT. Communication présentée par J. PAGES (CRODT) au cours de la Session 3 du Séminaire.

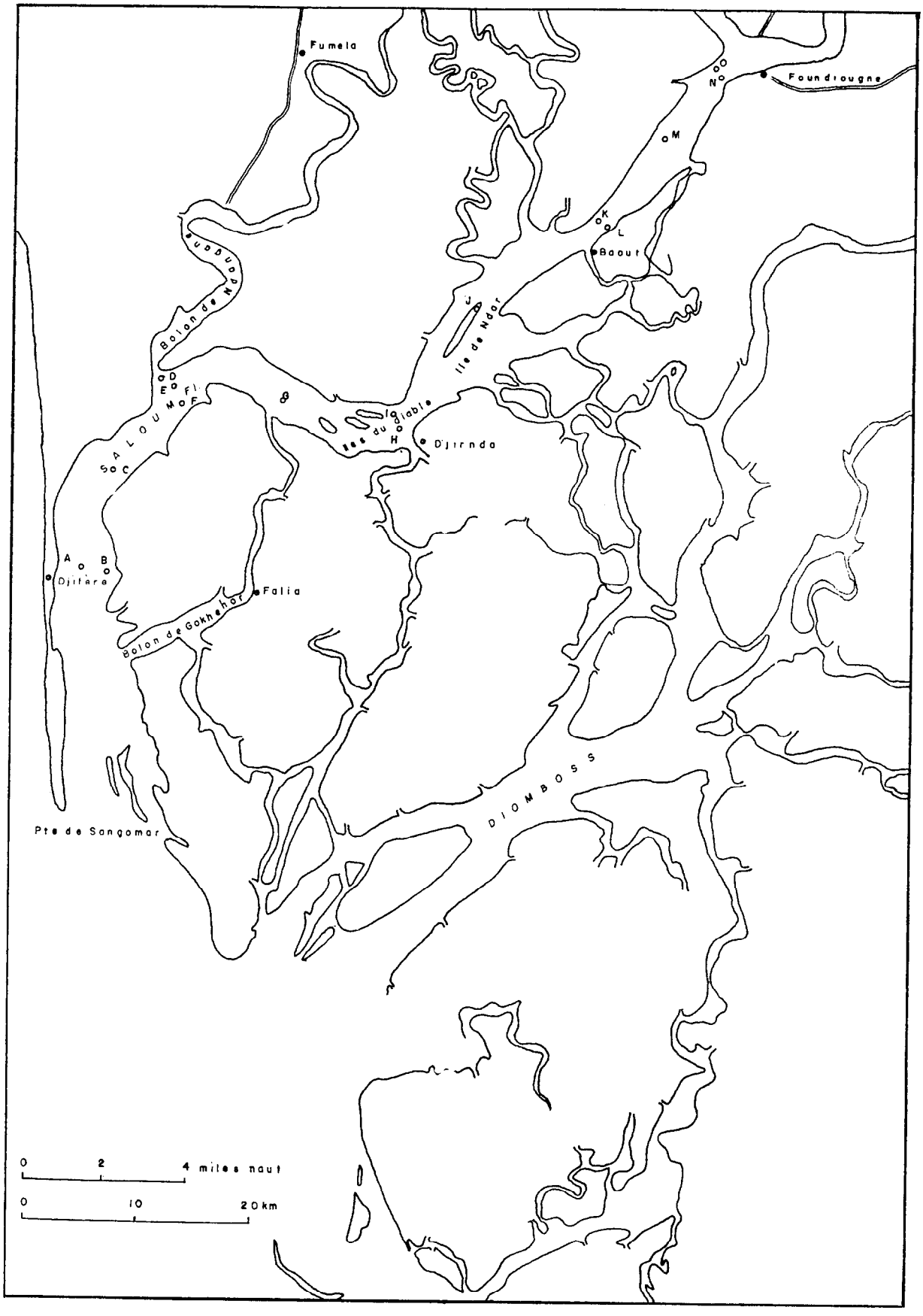
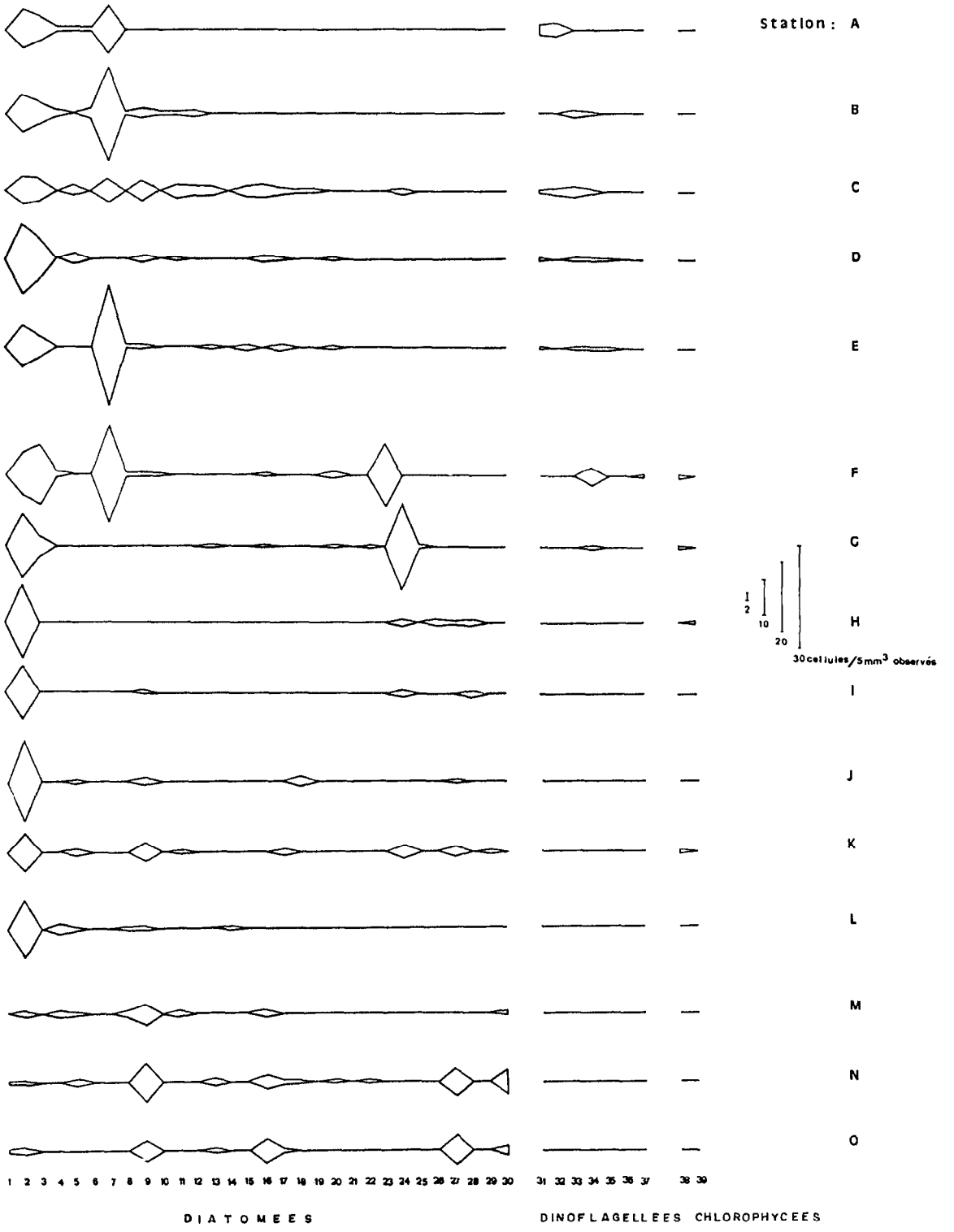


Figure 39 : Localisation des stations de prélèvement phytoplanctonique.



Légende : DIATOMEES: A-Diploneus bombus, 2-Cerataulina bergonii, 3-Chaetoceros afine, 4-Rhizosolenia stolterfothii, 5-Navicula pennata, 6- Leptocylindrus danicus, 7-Chaetoceros curvisetum, 8-Cocconeis scutellum, 9-Coscinodiscus excentricus, 10-Stephanopykis palmeriana, 11-Nitzschia lancelolata, 12-Nitzschia paradoxa, 13-Pleurosigma elongatum, 14-Nitzschia angularis, 15-Synedra affine, 16-Nitzschia longissima, 17-Amphora gravilleana, 18-Triceratium favus, 19-Biddulphia mobiliensis, 20-Nitzschia fluminensis, 21- Opephora pacifica, 22-Navicula powellii, 23-Melosira moniliformis, 24-Rhizosolenia hyalina, 25-Gosleriella tropica, 26-Nitzschia pungeus var atlantica, 27-Thalassiossira decipiens, 28-Nitzschia seriata, 29-Thalassiossira subtilis, 30-Opephora swartzii.
DINOFLAGELLEES : 31-Prorocentrum micans, 32-Ceratium pentagonum var tenerum, 33-Peridinium depressum, 34-Ceratium furca, 35-Pyrophacus horologicum, 36-Ceratium furca var eugrammum, 37-Ceratium fusus.
CHLOROPHYCEES : 38-Pediastrum, 39-Coelastrum.

Figure 40 : Répartition quantitative des espèces phytoplanctoniques selon les stations.

QUESTIONS - DISCUSSIONS

M. PAGES a tenu à apporter les précisions suivantes : le système est caractérisé par une faune marine très appauvrie, en mélange avec une faune d'eau douce également limitée et appauvrie.

Sur la base de ces données, différentes questions se posent.

Que signifie l'indépendance montrée par la chlorophylle totale vis-à-vis du disque de Secchi et de la matière en suspension? En effet, la matière organique calculée à partir de la chlorophylle totale est différente de la matière en suspension.

Si l'on considère l'hydrodynamique, le flot étant supérieur au jusant, il devrait y avoir une possibilité d'accumulation de matière organique ; or on observe que le taux de chlorophylle A qui est de 5 à 10 microgrammes/l en mer, s'abaisse à 1 ou 2 microgrammes/l dans le Saloum.

Cette observation pose le problème d'une mortalité rapide du phytoplancton. La variation de composition spécifique concernant les espèces et le nombre d'individus tant pour le zooplancton que pour le phytoplancton a été attribuée à la salinité en l'absence d'autres observations relatives à la variation des éléments tels que Ca, Mg, Na, K, et sulfates, d'autant plus que les nitrates sont uniformément faibles d'amont en aval. Il est donc fort possible que des facteurs non encores mesurés (Si, PO4 , P organique) puissent avoir un certain rôle.

Quant au fonctionnement général du système, en l'absence de mesures directes (radioactivité), on estime que la chaîne alimentaire est basée sur un recyclage des éléments présents dans le milieu, de la même manière que ce qui se produit dans certaines zones profondes du grand large, pauvres en éléments nutritifs.

La faiblesse de la biomasse et l'absence de nutriments font que la consommation y est très rapide avec un taux de renouvellement de l'ordre de la dizaine de minutes à l'image de la lagune d'Abidjan.

C. LA MACROFAUNE BENTHIQUE (10)

1. METHODE

Les prélèvements sont effectués à l'aide d'une drague composée d'un cadre métallique rectangulaire de 0,6 m de long et 0,3 m de large, sur lequel est fixé un sac de jute où s'accumulent les sédiments. Un seau étalonné permet de mesurer 50 litres de ces derniers pour le tamisage. Le tamis utilisé est d'un maillage de 2 mm. La faune et la flore retenues sont considérées comme le macrobenthos. Chaque refus de tamis est introduit dans un sac en plastique, étiqueté, et conservé dans du formol à 5 %. Le tri des organismes vivants est entrepris au laboratoire ainsi que leur détermination.

II. STATIONS DE PRELEVEMENT (Figure 41)

Les stations sont situées dans l'axe du chenal de navigation, au départ de Foundiougne jusqu'à un tiers de mille nautique de l'embouchure. Deux prélèvements supplémentaires sont localisés sur les hauts fonds de la rive droite.

Stations :

1 : Foundiougne (-6 m à -7 m)

2 : entre le marigot de Guifoda et Baout, au niveau de la bouée n° 25 (-6 m)

3 : au niveau de Vélingara (-9 m à 10 m)

4 : au début de l'île Ndar (-10 m)

5 : au niveau de Djirnda en amont des îles du Diable (- 9 m)

6 : au niveau du marigot de Gokheor-Likit

7 : en face de la sortie du marigot de Ndangane et de la pointe Ndobol(bouée n° 16, -10 m).

8 : au niveau de Guimsane (-13 à -14 m)

9 : entre Dionewar et Niodor (-12 m)

---

(10) Chapitre rédigé par K. D. LEUNG TACK, Département de Biologie Animale Faculté de Sciences, Dakar. communication présentée au cours de la Session 3 du Séminaire.

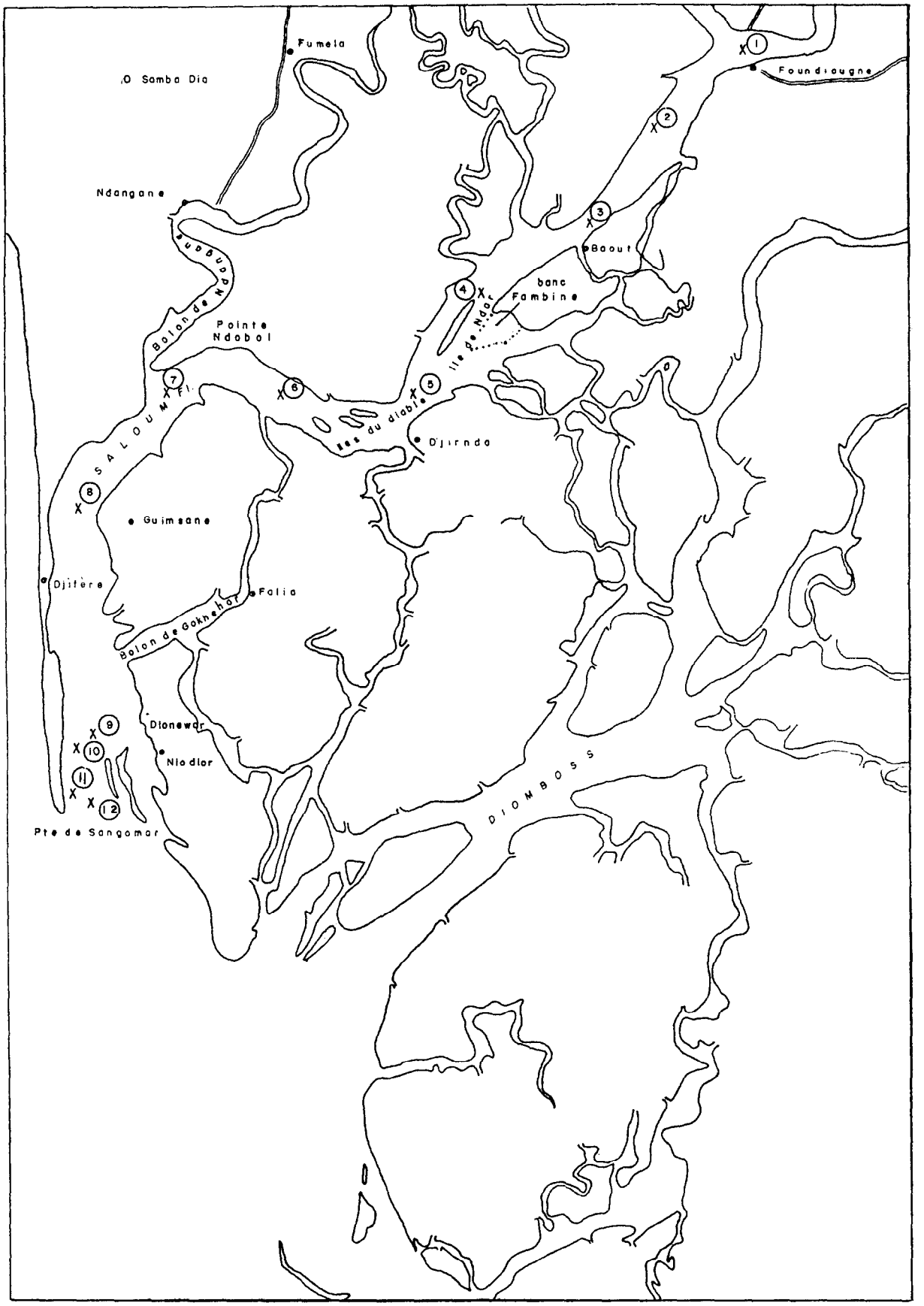


Figure 41 : Localisation des stations de prélèvement de macrobenthos.

10 : en face de Niodor, au niveau de la bouée n° 12, sur le haut fond de la rive droite (-4 m à -5 m)

11 : à un demi nautique de la pointe de Sangomar ; haut fond de rive droite (-5 m)

12 : à un tiers de mille nautique de la pointe de Sangomar ; haut fond au milieu de l'embouchure (-4 m à -5 m)

L'aspect des sédiments ramenés par la drague permet grossièrement de regrouper les stations en quatre ensembles :

- stations 1 à 3 : sédiments fins gris devenant noirâtres à la station 3.

- stations 4 à 7 : sédiments très fins noirâtres avec des débris coquillers dont la quantité augmente vers la station 7.

- stations 8 et 9: débris coquilliers plus ou moins grossiers, accompagnés de graviers latéritiques ; très peu de sédiments fins

- stations 10 à 12 : sable fin plus ou moins "envasé".

III.RESULTATS (Tableaux 28)

Qualitativement, sur 58 espèces, le peuplement se décompose ainsi :

Algues	2 espèces	3,44 %
Cnidaires	1 "	1,72 %
Annélides Polychètes	17 "	29,31 %
Bryzoaires	1 "	1,72 %
Enteropneustes	1 "	1,72 %
Moll. Gastéropodes	10 "	17,24 %
Moll.Lamellibranches	15 "	25,86 %
Moll. Scaphopodes	1 "	1,72 %
Crustacés	5 "	8,62 %
Echinodermes	3 "	5,17 %
Tuniciers	1 "	1,72 %
Céphalocordés	1 "	1,72 %

Les Mollusques sont donc largement majoritaires (44,82 %) avec une prédominance des Lamellibranches, organismes de substrats meubles par prédilection. Il en est de même des Annélides Polychètes (29,31 %).

L'examen du tableau 28 permet de distinguer une répartition des espèces en trois groupes principaux :

- les espèces localisées en amont, vers Foundiougne : Anadara senilis et Dosinia isocardia correspondant au sédiment fin grisâtre,

- les espèces présentes indistinctement en amont et en aval : Mesalia mesal , Marginella amygdala , Nuculana bicuspidata , Macoma cumana , Cultellus tenuis , Pitaria floridella , Glycera convoluta , une polychète Aricidée.

- les espèces présentes seulement sur les hauts fonds, proches de l'embouchure : une polychète Spionidée, Eone nordmanni , des pagures, des oursins, Bullia miran .

Dans le premier groupe, Anadara senilis et Dosinia isocardia occupent sûrement leur site préférentiel. La première est très commune dans les "bancs vaseux des estuaires et des côtes basses " (Nicklès) ; la seconde a été récoltée souvent dans le marigot de la Somone, sur des bancs de sable vaseux découverts à marée basse. A. senilis est probablement installé sur les bancs sableux des deux rives, car à proximité du débarcadère de Djifère, j'en ai vu en ramasser ; l'espèce est consommée fraîche ou le plus souvent séchée, sous le nom de "pagne".

Dans le second groupe, Mesalia mesal , Marginella amygdala et Nuculana bicuspidata sont des espèces rencontrées surtout dans la baie de Gorée et même pour les deux premières, dans le fond de la baie, entre Thiaroye et la pointe de Bel-air, donc dans une zone protégée et calme. Ce facteur pourrait conditionner leur présence constance dans le Saloum.

L'hydrodynamisme peu important, et un sédiment approprié, sembleraient déterminer l'installation des Lamellibranches Pitaria floridella , et surtout la prolifération de Macoma cumana sur les hauts fonds à sable fin riverains de l'embouchure.

Il est remarquable que ces cinq espèces présentent un "trou" dans leur répartition (diminution quantitative et absence) dans la zone allant de la station 4 à la station 7. Cette zone correspond à des sédiments noirâtres, signe d'importants phénomènes chimiques de réduction liés à la présence de matière organique. Inversement, dans cette même zone, sont installées trois polychètes, Diopatra neapolitana , Nereis diversicolor , Pectinaria sp ., et un lamellibranche Diplodonta diaphana . Ces espèces ont peut-être une préférence marquée pour les sédiments à fraction vaseuse importante. Cette zone semble être un obstacle difficile à franchir pour de nombreuses espèces cantonnées dans l'embouchure, car elle isole deux peuplements distincts :

Liste des espèces \ N°des stations de prélèvement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Anadara senilis (Lamell.)	102 j	727 j	265 j	3								
Dosinia isocardia (Lamell.)	44 j	1+50 j	1 j									
Persicula chudeaui (Gaster.)			1									
Modiolus elegans (Lamell.)			2									
Modiolus nigeriensis (Lamell.)			1 j									
Penaeus duorarum (Crust.)		1										
Diopatra neapolitana (Poly.)				2								
Nereis diversicolor (Poly.)				4								
Ascidies coloniales ind. (Tunic.)				1	2							
Diplodonta labelliformis (Lamell)	5 j		3				8					
Calyptrea chinensis (Gaster.)				1				3				
Hypnea cervicornis (Alg.)					X							
Pectinaria sp. (Poly.)					1	1	1					
Diplodonta diaphana (Lamell.)				5	5+15 j							2 j
Enteropneuste ind.					1		1					
Amphipode ind. (Crust.)	2					1	1				1	1
Glycera convoluta (Poly.)	3		4	1	1		1		1	1		
Ariciidé ind. (Poly.)	1			1	9		3		1			1
Mesalia mesal (Gaster.)		5	6	3						3	1	
Marginella amygdala (Gaster.)		3	2				5		1	1		1
Nuculana bicuspidata (Lamell.)			2		1	1				2	144 j	
Macoma cumana (Lamell.)			6		5			1	1	29	185	623
Cultellus tenuis (Lamell.)			1		3					2	1	2
Pitaria floridella (Lamell.)		8	2	7			2	1	5	1	1 j	2
Cardita ajar (Lamell.)					1+2 j					2	3 j	1
Aloidi dautzenbergi (Lamell.)					4	6	5			2		1
Nephtys sp. (Poly.)					3	4			2			1
Acanthophora specifera (Alg.)					X					X		
Turritella ungulina (Gaster.)						1					1	
Drillia sp. (Gaster.)							8		1		8	2
Branchiostoma senegalense (Cepha)							2		13	2		5
Eunicidé ind. (Poly.)							2	1				
Laonome sp. (Poly.)							1					
Syllis sp. (Poly.)							1					
Phyllodocidé ind. (Poly.)							1					
Bowerbankia sp. (Bryoz.)								1				
Arca gambiensis (Lamell.)								2				
Eunice sp. (Poly.)								1				
Cirratulidé ind. (Poly.)								1				
Glycera sp. (Poly.)									1			

Tableau 28 : Répartition de la faune macrobenthique - 1 ère partie.
(j = jeunes)

(tableau 28, suite)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Chloeia viridis (Poly.)									1			
Olivancillaria hiatula (Gaster.)									1	1		
Radiorotula orbiculus (Echin.)									7j	20		
Veretillum sp. (Cnid.)										1		
Cyllene lyrata (Gaster.)										1		
Donax oweni (Lamell.)										1		
Holoturide ind. (Echin?)										1		
Spionidé ind. (Poly.)										6	1	
Eone nordmanni (Poly.)										12	2	2
Pectinaria koreni (Poly.)											1	
Paguridé ind. (Crust.)											6	
Pycnogonide ind. (Crust.)											1	
Dentalium katchekense (Scaph.)											1	
Nassa obliqua (Gaster.)											2	
Echinide ind. (Echin.)											2	3
Bullia miran (Gaster.)											6 j	3
Tellina posteli (Lamell.)											1	1
Portunidé ind. (Crust.)												2
Total.....	157	796	296	38	53	14	42	11	35	88	367	656
Cnidaires (Cnid.) %										1,13		
Enteropneuste %					1,88			2				
Bryozoaires (Bryo.) %									9,09			
Annelides Polychètes (Poly.) %	2,54		1,35	21,1	26,42	35,7	23,8	27,3	17,1	21,6	1,08	0,6
Mollusques Gastérop. (Gaster.) %		1	3,04	10,5		7,1	31,0	27,3	8,6	6,8	4,9	0,9
Mollusques Lamellibr.(Lamell.) %	96,17	98,9	95,6	65,8	49,05	50	35,7	36,4	17,1	44,3	91	96,8
Mollusques en général %	96,17	99,9	98,6	76,3	49,05	57,1	66,7	63,6	25,7	51,1	96,2	97,7
Custacés Amphipodes %	1,27	0,1				7,1	2,38				0,27	0,15
Crustacés en général %											2,17	0,45
Echinodermes (Echin.) %									20	23,9	0,54	0,45
Tuniciers (Tunic.) %			2,63	2,77								
Céphalocordés (Céphal.) %						4,76		37,1	12,27			0,76

Tableau 28 : 2ème partie et fin.

- le premier, situé en amont, est dominé par Anadara senilis . C'est un peuplement typique de lagune ou d'estuaire ,

- le deuxième, installé en aval, sur les hauts fonds riverains, est dominé par une Macoma cumana en majorité juvénile. Celle-ci est accompagnée de juvéniles de Nuculana bicuspidata . Ce peuplement reflète surtout un mode hydrodynamque calme et une texture sédimentaire relativement fine. La zone intermédaire, nettement moins riche, présente surtout des espèces du peuplement en aval qui ont pu résister aux conditions de l'amont.

Trois groupes systématiques dominent quantitativement : les Annélides Polychètes avec une fréquence moyenne de 15,23 %, les Mollusques Gastéropodes avec 7,63 % et les Mollusques Lamellibranches avec 64,73 %. L'ensemble des Mollusques est largement dominant avec 72,36% en moyenne. Dans les stations extrêmes de l'axe de prélèvements, la fréquence des Mollusques dépasse 95 % avec un maximum à la station 2 (99,9 %). Aux stations 9 et 10, les fréquences des Echinodermes et des Céphalocordés sont particulièrement importantes. Les Céphalocordés sont même dominants à la station 9 avec 37,14 % , dépassant ainsi l'ensemble des Mollusques (25,71 %) . Ces deux stations, surtout la station 9 sont localisées probablement dans un chenal de courant de marée, car les Amphioxus s'installent de préférence dans les zones influencées par des courants de fond.

Dans le cadre d'un autre programme d'étude, des prélèvements ont été faits en mer ouverte, en face de la pointe de Sangomar, à des profondeurs équivalentes. De la comparaison avec la liste faunistique des Mollusques, on relève les renseignements suivants :

- 8 espèces de Gastéropodes sont communes avec la faune des fonds de 4 à 7m (80%), 4 espèces sont communes avec la faune des fonds de 7 à 10 m; les espèces Mesalia mesal et Marginella amygdala ont remonté le Saloum presqu'au niveau de Foundiougne ; les deux espèces non signalées en mer ouverte sont Turritella ungulina et Drillia sp .,

- 5 espèces de Lamellibranches sont communes avec la faune des fonds de 4 à 7 m et les mêmes espèces sont retrouvées sur les fonds de 7 à 10 m, soit 33 % : Nuculana bicuspidata, Cardita ajar , Pitaria floridella , Donax oweni , Tellina posteli .

Ainsi, 13 sur 25, soit 52 % des Mollusques récoltés vivent de part et d'autre de la pointe de Sangomar.

Il nous a paru intéressant d'étudier les coquilles mortes , fort nombreuses dans la majorité des prélèvements. Les résultats sont présentés dans les tableaux 29 et 30.

Parmi les Gastéropodes (29 espèces), on distingue :

- 9 espèces vivantes dans le peuplement actuel, une seule espèce vivante ne présente pas de coquille morte, Cyllene lyrata .

- 11 espèces sont mentionnées dans la faune de mer ouverte (37,93 %) : Marginella amygdala , M. mesal , Drillia sp ., O. hiatula , P. chudeaui , C. chineusis , C. sacerdos , O. pulchella , N. obliqua , N. pulminea et B. miran .

Parmi les 28 espèces de Lamellibranches dont on a recueilli les coquilles mortes, on peut noter :

- 11 espèces vivant dans le peuplement actuel, formé de 15 espèces :

- 9 espèces communes avec la faune en mer ouverte soit 32,14 % : N. bicuspidata , P. floridella , A. dautzenbergi , C. ajar , P. tumens , A. laticosta , D. oweni , M. glabrata , V. foliaceo-lamellosa .

Si l'absence de coquilles mortes est confirmée, Modiolus elegans , Modiolus nigeriensis , Tellina posteli , Cultellus tenuis , seraient d'installation récente.

Dans la distribution des coquilles mortes, très peu sont localisées sur les hauts fonds. Elles doivent être entraînées vers les chenaux. La quantité de débris coquilliers n'est pas comptabilisée, mais elle est très importante tout le long du chenal de navigation jusqu'à la station 9, avec un maximum dans la zone des stations 4 à 7. La plus grande variété est observée à la station 7 avec 32 espèces.

On retrouve un lot de coquilles relativement constantes dans les prélèvements : M. ammygdala , N. incrassata , Drillia sp. , M. mesal , N. bicuspidata , D. exoleta , A. senilis , C. ajar .

Liste des espèces \ N° des stations de prélèvement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Marginella amygdala	X	X	X	X	X	X	X	X				X
Nassa incrassata senegalensis	X	X	X			X	X	X		X	X	
Drilla sp.	X	X	X	X	X	X	X	X			X	
Mesalia mesal		X	X	X	X	X	X	X			X	
Semifusus morio		X										
Crepidula porcelana				X								
Bullaria adansoni		X		X				X				
Turritella ungulina			X			X	X	X		X		
Natica canariensis				X	X	X			X			
Olivancillaria hiatula				X				X				
Persicula chudeaui					X	X	X					
Calyptrea chinensis					X		X					
Turris callosa						X						
Clavatula sacerdos						X						
Cymbium pepo						X						
Natica adaneoni						X						
Murex varius						X	X					
Turris carbonaria							X					
Asthenotoma spiralis							X					
Cenota mitraeformis							X					
Tritonalia fasciata												
Natica sp.							X	X				
Olivella pulchella							X					
Nassa obliqua								X			X	
Natica fulminea								X		X		
Marginella cleryi								X				
Tudicla afra								X				
Bulla miran												X
Nassa sp.											X	

Tableau 29: liste des Mollusques Gastéropodes morts.

Liste des espèces	N° des stations de prélèvement 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dosinia isocardia	X											
Pythina mactroides	X						X					
Diplodonta diaphana	X			X	X			X				
Aloidis striatissima	X				X	X		X				
Nuculana bicuspidata	X	X		X	X	X	X	X		X		
Pitaria floridella	XX			X	X			X	X	X		
Dosinia exoleta	X			X		X	X	X				
Anadara senilis	X			X	X		X	X	X			X
Aloidis dautzenbergi		X		X	X	X			X			
Talona explanata				X								
Solen guineensis				X			X					
Cardita ajar				X	X	X	X	X	X	X		
Arca gambiensis				X		X	X	X	X			
Pitaria tumens				X		X	X	X	X			
Aloidis laticosta				X			X	X	X			
Crassostrea gacar					X	X	X	X				X
Tellinidae ind					X	X		X	X	X		X
Pecten flabellum						X	X	X	X			
Tellina donacina						X						
Diplodonta sp.							X					
Psammotreta papyracea							X		X	X		
Tellina senegambiensis							X					
Venus foliacea lamellosa							X					
Psammobia faeroeensis							X	X				
Arca geissei							X		X			
Pecten exoticus							X					
Donax oweni									X	X		
Mactra glabrata									X			

Tableau 30: liste des Mollusques Lamellibranches morts.

IV. CONCLUSIONS.

La distinction en deux peuplements, l'une en amont et la deuxième sur les hauts fonds de l'embouchure, reflète probablement les conditions hydrologiques. La zone intermédiaire, de la station 4 à la station 7, qui présente un sédiment avec un fraction fine importante où la réduction de la matière organique est active, semble être la zone limite de la pénétration de la masse d'eau des marées quotidiennes. Ce qui déterminerait le dépôt important de sédiments fins et de matières organiques.

En amont, les conditions seraient franchement lagunaires avec un peuplement typique à Anadara senillis ; en aval, le milieu plus océanique favoriserait un peuplement de zone abritée.

L'installation de ce dernier peuplement sur les hauts fonds semble être déterminée d'une part, par la turbidité des eaux et d'autre part, par les courants de marées qui empruntent le chenal. L'absence de fraction fine dans le matériel prélevé (stations 8 et 9), constitué de débris plus ou moins grossiers, et la présence d' Amphioxus en seraient les arguments.

Un développement de cette étude sera orienté vers la prospection systématique des hauts fonds des deux rives pour délimiter ce peuplement à affinité océanique.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

FAUVEL P., RULLIER F. (1957).- Nouvelle contribution à la faune des Annélides Polychètes du Sénégal. (Première partie). Bull. I.F.A.N., T. XIX, série A, n°: 1 : 24-96.

FAUVEL P., RULLIER F. (1957).- Nouvelle contribution à la faune des Annélides Polychètes du Sénégal, (Deuxième partie). Bull. I.F.A.N., t. XIX, série A, n° 2 : 373-399.

KNUDSEN J. (1956).- Marine Prosobranchs of Tropical West Africa. Atlantide Report, n° 4 :7-110, 4pl.

NICKLES M. (1950).- Mollusques testacés marins de la côte occidentale d'Afrique. Lechevalier éd., Paris : 269 p. 464 fig.

NICKLES M. (1955).- Scaphopodes et Lamellibranches récoltés dans l'Ouest africain. Atlantide Report, n° 3 : 93-237, 9 pl.

WEBB J. E. (1956).- Cephalochordata of the Coast of Tropical West Africa. Atlantide Report, n° 4 : 167-182.

QUESTIONS - DISCUSSIONS

Mr. KORNPROBST pose une question sur l'abondance des éponges.

Réponse. Ce groupe systématique est surtout installé sur des substrats durs et ce type de fond offre peu de supports favorables en dehors des coquilles mortes et des racines de palétuviers. Au cours de ce travail aucun échantillon n'a été récolté.

M. ZABI fait part d'une méthode mise au point par LELOEUFF et INTES dans la lagune d'Abidjan qui permet de définir la valeur centrale dans la répartition faunistique. Il souligne l'importance des connaissances de la faune benthique dans les études d'incidence des pollutions diverses.

D. ETUDE DES HERBIERS DES EMBOUCHURES DU SALOUM ET DU DIOMBOSS (11)

I. BUT DE L'ETUDE

Dans toutes les mers du monde, les herbiers jouent un rôle écologique très important partout où ils se trouvent. C'est ainsi que de toutes les formations végétales, les herbiers à Posidonies de Méditerrannée sont celles qui produisent le plus d'oxygène au m2. De plus, ces herbiers constituent les lieux de ponte souvent exclusifs de nombreuses espèces animales parmi lesquelles beaucoup de poissons. Dans de nombreux pays, ces herbiers régressent, ce qui perturbe la reproduction de certains poissons d'importance économique et entraîne une diminution de leur pêche. Enfin, les herbiers jouent un rôle important dans la fixation des sédiments marins.

De vastes herbiers marins se rencontrent dans la région du Saloum et il nous a paru important de les cartographier.

II. LIMITES DE L'ETUDE

Les herbiers marins, à la différence de ceux de Méditerrannée, ont un étagement d'amplitude verticale assez restreinte. On ne les rencontre jamais à une plus grande profondeur que 2,5 m à Ngor et 0,7 m dans la région du Saloum. Au cours de cette étude, ce sont essentiellement les estuaires du Saloum et du Diomboss ainsi que la côte entre ces estuaires et l'embouchure du Bandiala qui ont été étudiés. En dehors de cette zone, seul le marigot entourant l'île de Guier a été parcouru. La découverte d'herbes marines dans ce marigot au cours de cette étude doit nous amener à corriger l'idée préconçue que seules les zones directement en contact avec la mer pouvaient abriter une population d'herbes marines. Une étude plus systématique des marigots doit nous permettre de déterminer jusqu'à quelle distance de la mer de telles formations peuvent se rencontrer.

III. TECHNIQUES D'ETUDE

A notre connaissance, les herbiers ne s'étendent pas au-delà de 70 cm de profondeur à marée basse et il est possible de les repérer, à travers l'eau, à partir d'une pirogue. Nous avons travaillé à marée basse ou à marée mi-haute et il a été possible de récolter des échantillons sans avoir à plonger. La détermination des espèces a été effectuée sur place. Des photographies aériennes ont été prises à marée basse. Avec les films utilisés, Kodakchrome 64 et Kodacolor II, les herbes marines apparaissent vertes alors que les feuilles mortes de palétuviers paraissent brunes ce qui permet de les distinguer. Une confusion entre les herbiers marins et certaines algues vertes est théoriquement possible, mais, ces dernières étant très peu représentées dans la région, ceci ne peut significativement changer les résultats.

IV. RESULTATS

La figure 42 montre l'emplacement des stations et la nature des herbiers recontrés. Le tableau 31 donne les limites verticales des différents herbiers à chaque station ainsi que les algues rencontrées. La figure 43 montre la localisation et une estimation de la densité des herbiers répertoriés par photographie aérienne.

V. CONCLUSIONS

Les observations effectuées au cours de cette courte mission sont trop fragmentaires pour que l'on puisse en tirer des conclusions générales définitives. On peut cependant tenter de faire la synthèse d'un certain nombre d'observations. D'une façon générale :

- Diplanthera wrightii et Cymodocea nodosa se rencontrent souvent sur les mêmes lieux. Diplanthera occupe cependant des aires plus vastes et se rencontre plus fréquement que Cymodocea .

- Diplanthera occupe un étage d'amplitude verticale moyenne supérieure à celle de Cymodocea, bien que les limites verticales extrêmes occupées par ces 2 espèces soient assez proches, respectivement :
  - 0,7 m/+0,05 m et -0,7m/0 m.

---

(11) Chapitre rédigé par M. MOLLION, Ecole des Pêches, Thiaroye. Communication présentée au cours de la Session 3 du Séminaire.

Herbe marine / N° station	Diplanthera wrightii	Cymodocea nodosa	Algues
St 1	- 0,5 m		
St 2	-0,7 -0,2	- 0,3	Hypnea musciformis Acantophora specifera Gracilaria
St 3	-0,7 -0	- 0,7	Hypnea musciformis Acantophora specifera Gracilaria
St 4	-0,1 -0	-0,1 0	
St 5		profondeur non précisée	Acanthophora specifera
St 7	-0,5 -0,3	-0,5 -0,3	Acanthophera specifera
St 8		-0,5 -0,3	Acanthophera specifera
St 9		-0,1	
St 10			Hypnea musciformis
St 12			Acantophora specifera Hypnea
St 13	-0,5 0	-0,1 0	
St 14	-0,3 +0,5		
St 15	-0,5 -0,3		
St 17			Acantophera specifera
St 18	-0,1 +0,05		Acantophera specifera
St 20	-0,5 +0,05	-0,3 -0,2	

Aucune herbe marine ni algue n'a été trouvée aux stations n° 6, 11, 16, 19.

Tableau 31 : Profondeur limite des herbiers aux différentes stations.

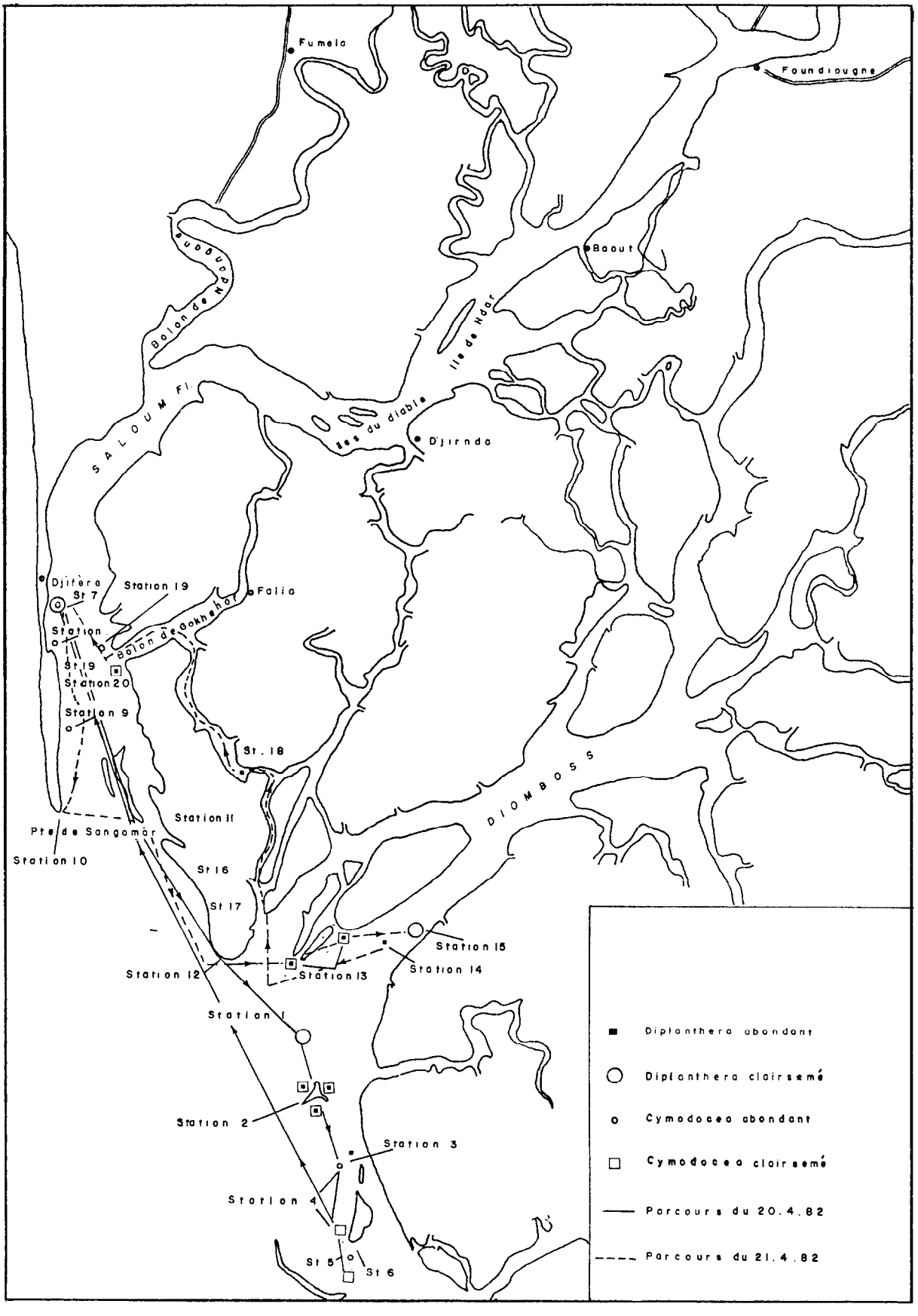


Figure 42 : Herbiers - Secteurs étudiés.

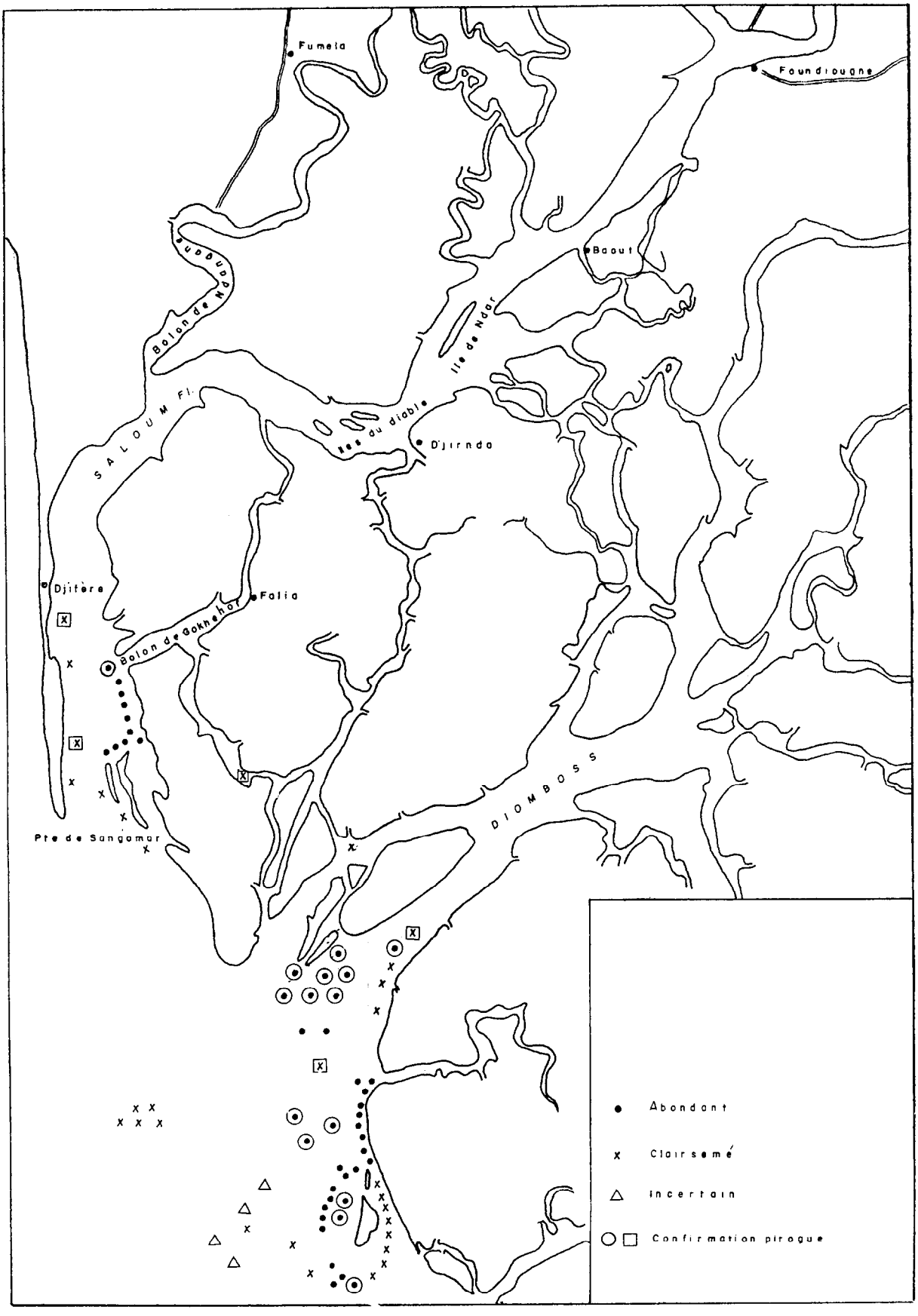


Figure 43 : Cartographie des herbiers.

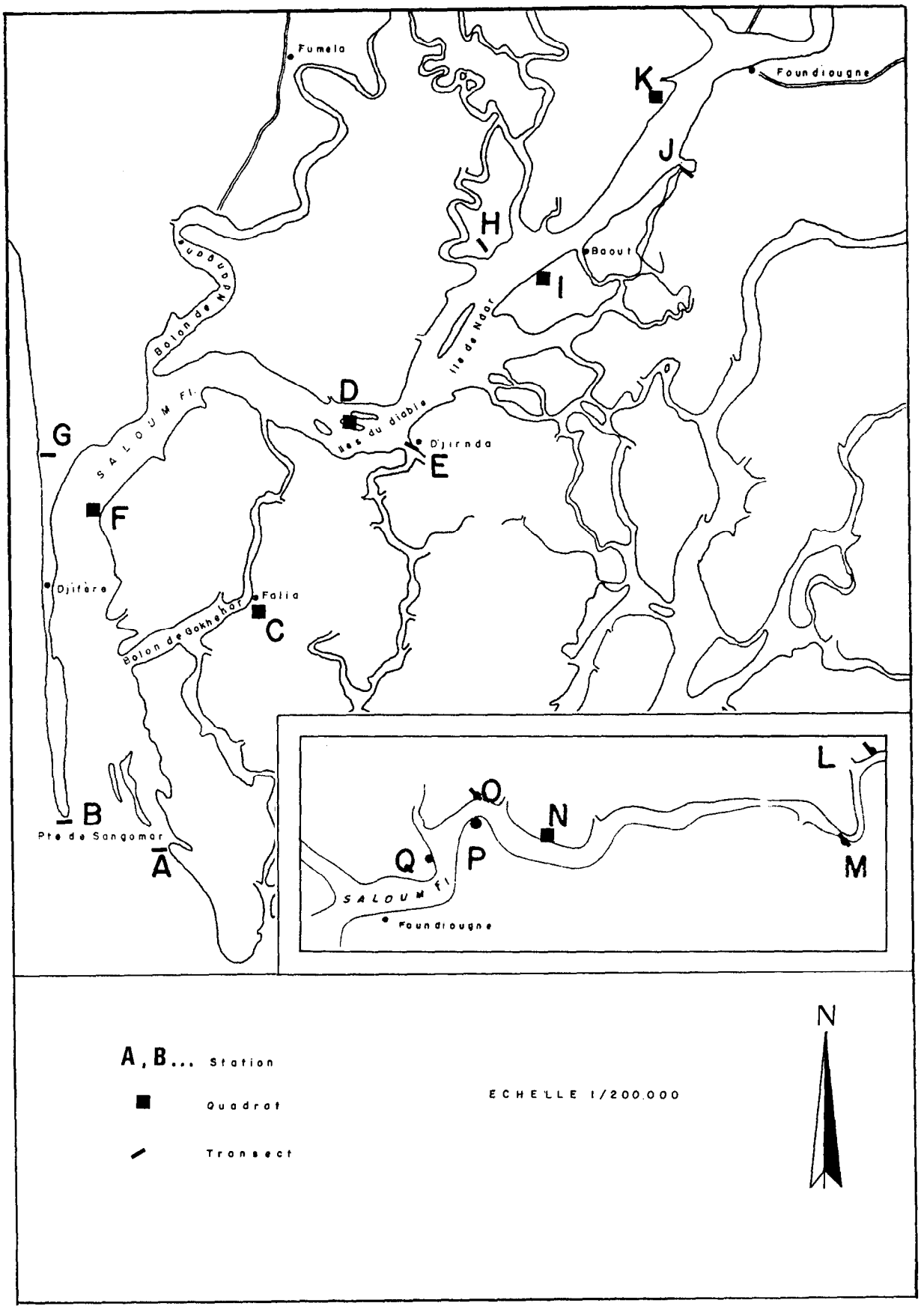


Figure 44 : Situation de la zone d'étude (Phytosociologie).

- Diplanthera et Cymodocea croissent de préférence dans des zones pas trop battues où il n'y a pas d'accumulation de feuilles de palétuviers.

- Diplanthera a été trouvée en faible quantité sur un banc sableux au milieu d'un marigot relativement isolé de la pleine mer. Il n'est pas à exclure que des herbes marines puissent occuper des surfaces non négligeables dans des marigots situés loin en amont des zones étudiées. Il serait utile d'explorer un peu mieux ces régions dans une prochaine étude.

QUESTIONS - DISCUSSION

L'auteur fait remarquer qu'il n'y a pas eu d'étude particulière sur le rôle de l'évaporation, mais affirme que le Diplanthera semble pouvoir mieux supporter l'exposition au soleil que Cymodocea .

Par ailleurs il cite le cas d'oeufs de seiches rencontrés sur les herbiers du Saloum, mais ne peut affirmer l'existence d'une association avec des poissons particuliers.

E. ETUDE FLORISTIQUE DES MANGROVES DU SALOUM (12)

OBJECTIFS ET METHODES

Les zones estuariennes et les mangroves de la région du Sine Saloum ont fait l'objet de très peu d'étude jusqu'à nos jours en dehors de celles de C. MARIUS (1972, 1975, 1977). Pourtant, ce sont des zones qui méritent plus d'attention car elles détiennent des richesses végétales, fauniques (terrestres et aquatiques) parfois insoupçonnées.

Objectifs de l'étude

- Répartition des espèces végétales de la mangrove.

- Etude de la dynamique de la mangrove.

- Etude de la structure de la mangrove.

Méthodologie d'étude

1. Cheminements et choix des stations

Les sites de collecte des informations ont été déterminés suivant leur représentativité le long du fleuve Saloum (fig. 44).

2. Collecte des données

Aux points de sondage, des informations aussi complètes que possible ont été recueillies. Des fiches de collectes de données ont été conçues à cet égard.

- Localisation de la station et date.

- S'il s'agit de quadrat :

- surface inventoriée : elle a été de
  5 m x5m,
  10 m x 10 m,
  25 m x 25 m ou
  50 m x 50 m.

Tout dépend de la représentativité du quadrat.

* Espèces recensées
* Hauteur des dominants
* Hauteur moyenne
* Circonférence moyenne
* Etat phénologique des espèces forestières
* Etat sanitaire
* Regénération
* Autres observations.

- Des transects ont été faits. Toutes les espèces rencontrées ont été prelevées. On a également noté d'autres observations.

1. REPARTITION DES ESPECES

L'inventaire des espèces rencontrées et leur répartition seront présentés transect par transect dans un ensemble de figures (figures 48 à 55) commentées.

STATION A (figure 45)

On rencontre d'abord Rhizophora mangle qui est en bordure de l'eau. Il est suivi d' Avicennia africana formant d'abord un peuplement pur puis lorsque l'on s'éloigne de la rive, il va disparaître progressivement au profit de Laguncularia racemosa . Celui-ci devient à son tour dominant et quand on s'éloigne davantage de la rive Conocarpus erectus s'installe.

Sous les Avicennia africana , on remarque un tapis de Sesuvium portulacastrum dense en association avec le Paspalum vaginatum .

Puis, en retrait, Sesbania pachycarpa prend le relais.

On a remarqué le passage de feux ce qui influence à coup sûr la composition de la strate herbacée.

STATION B (figure 46)

Sur la dune maritime, les principales espèces sont :

- Callotropis procera

- Ipomea pes-caprae

- Alternanthera maritima

---

(12) Chapitre rédigé par :
L. DIATTA, Direction des Eaux, Forêts et Chasses, Dakar.
A. BODIAN, Direction des Eaux, Forêts et Chasses, Dakar.
D. THOEN , Institut des Sciences de l'Environnement, Dakar.
Communication présentée par L. DIATTA au cours de la Session 3 du Séminaire.

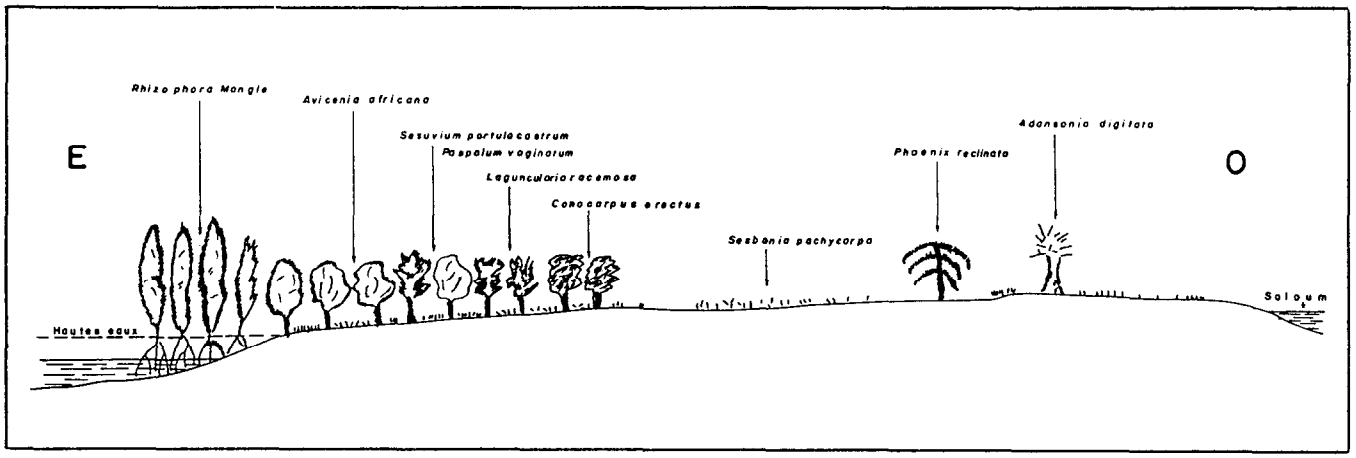


Figure 45 : Inventaire des espèces du transect A.

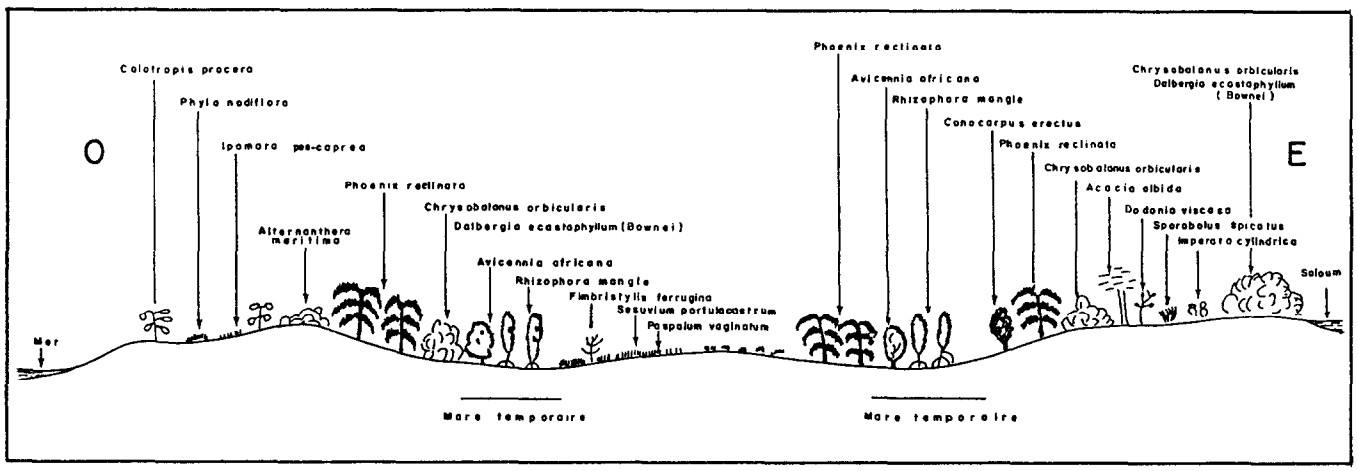


Figure 46 : Inventaire des espèces du transect B.

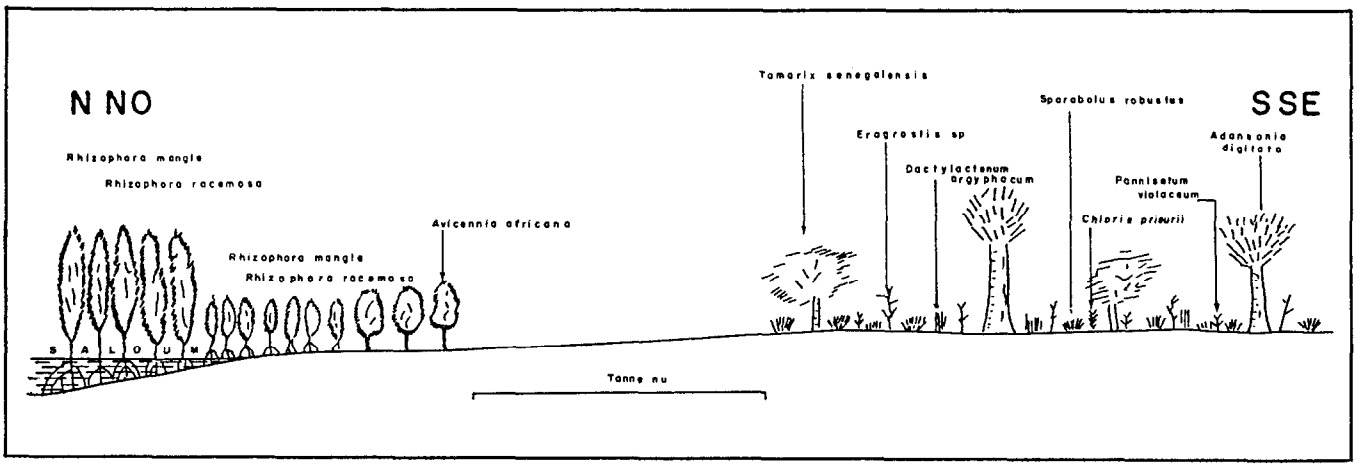


Figure 47 : Inventaire des espèces du transect E.

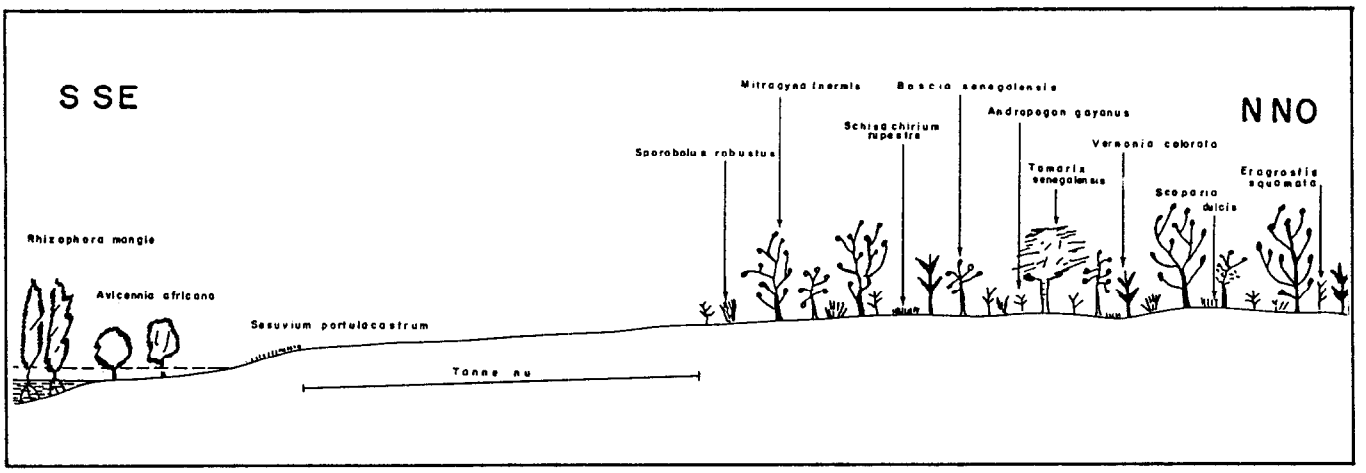


Figure 48 : Inventaire des espèces du transect H.

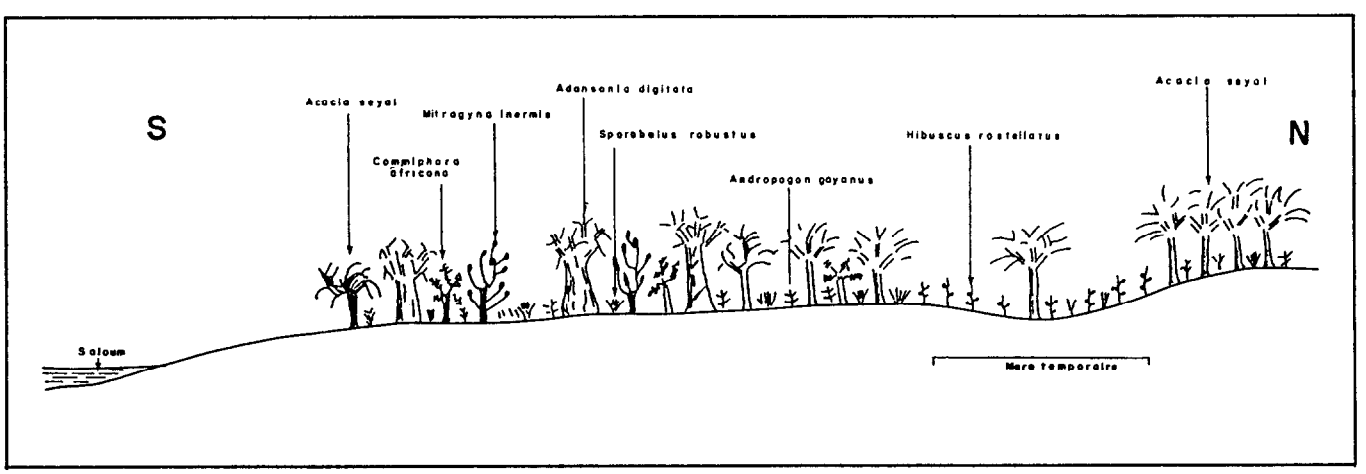


Figure 49 : Inventaire des espèces du transect L.

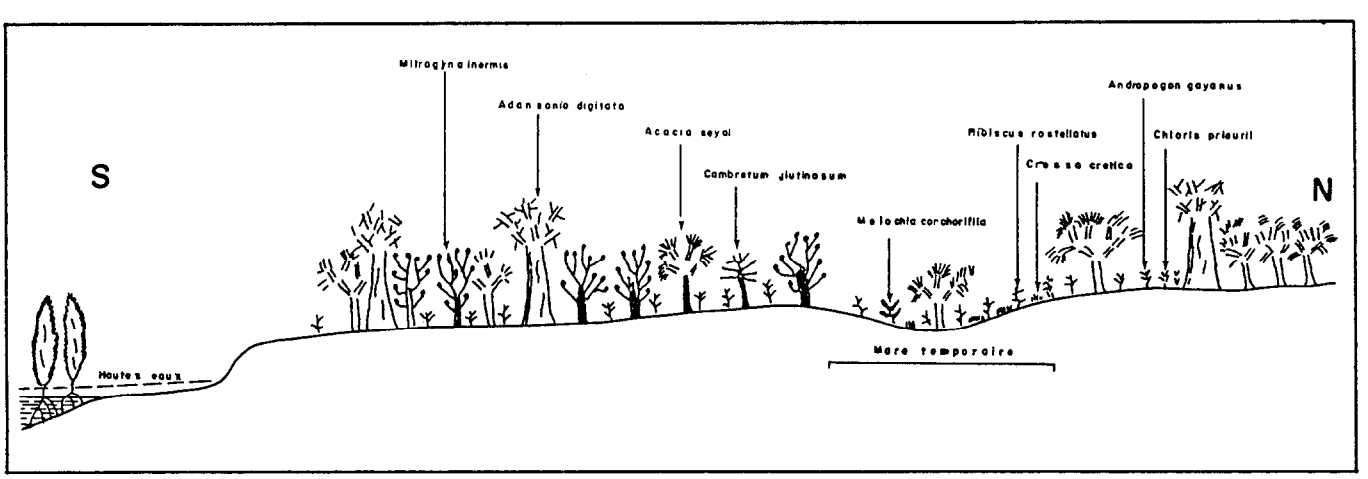


Figure 50 : Inventaire des espèces du transect O.

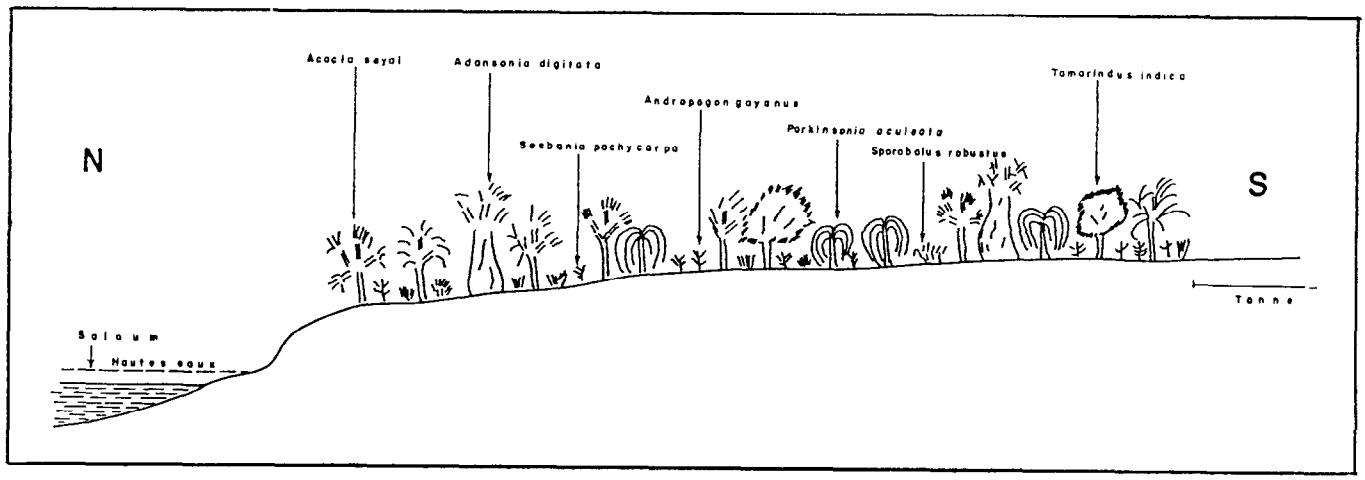


Figure 51 : Inventaire des espèces du transect M.

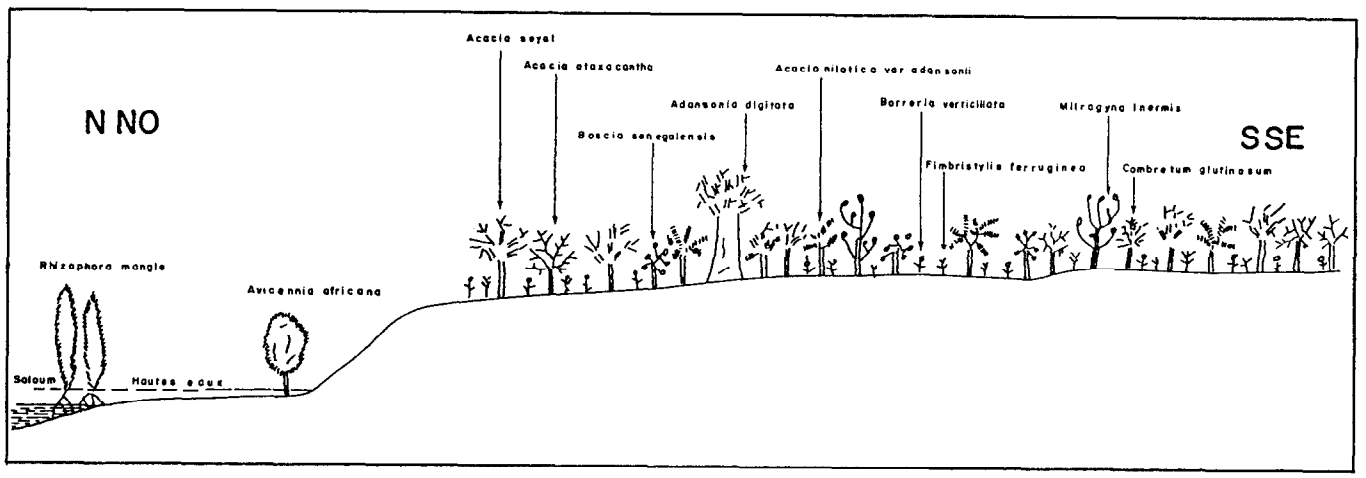


Figure 52 : Inventaire des espèces du transect J.

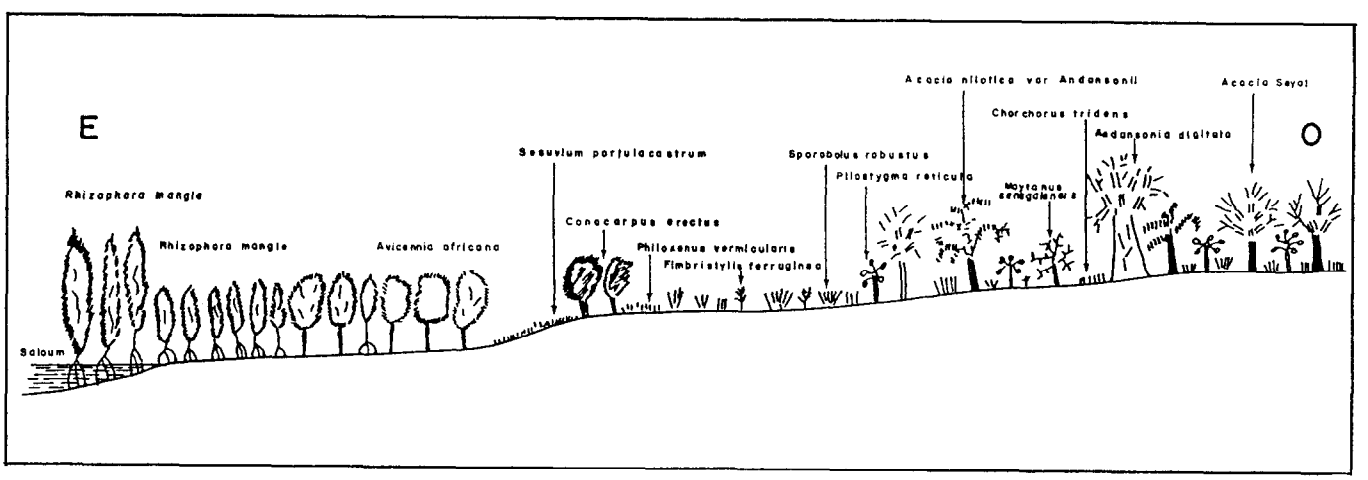


Figure 53 : Inventaire des espèces du transect G.

- Phyla nodiflora

- Scirpus maritimus

Dans les dépressions (mares), le Phoenix reclinata s'installe sur les talus et dans la vasière, et on note la végétation caractéristique de la mangrove, à savoir : Rhizophora mangle, Avicennia africana avec un tapis de Sesuvium portulacastrum et de Paspalum vaginatum .

Sur le cordon sableux, il y a une dominance d' Acacia albida avec une strate herbacée composée principalement de Sporobolus spicatus.

Sur la côte sableuse du Saloum, Dalbergia ecastaphyllum (Bownei) accompagné de Chrysobalanus orbicularis sont les espèces dominantes. Les espèces suivantes y sont également remarquables :

- Scaevola plumeri
- Canavalra rosea
- Alternanthera maritima
- Ipomea pes-caprae
- Sueda maritima
- Phyla nodiflora

STATION E (Figure 47)

Un vaste tanne nu sépare la mangrove du tanne herbu où Tamarix senegalensis et Adansonia digitata forment l'essentiel de la végétation ligneuse. La strate herbacée est composée pricipalement de : Sporobolus robustus , Eragrostis sp ., Dactyloctenium aegyptium , Chloris prieurii , Pennisetum violaceum.

Au niveau de la végétation de la mangrove, on a noté une très bonne régénération de Rhizophora mangle et Rhizophora racemosa .

STATION H (Figure 48)

Rhizophora mangle occupe une bande très étroite suivi de Avicennia africana très lâchement dispersé.

Un immense tanne sépare la mangrove d'une autre formation végétale. Il apparaît beaucoup plus à l'intérieur un paysage dominé par Mitragyna inermis et Vernonia colorata accompagnées par Boscia senegalensis . La strate herbacée est dominée par les graminées : Sporobolus robustus , Andropogon gayanus , Eragrostis squamata , Scoparia dulcis .

Sur les sillons des champs en jachère, on a particulièrement remarqué : Hygrophila senegalensis , Dactyloctenium aegyptium , Schisachyrium rupestre , Scoparia dutsis .

STATION L (Figure 49)

Ce paysage est dominé par Acacia seyal et Commiphora africana qu'accompagnent Adansonia digitata et Mitragyna inermis .

Sporobolus robustus et Andropogon gayanus , très abondants, forment l'essentiel du couvert herbacé.

Les dépressions (mares asséchées) sont essentiellement envahies par Hibiscus rostellatus .

STATION O (Figure 50)

Les Rhizophora mangle occupent une bande étroite (moins de 3 mètres de large).

Le paysage est caractérisé par la présence de Mitragyna inermis , Acacia seyal , Combretum glutinosum et Adansonia digitata . Vers l'intérieur, Acacia seyal prend le pas sur les autres espèces pour coloniser ensuite le paysage.

La strate herbacée est dominée par Andropogon gayanus et Chloris prieurii .

Dans les dépression, il y a abondance de Hibiscus rostellatus , Melochia corchorifolia , Cressa cretica .

STATION M. (Figure 51)

Les principales espèces ligneuses sont :

- Acacia seyal

- Parkinsonia aculeata

- Tamarindus indica

Elles sont parfois accompagnées d' Adansonia digitata . La strate herbacée est surtout composée de:

- Andropogon gayanus

- Sporobolus robustus

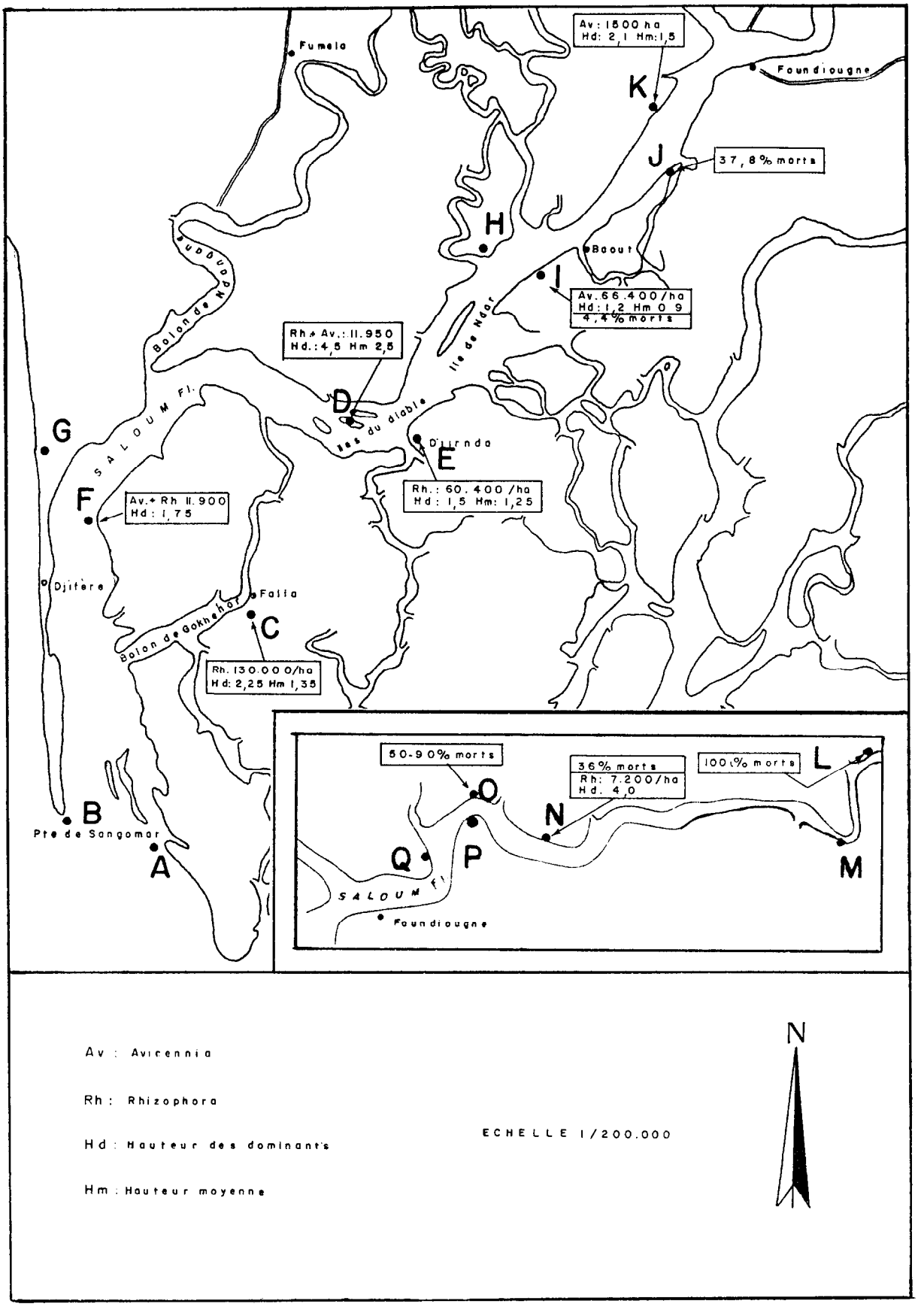


Figure 54 : Mesures réalisées aux stations d'étude phytosociologique.

STATION J (Figure 52)

Les Rhizophora mangle occupent une bande très étroite (environ 3 mètres de large) sur un sol sablo-vaseux. On note la présence de quelques pieds de Avicennia racemosa .

Cette végétation très maigre des mangroves est suivie par un paysage à Acacia (Acacia seyal , Acacia nilotica var. Adansonii et Acacia ataxacantha) à Boscia senegalensis et à Combretum glutinosum . Ce groupement est accompagné par le Mitragyna inermis et Adansonia digitata . La strate herbacée est caractérisée par Borreria verticillata , Fimbristylis ferruginea et Chloris prieurii .

STATION G (Figure 53)

Les végétaux ligneux des mangroves (pricipalement Rhizophora mangle et Avicennia africana) occupent une très large bande (environ 60 mètres) où beaucoup de sujets sont jeunes. Un peu à l'écart, on note le Conocarpus erectus sous lequel il y a un abondant tapis de Sesuvium portulacastrum , Philoxerus vermicularis . Plus à l'intérieur, c'est à dire quand on s'éloigne des berges, l'essentiel de la strate herbacée est composé de Sporobolus robustus , Corchorus tridens et de Fimbristylis ferruginea à un moindre degré. La strate ligneuse est formée principalement par le groupement : Acacia (Acacia seyal , Acacia nilotica var. adansonii) et Piliostigma reticulata accompagné de Adansonia digitata .

2.RESULTATS DES MESURES SUR LES QUADRATS DANS LES PEUPLEMENTS LIGNEUX

Les données collectées au niveau des quadrats sont reportées dans le tableaux 32 et dans la figure 54.

Si nous considérons les stations C, F, D, E, qui se localisent dans la mangrove basse, nous constatons que la régénération y est très bonne dans l'ensemble, les individus sont bien venants. Le taux de mortalité y est nul et dans toutes ces stations, le sol, de couleur gris sombre, est très vaseux.

Nous avons effectué dans la station D un inventaire forestier complet. Des histogrammes de fréquence ont été dressés sur la base de ces

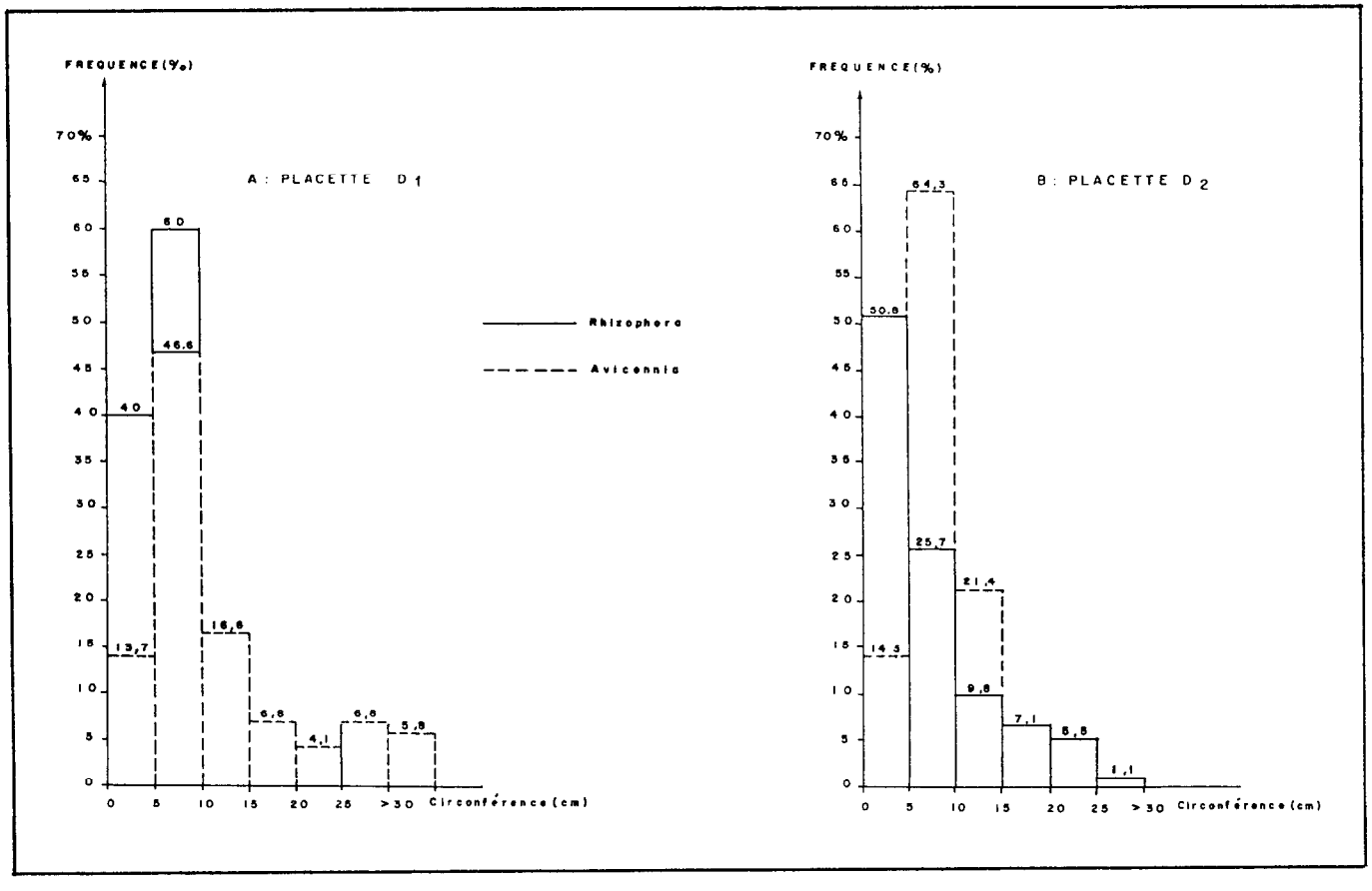


Figure 55 : Histogrammes de fréquence.

Station	Espèce	Age	surface en m2	Nbre de plants/ha	Hauteur des dominants	Hauteur moyenne (m)	Circonférence moyenne (m)	% morts
C	Rh.m.	régénération	25	130 000	2,25	1,35	4,2	0
D1	Av.a.	adultes	100	7 200	4,25	2,50	12,8	0
	Rh.m.	-	-	500	-	-	6,8	
				7 700				
D2	Rh.m.	adultes	100	13 800	4,0	-	5,9	0
	Av.a.	-	-	1 400	-	-	7,7	
				15 200				
E	Rh.m.	régénération	25	60 400	1,5	1,25	-	0
	Rh.r.							
F	Av.a.	jeunes	100	11 900	1,75	-	-	0
I	Av.a.	régénération	25	63 §00	1,20	0,90	-	4,4
K1	Av.a.	adultes?	625	866	2,25	1,50	-	59,6
K2	Av.a.	adultes?	100	2 100	2,0	1,50	-	19
N	Rh.m.	jeune	25	7 200	-	-	-	36,4

Tableau 32 : Nombre de plants à l'hectare et mesures des palétuviers

Rh.m. = Rhizophora mangle
Rh.r. = Rhizophora racemosa
Av.a. = Avicennia africana

résultats. Ainsi :

- Pour la placette D1 (figure 55 A) l'espèce dominante est Avicennia africana . L'étude de la distribution montre qu'elle est définie par la fonction exponentielle suivante :

$$Y = 549{,}84\ x^{-151} \text{ avec } r^2 = 0{,}83.$$

- Pour la placette D2 (figure 55 B) l'espèce dominante est Rhizophora racemosa . La distribution est également définie par une fonction exponentielle :

$$Y = 131{,}23\ x^{-0{,}14} \text{ avec } r^2 = 0{,}94.$$

Ces deux distributions sont caractéristiques de la futaie jardinée. L'éventail des classes de diamètre est large et le nombre d'arbres diminue lorque l'on passe d'une classe de diamètres à une autre du fait de la concurrence (sélection naturelle).

Dans les stations N et K, on enregistre un taux de mortalité très élevé : 36 % en moyenne, avec une densité faible par rapport aux autres stations. La station I située plus en aval est meilleure, on y note une bonne régénération (63.600 plants/ha contre 4,4 % seulement comme taux de mortalité.)

3. LES FORMATIONS VEGETALES

A la lumière des résultats globaux, plusieurs types de formations végétales peuvent être distingués :

3-1. Les formations végétales typiques de la mangrove à vasière

Rhizophora mangle et Rhizophora racemosa , toujours en bordure, soumis à l'action des marées.

Avicennia africana situé à l'arrière plan des Rhizophora est également soumis à l'action des marées mais de façon moindre. Et un peu plus en retrait, on trouve Laguncularia racemosa soumis aux très hautes marées. Le Conocarpus erectus se localise sur la terre ferme.

A la limite des hautes eaux, on a souvent remarqué l'installation d'un tapis de sesuvium portulacastrum , Paspalum vaginatum et Philoxerus vermicularis .

3-2. Le tanne herbu

Il est à la limite du tanne nu et se caractérise principalement par :

- Tamarix senegalensis
- Adansonia digitata
- Andropogon gayanus
- Sporobolus robustus
- Sphaeranthus senegalensis

3-3. La steppe arbustive

La végétation est essentiellement composée :

- pour la végétation ligneuse par :

- Acacia seyal
- Adansonia digitata
- Mitragyna inermis
- Commiphora africana
- Combretum glutinosum
- Bosica senegalensis
- Tamarindus indica

- pour la strate herbacée par:

- Sporobolus robustus
- Andropogon gayanus
- Hygrophila senegalensis
- Sphaeranthus senegalensis
- Hibiscus rostellatus (dans les dépressions)
- Chloris prieurii

3-4. Végétation du cordon sableux (Sangomar)

- Dalbergia ecastaphyllum
- Chrysobalanus orbicularis
- Scaevola plumerii
- Canavalia rosea
- Ipomea pes-caprae
- Sueda maritima
- Phyla nodiflora

3-5. Végétation des dunes maritimes (Sangomar)

- Calotropis procera
- Ipomea pescaprea
- Alternanthera nodiflora
- Scirpus maritimus

3-6. Végétation des cuvettes (dépressions - Sangomar)

Sur les talus :

- Phoenix reclinata

Dans la vasière, on note la mangrove avec son cortège d'espèces caractéristiques : Rhizophora mangle , Avicennia africana avec un tapis de Sesusium portulacastrum et Paspalum vaginatum .

N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Mangrove basse							Mangrove moy.				Mangrove haute					
N° de la station	A	B	C	F	G	D	E	H	I	J	K	Q	P	O	N	M	L
Rhizophora mangle	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			
Rhizophora racemosa					+		+								+		
Conocarpus erectus	+	+	+		+	+									+		
Avicennia africana	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+		
Laguncularia racemosa	+	+															
Dodonea viscosa	+	+															
Maytenus senegalensis	+	+			+												
Phoenix reclinata	+	+			+												
Sophora occidentalis	+																
Caesalpinia bonduc	+																
Chrysobalanus orbicularis		+															
Dalbergia ecastaphyllum		+															
Scaelova plumeri		+															
Calotropis procera		+															
Acacia albida		+															
Adansonia digitata	+		+		+		+			+				+		+	+
Acacia seyal			+		+					+				+		+	+
Piliostigma reticulata			+		+					+							
Tamarindus indica			+							+						+	
Dischrostachys glomerata			+														
Gossypium barbadense				+			+										
Acacia nilotica v.adansoni					+					+							
Fagara leprieuri					+												
Tamarix senegalensis							+	+									
Boscia senegalensis							+		+								
Mitragyna inermis								+		+							
Vernonia colorata								+									
Acacia ataxacantha									+	+							
Capparis decidua									+							+	
Comiphora africana									+							+	+
Combretum glutinosum								+								+	
Boscia senegalensis												+					
Combretum aculeatum													+				
Cadaba farinosa													+			+	
Maerua angolensis																+	
Parkinsonia aculeata																+	
Borassus flabellifer															+		
Boscia salicifolia																+	
Sterculia setigera																	+

Tableau 33 : répartition des espèces ligneuses en fonction de la distance de l'embouchure.

N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
N° de la station	Mangrove basse							Mangrove Moy.				Mangrove haute					
	A	B	C	F	G	D	E	H	I	J	K	Q	P	O	N	M	L
Paspalum vaginatum	+				+	+											
Sesuvium portulacastrum	+	+			+	+		+									
Sesbania pachycarpa	+				+					+							
Sphaeranthus sénégalensis		+	+							+						+	+
Philoxerus vermicularis		+					+										+
Sporobolus robustus					+		+	+						+		+	+
Agrophila senegalensis			+				+	+		+							+
Chloris prieurii							+			+				+			
Dactyloctenium aegyptium							+	+						+			
Andropogon gayanus														+		+	+
Sporobolus spicatus		+															

Tableau 34 : répartition des espèces herbacées en fonction de l'éloignement de l'embouchure.

4. REPARTITION DES ESPECES EN FONCTION DE L'ELOIGNEMENT DE L'EMBOUCHURE

4-1. Distribution des espèces ligneuses dans les stations prospectées (tableau 33).

4-2. Distribution des especes herbacees principales dans les stations prospectées (tableau 34)

4-3. Commentaires

Dans l'ensemble, les espèces des mangroves à l'exception de Rhizophora racemosa et Laguncularia racemosa se retrouvent tout le long du parcours (itinéraire suivi) bien que leur importance varie d'une station à une autre.

Les espèces du cordon sableux (pointe de Sangomar) sont évidemment très limitées dans l'espace.

Adansonia digitata et Acacia seyal sont bien représentées dans la zone d'étude car ces espèces sont présentes dans au moins six des stations prospectées.

Phoenix reclinata , Maytenus senegalensis , Sophora occidentalis et Caesalpinia bonduc ne sont rencontrées que dans la mangrove basse. Alors que dans la mangrove basse et moyenne comme l'espace occupée par les tannes herbus est largement supérieur à celui occupée par les vasières à mangrove on y note principalement des espèces telles que :

- Commiphora africana
- Boscia senegalensis
- Mitragyna inermis
- Acacia ataxacantha
- Combretum glutinosum
- Carparis decidua
- Cadaba farinosa

En ce qui concerne les espèces herbacées, à l'exception de celles typiques de la mangrove à vasière (Paspalum vaginatum , Sesuvium portulacastrum et Philoxerus vermicularis), beaucoup d'espèces se retrouvent aussi bien dans les mangroves basse et moyenne que dans la mangrove haute. Il s'agit notamment de :

- Sphaeranthus senegalensis
- Sporobolus robustus
- Hygrophyla senegalensis
- Andropogon gayanus
- Chloris prieurii

5. LISTE DES ESPECES RENCONTREES

- Acanthaceae

Blepharis maderaspatensis
Nelsonia canescens
Peristrophe bicalyculata

Amaranthaceae

Alternanthera maritima
Achyranthes aspera
Philoxerus vermicularis

Araceae

Ammorphophalus consimilis

Asclepiadaceae

Leptadenia hastata
Pentatropis spiralis

Asteraceae

Blumea aurita
Spheranthus senegalensis
Veronica colorata

Verbenaceae

Avicennia africana
Phyla nodiflora

Bombacaceae

Adansonia digitata

Burseraceae

Commiphora africana

Caesalpiniaceae

Caesalpinia bonduc
Cassia sieberiana
Parkinsonia aculeata
Tamarindus indica

Capparidaceae

Boscia salicifolia
Boscia senegalensis
Cadaba farinosa
Capparis decidua
Mearua angolensis

Casuarinaceae

Casuarina equisetifolia

Chenopodiaceae

Suaeda maritima

Combretaceae

Combretum aculeatum
Combretum glutinosum
Laguncularia racemosa

Convolvulaceae

Cressa eretica
Ipomaea pes-caprae
Ipomaea stolonifera
Merremia cf tridentata

Cyperaceae

Cyperus articulatus
C. cf digitatus
C. maritimus
Fimbristylis ferruginea
Heleocharis cf mutata
Scirpus sp .

Fabaceae

Aeschynomene indica
Canavalia rosea
Dalbergia escastaphylum
Indigofera suffructicosa
Indigofera sp cf pulchia
Stylosanthes mucronata
Sesbania pachycarpa
Sophora occidentalis
Zornia glochidiata

Goodeniaceae

Scaevola plumeri

Lauraceae

Cassytha filiformis

Liliaceae

Asparagus africanus

Loranthaceae

Tapinanthus bangwensis

Malvaceae

Gossypium barbadense
Hibiscus rostellatus

Mimosaceae

Acacia albida
Acacia ataxacantha
Acacia nilotica v. adansoni
Acacia senegalensis
Acacia seyal
Dichrostachys glomerata

Orchidaceae

Angraecum moloneyi

Palmaceae

Borassus flabellifer
Phoenix reclinata

Poaceae

Andropogon gayanus
Aristida sp .
Chloris prieurii
Ctenium villosum
Cymbopogon giganteus
Dactyloctenium aegyptium
Digitaria sp .
Echinochloa colona
Echinochloa pyramidalis
Eragrostis squamata
Eragrostis sp .
Imperata cylindrica
Paspalum vaginatum
Panicum sp .
Pennisetum violaceum
Schizachyrium saguineum
Schizachyrium ruspestre
Sporobulus robustus
Sporobulus spicatus

Ficoideae

Sesuvium portulacastrum

Rhizophoraceae

Rhizophora mangle
Rhizophora racemosa

Rubiaceae

Borreria verticicillata
Borreria sp. filifolia
Mitragyna inermis
Pavetta sp.

Rutaceae

Faraga leprieurii

Sapindaceae

Dodonaea viscosa

Scrofulariaceae

Scoparia dulcis

Simarubaceae

Maytenus senegalensis

Sphenocleaceae

Sphenoclea zeylanica

Sterculiaceae

Melochia corchorifolia
Sterculia setigera

Tamaricaceae

Tamarix senegalensis

Tiliaceae

Corchorus tridens

Typhaceae

Typha australis

6. ETUDE STATIQUE ET DYNAMIQUE DE LA MANGROVE

6-1. Etude statique

6-1-1. Etat phénologique

Rhizophora mangle et Rhizophora racemosa sont en pleine fructification.
Avicennia africana est en fin de floraison.

6-1-2. Etat sanitaire

Dans la mangrove basse, représentée grosso-modo par les stations A, C, F, G, D, et E, l'état sanitaire est très satisfaisant. En effet, nous n'y avons constaté aucune attaque de maladie, d'insectes. Aussi bien les feuilles que les troncs sont sains. Une bonne régénération y est également observée : une mangrove verdoyante.

Dans la mangrove moyenne (station I, H, J, K,) on commence à remarquer des Avicennia africana morts avec un taux de mortalité plus ou moins important suivant les stations. La largeur de la bande occupée par les Rhizophora se rétrécit parfois à 3 mètres. Il apparaît une sorte de chancre avec exsudation de gomme au niveau du tronc et des branches de Rhizophora mangle . On voit assez distinctement la couleur noir de fumée des organes atteints.

Au niveau des stations Q, P, O, N, L, et M (mangrove haute), la mangrove se réduit davantage avec un taux de mortalité des espèces sans cesse croissant. Elle disparaît complètement dans les stations les plus en amont (M, L,). Plus on progresse vers l'amont, plus il y a de chances que l'ourlet que constitue la mangrove le long du Saloum et des bôlons soit discontinu passant parfois de façon brutale des mangroves au tanne nu ou au tanne herbu. On note que les Avicennia africana sont le plus souvent très dépérissants. La régénération de Rhizophora mangle y est très faible voire inexistante. Le nombre d'individus atteint par le chancre décrit plus haut augmente. Un autre phénomène commence à se faire remarquer, c'est l'attaque très prononcée des feuilles de Rhizophora mangle par des cochenilles. Les feuilles ont également des taches jaunes plus ou moins importantes. La présence d'algues filamenteuses rouges sur les Rhizophora mangle a particulièrment attiré notre attention.

6-1-3. Les caractéristiques

La structure :

L'inventaire forestier effectué aux Iles du Diable (station D) nous a permis de connaître avec précision la structure du peuplement au niveau de cette station : il s'agit d'une futaie jardinée.

Nos observations au niveau de la mangrove basse nous ont fait constater qu'il y avait un large éventail des classes de diamètres.

Le couvert :

Le peuplement est clairsemé.

6-2. Etat dynamique

Plusieurs facteurs influencent cette évolution:

6-2-1. Facteurs écologiques

Le climat va évidemment beaucoup influencer la dynamique de la mangrove. C'est ainsi que la

récente période de sécheresse qui a frappé l'ensemble de la sous-région a entraîné une perturbation de ces écosystèmes fragiles que constituent les mangroves. En effet, la diminution notable de la pluviométrie et l'augmentation notable du temps d'ensoleillement (forte intensité) ont entraîné la détérioration du milieu en général (augmentation de la salinité, modification de la pédogenèse, diminutions des apports en particules sédimentaires fines, élévation de l'évapotranspiration, etc). Tous ces éléments ont, au bout de la chaîne, contribué dans une certaine mesure à la régression de la mangrove. Si ce phénomène se poursuit, il va sans dire que la mangrove sera de plus en plus affectée.

6-2-2. Facteurs anthropiques

La mangrove a été depuis déjà fort longtemps un milieu d'approvisionnement en produits ligneux source d'énergie et de bois de service pour les populations riveraines. Les forêts avoisinantes, qui jadis jouaient un rôle que l'on peut qualifier de tampon puisque fournissant une partie des produits ligneux utilisés, ont été durement éprouvées par la sécheresse tout comme les autres formations végétales d'ailleurs.

Au cours des différentes sorties effectuées, nous avons constaté la présence de zones, notamment dans la mangrove basse, où des exploitations ont été effectuées. Si cette tendance persiste, la mangrove (devenue un écosystème fragile) ne pourrait pas résister à une trop grande pression anthropique.

En dehors de la zone des "Niayes" (dépressions interdunaires que l'on rencontre notamment en bordure de la côte nord à l'arrière des dunes littorales depuis le Sud-Ouest du delta du Sénégal jusqu'à Dakar) l'exploitation des tourbes de la zone intertidale des mangroves du delta du fleuve Sénégal, du Sine Saloum et de la Casamance est prévue. L'exploitation des tourbes des mangroves n'est pas encore envisagée à l'échelle industrielle mais leur prospection géologique et minière de même que l'étude industrielle de leur utilisation vont être entamées sous peu. Si ce projet est maintenu dans ces zones, on pourrait s'attendre à une diminution notable de la superficie des mangroves au cours des prochaines années.

6-2-3. Facteurs accidentels

Nous avons vu que la mangrove - haute notamment - a fait l'objet des attaques d'une maladie (cf. paragraphe "Etat sanitaire"). Cette maladie ressemble fort à celle décrite par H. J. TEAS et R. J. MACWAN après leur étude sur les mangroves de la Gambie. Elle serait due au Cylindrocarpon didymum . Selon ces auteurs cette maladie est une des raisons fondamentales du taux très élevé de mortalité des Rhizophora. Cette maladie des forêts de mangroves de Gambie s'apparente également à celle qui sévit actuellement sur des mangroves des côtes de la Floride . Les auteurs prévoient la disparition d'une importante partie de la mangrove de Gambie à cause de cette maladie. Si la maladie observée dans la mangrove haute est celle qui sévit actuellement en Gambie, on pourrait s'attendre à une amplification des dégâts dans les mangroves du Sine-Saloum au cours des prochaines années.

A ce phénomène, s'ajoute une présence très marquée de cochenilles sur les feuilles de Rhizophora mangle dans la mangrove haute. Ceci constitue un facteur entravant également le bon développement physiologique des mangroves à Rhizophora .

7. CONCLUSIONS

L'étude a permis de définir les formation végétales de la zone parcourue. En effet, on y rencontre principalement :

- une végétation typique des mangroves
- un tanne herbu
- une steppe arbustive
- une végétation du cordon sableux (Sangomar)
- une végétation des dunes maritims (Sangomar)
- une végétation des cuvettes (Sangomar)

L'étude a également permis de rendre compte de l'état de la mangrove et de son évolution. Dans la mangrove basse, nous avons noté une bonne régénération dans l'ensemble alors que la mangrove haute est le reflet des conditions très difficiles imposées par les facteurs du milieu.

Ce travail pourrait être complété très utilement par une étude globale intéressant l'ensemble de la mangrove du Sine Saloum que l'équipe, faute de temps, n'a pu faire.

Suite à nos travaux, on peut se poser plusieurs questions :

Nous avons vu que la maladie décrite dans le paragraphe "Etat sanitaire" affecte plutôt la haute mangrove. Or, cette partie de la mangrove

du Sine Saloum a été très éprouvée par la sécheresse. Cette maladie est-elle consécutive à l'état de faiblesse de la mangrove dû à une dégradation des conditions du milieu? Les cochenilles observées sont-elles des vecteurs du premier ordre ou du second ordre ?

L'exploitation future des tourbes des mangroves va entraîner un certaine nombre de perturbations, écologiques notamment. Quels seront les impacts écologiques et socio-économiques de la disparition d'une partie importante de la mangrove ?

BIBLIOGRAPHIE

TEAS, H.D. et MACWAN, R.J. (1982). - An epidemic Dieback Gall disease of Rhizophora mangroves in Gambia, West Africa. Plant. Disease, 66, 6.

QUESTIONS - DISCUSSIONS

Mr. BODIAN, en complément, signale la présence d'une espèces exotique originaire de Malaisie, *ainsi que la rareté de* Rhizophora racemosa (présente à la station E seulement).

A propos de la dégradation de l'état sanitaire, elle est liée aux facteurs écologiques, mais également au taux élevé de sédimentation qui réduit le temps d'immersion.

L'auteur souligne l'absence d'études portant sur l'état sanitaire des essences autres que Rhizophora et Avicennia .

F. L'AVIFAUNE (13)

La mission de recherche ornithologique a été effectuée dans une portion de la zone comprise entre le Parc national des Iles du Saloum (PNDS) et le village de Djifère via Niodor et Dionewar, entre le 30 avril et le 4 mai 1982.

Cette période de l'année est cependant peu favorable à l'observation des oiseaux, l'avancement de la saison sèche ayant détruit une bonne partie du couvert végétal (feux de brousse, disparition de nombreux points d'eau douce). Par ailleurs, le gros de la population paléoarctique, hivernante ou simplement de passage, a déjà amorcé le voyage de retour vers les quartiers d'été.

Dans ce contexte, il était opportun de prospecter les côtes, de façon à recenser le maximum de migrateurs.

La liste commentée des espèces recensées est la suivante :

1°) Pélican gris (Pelecanus rufescens) : pratiquement observé du PNDS à Dionewar, mais peu nombreux ; huit sujets recensés.

2°) Grand Cormoran (Phalacrocorax carbo) : soixante et onze entre le PNDS et Niodor.

3°) Petit Cormoran (Phalacrocorax africanus) : quelques sujets aux mêmes lieux que ci-dessus.

4°) Héron gardeboeuf : très commun en savane, autour du bétail.

5°) Héron à dos vert : une seule donnée pour ce petit ardéidé de mangrove ; entendu à Missirah.

6°) Grande aigrette (Egretta alba) : un sujet à Missirah.

7°) Aigrette garzette (Egretta garzetta) : un peu partout sur les rives.

8°) Aigrette dimorphe (Egretta gularis) : plus communément rencontrée que l'espèce précédente : dix à Djifère même.

---

(13) Chapitre rédigé par B. NDAO, ornithologue. Non présenté en séance.

9°) Héron cendré (Ardea cinerea) : un seul sujet, d'ailleurs observé entre Missirah et l'Ile aux Oiseaux.

10°) Cigogne d'Abdim (Ciconia abdimi) : ce migrateur intra-africain venu du Sud de l'Equateur pour nicher de juin à octobre sur la Haute-vallée du Sénégal et la Falémé, a été observé en escale, à l'unité, au P.C. du PNDS.

11°) Flamant rose (Phoenicopterus ruber) : quatre-vingts adultes et vingt immatures entre l'Île aux Oiseaux et Niodor, augmentés de quarante autres adultes observés de Niodor à Djifère

12°) Vautour de Rüppel (Gyps reppellii) : commun entre Toubacouta et Missirah ; des nicheurs à Toubacouta.

13°) Percnoptère brun (Neophron percnopterus) : commun dans les villages riverains.

14°) Petit serpentaire (Polyboroides radiatus) : cinq au total, tous dans la mangrove.

15°) Circaète brun (Circaëtus cinereus) : un sujet en savane.

16°) Buse unibande (Kaupifalco monogrammicus) : un à Dassilamé.

17°) Milan noir (Milvus migrana parasitus) : çà et là dans les villages.

18°) Balbusard pêcheur (Pandion haliaëtus) : un entre l'Île aux Oiseaux et Niodor.

19°) Francolin commun (Francolinus bicolimus bicalcaratus) : banal en savane.

20°) Poule de rochers(Ptilopachus petrosus) : de petits groupes dans les broussailles.

21°) Pintade commune (Numida meleagris) : une au PNDS.

22°) Oedicnème du Sénégal (Burhinus senegalensis) : commun en bordure de mangrove.

23°) Huitrier-pie (Haematopus ostralegus) : quatorze sur l'Île aux Oiseaux.

24°) Vanneau armée (Vanellus spinosus) : commun au bord des eaux.

25°) Vanneau à tête noire (Vanellus tectus) : remplace le précédent en savane.

26°) Grand Gravelot (Charadrius hiaticula) : au moins trois à Missirah.

27°) Courlis corlieu (Numenius phaeopus) : très souvent observé par un, deux ou trois individus au long du trajet maritime.

28°) Barge à queue noire (Limosa limosa) : un à l'île aux Oiseaux.

29°) Chevalier aboyeur (Tringa nebularia) : un entre Missirah et l'île aux Oiseaux.

30°) Chevalier sylvain (Tringa glareola) : deux au total.

31°) Chevalier gambette (Tringa totanus) : au moins deux.

32°) Bécasseau variable (Calidris alpina): un en plumage de noces.

33°) Bécasseau minute (Calidris minuta) : cinquante à Missirah et quelques autres sujets épars entre cette localité et Djifère

34°) Chevalier combattant (Philomachus pugnax) : de petites bandes disséminées sur les rives.

35°) Avocette (Recurvirostra avosetta) : une trentaine entre Djifère et Keur Samba Dia.

36°) Mouette à tête grise (Larus cirrhocephalus) : pullule sur tous les ports de pêche ; des centaines de nicheurs sur l'île aux Oiseaux.

37°) Goéland railleur (Larus genei): au moins cinq cents couples nicheurs sur l'île aux Oiseaux ; pratiquement observé partout sur l'eau.

38°) Goéland brun (Larus fuscus) : un adulte à mi-chemin de l'île aux Oiseaux et de Niodor.

39°) Sterne Hansel (Gelochelidon nilotica) : un seul sujet sûrement identifié à Missirah.

40°) Sterne caspienne (Sterna caspia) : des centaines nichant sur l'Île aux Oiseaux.

41°) Sterne royale (Sterna maxima) : des milliers de couples nicheurs (stade ponte) sur l'Île aux Oiseaux.

42°) Sterne Caugek (Sterna sandvicensis) : deux à hauteur de Niodor.

43°) Sterne pierre-garin (Sterna hirundo) : des centaines de nicheurs à l'Île aux Oiseaux.

44°) Sterne naine (Sterne albifrons) : quatre pêchant entre l'Île aux Oiseaux et Djifère

45°) Guiffette noire (Chlidonias nigra) : un sujet nuptial près de Niodor.

46°) Guiffette leucoptère (Chlidonias leucoptera) : un sujet à Missirah.

47°) Ganga à quadruple collier (Pterocles quadricinctus) : entendu au PNDS.

48°) Pigeon de Guinée (Columbia guinea) : partout dans les villages.

49°) Tourterelle à collier (Streptopelia semitorquata) : entendue de temps à autre en bordure de mangrove.

50°) Tourterelle vineuse (Streptopelia vinacea) : commune mais pas abondante en savane.

51°) Tourterelle maillée (Streptopelia senegalensis) : commune dans les villages

52°) Tourterelle du Cap (Oena capensis) : commune en savane.

53°) Emerauldine à bec noir (Turtur abyssinica) : banale sans être abondante en bordure des lieux humides.

54°) Pigeon vert à front nu (Treron australis) :assez commun dans les figuiers, en forêt sèche.

55°) Pigeon vert à épaulette (Treron waalia) : troupes abondantes aux mêmes endroits que le précédent.

56°) Perroquet à tête grise (Poicephalus senegalus) : observé par paires, un peu partout.

57°) Perruche à collier (Psittacula krameri) : moins commune.

58°) Touraco violet (Musophaga violacea) : seulement au PNDS et rare.

59°) Touraco gris (Crinifer piscator) : très commun, partout, par une ou deux paires, autour des villages riverains.

60°) Coucal du Sénégal (Centropus senegalensis) : partout commun dans les buissons et arbres bas.

61°) Petit-duc africain (Otus scops senegalensis) : banal à entendre, la nuit, dans les villages et au PNDS.

62°) Petit-duc à face blanche (Otus leucotis) entendu au PNDS.

63°) Engoulevent à long queue (Caprimulgus climacurus) :un sujet au PNDS.

64°) Martinet à dos blanc (Apus affinis) : commun dans le villages les plus urbanisés (Niodor, Dionewar, etc.)

65°) Petit martinet des palmiers (Cypsiurus parvus) : partout où existent les rôniers.

66°) Martin pêcheur pie (Ceryle rudis) : partout en mer.

67°) Martin chasseur du Sénégal (Halcyon senegalensis) : un sujet "muet" en forêt sèche.

68°) Martin chasseur strié (Halcyon chelicuti) : espèce des plus communes en savane ; entendu tout au long du trajet routier entre Toubacouta et Missirah.

69°) Guêpier d'Europe (Merops apiaster) : quelques retardataires en forêt sèche et autour des villages.

70°) Guêpier nain (Merops pusillus) : banal partout autour des villages, en bordure ou dans les terres cultivables seulement

71°) Rollier d'Abyssinie (Coracias abyssinica) : peu commun.

72°) Huppe fasciée (Upupa epops) : un seul individu observé.

73°) Moqueur du Sénégal (Phoeniculus purpureus) : commun dans les boisements de savane.

74°) Petit calao à bec noir (Tockus nasutus) : commun en savane.

75°) Petit calao à bec orangé (Tockus erythrorhynchus) : nettement plus abondant que le précédent.

76°) Barbican à poitrine rouge (Lybius dubius) : observé çà et là, près des figuiers en maturation.

77°) Barbu de Vieillot (Lybius vieilloti) : entendu à Dassilamé, Missirah, Djifère , etc...

78°) Petit barbu à front jaune (Pogoniulus chrysoconus) : entendu plusieurs fois au PNDS, en forêt sèche.

79°) Pic à taches (Campethera punctuligera) : souvent entendu et observé en forêt sèche.

80°) Pic gris (Mesopicos goertae) : moins fréquent.

81°) Cochevis huppé (Galerida cristata) : un peu pertout, dans les friches.

82°) Hirondelle à gorge rousse (Hirundo lucida) : commune dans les villages.

83°) Bagadais casqué (Prionops plumata) : une troupe en forêt de Fathala (PNDS).

84°) Pie grièche Cubla (Dryoscopus gambensis) : un individus au PNDS.

85°) Téléphone tchagra (Tchagra senegala) commun à Dassilamé, Missirah, Djifère etc.

86°) Gonolek de Barbarie (Laniarius barbarus) : entendu partout, jusqu'à Djifère

87°) Drongo brillant (Dicrurus adsimilis) : observé un peu partout en forêt claire.

88°) Etourneau métallique pourpré (Lamprotornis purpureus) : observé au PNDS et dans les zones périphériques.

89°) Etourneau métallique à oreillons bleus (Lamprotornis chalybaeus) : banalement observé.

90°) Spréo à ventre rouge (Spreo pulcher) : un seul observé entre Toubacouta et Missirah.

91°) Pique-boeufs (Buphagus africanus) : près de Missirah, quelques-uns, sur le bétail.

92°) Bulbul commun (Pycnonotus barbatus) : banal partout.

93°) Grand Cossyphe à tête blanche (Cossypha albicapilla) : banal autour des villages et en forêt sèche, de Toubacouta à Djifère

94°) Cratérope brun (Turdoides plebejus) : d'observation quasi-ininterrompue aux mêmes lieux que ci-dessus.

95°) Cratérope à tête noire (Turdoides reinwardii) : un peu moins fréquent que le premier.

96°) Fauvette-roitelet à moustache (Prinia subflava) : communément trouvée partout en couples.

97°) Crémomèle à dos vert (Cremomela pusilla) : banale en forêt sèche.

98°) Gobemouche caronculé à collier (Platysteira cyanea) : un mâle au PNDS.

99°) Moucherolle à tête noire (Terpsiphone rufiventer) : adulte et jeune en forêt de Fathala.

100°) Souimanga à poitrine rouge (Nectarinia senegalensis) : observé à Dassilamé et à Missirah.

101°) Souimanga à longue queue (Nectarinia pulchella) : de Toubacouta à Djifère

102°) Serin du Mozambique (Serinus mozambicus) : PNDS et alentours.

103°) Serin à croupion blanc (Serinus leucopygius) : dans les villages.

104°) Tisserin gendarme (Ploceus cucullatus) : commun partout.

105°) Alecto à bec blanc (Bubalernis albirostris) : dans les grands arbres des villages.

106°) Moineau gris (Passer domesticus) : commun dans tous les villages.

107°) Combassou du Sénégal (Vidua chalybeata) : idem.

108°) Astrild queue de vinaigre (Estrilda coarulescens) : en grosses bandes au PNDS.

109°) Cordon bleu (Estrilda bengala) : banal autour des villages.

110°) Amarante commun (Lagonosticta senegala) : encore plus anthropophile et plus abondant que le précédent.

111°) Bec d'argent (Lonchura malabarica) : dans les villages, par petites volées.

Des investigations plus approfondies permettront de mieux connaître les différents éléments du peuplement animal du périmètre d'étude en portant l'accent notamment sur des observations effectuées à d'autres périodes de l'année.

III - LE MILIEU HUMAIN

A. LA PECHE MARITIME ARTISANALE DANS LES ILES DU SALOUM - BILAN PROVISOIRE (14)

I. LA PECHE DANS L'HISTOIRE ECONOMIQUE DES ILES DU SALOUM

Il s'agit ici, de souligner la part des déterminismes historiques et sociaux dans l'aménagement par les hommes de ce milieu particulier d'estuaires. Les sources d'informations sont les auteurs qui ont étudié par eux mêmes cette région, dans des perspectives souvent différentes mais complémentaires : principalement, dans l'ordre chronologique, LAFONT, PELISSIER, VAN-CHI-BONNARDEL , BECKER et MARTIN (voir bibliographie).

Il est important de situer l'état actuel des îles dans une perspective historique assez profonde pour faire sortir les tendances lourdes des transformations, nombreuses et profondes, qui ont marqué la vie de leurs habitants (15).

1. Peuplement et économie avant le XIXème siècle

L'histoire du peuplement est caractérisée par son ancienneté et son hétérogénéité. Sa reconstitution précise est d'autant plus difficile que les termes ethniques (fig. 56) aujourd'hui utilisés sont davantage des produits historiques qu'une référence certaine

---

(14) Chapitre rédigé par J. P. CHAUVEAU et F. LALOE, Sociologue et Océanographe de l'ORSTOM, en fonction au Centre de Recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (IRSA). Communication présentée par F. LALOE au cours de la Session 4 du Séminaire.

(15) Il serait intéressant de mettre en parallèle les transformations écologiques et socio-économiques, sans pour autant rechercher une détermination mécanique.

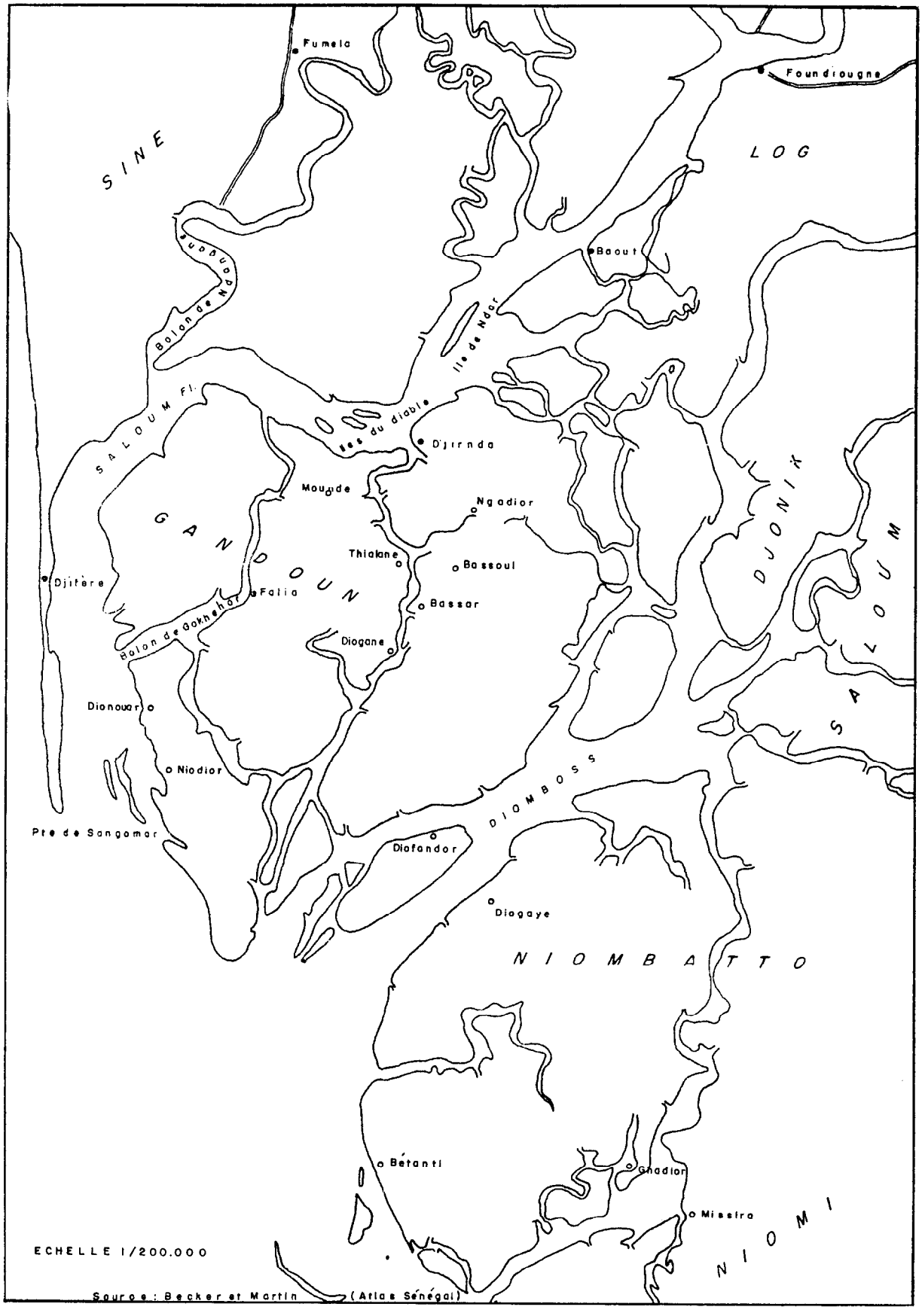


Figure 56 : Cartes des pays historiques et lieux citées.

à l'origine (16).

L'hypothèse considérée actuellement comme la plus probable est la suivante (MARTIN et BECKER, 1979) : sur un fond ancien de population (Sosé ?), auteur des amas coquilliers, des Sereer (16) du Siin et du Saalum auraient occupé l'actuel Gandun, rejoints par une fraction de Gelwaar qui auparavant, auraient imposé leur hégémonie politique sur le Siin et le Saalum. Les Gelwaar étaient accompagnés de groupes mandingues et, à l'instar du royaume du Nord, ont assis leur prééminence politique et suscité la dépendance du Gandun à l'égard du royaume du Saalum. Cependant cette dépendance resta largement formelle et le Gandun bénéficia d'une très large autonomie. D'autre part, l'élément gelwaar, tout en conservant un prestige certain, se "sérérisa" linguistiquement et dans l'organisation socio-familiale.

Dans les îles du Sud, ou "îles Sosé", l'influence très forte du Nomi mandingue et islamisé, détermina leur intégration plus étroite à l'ensemble sosé du Nombato (partie septentrionale du Nomi) même si un certain nombre de fondateurs étaient d'origine sereer.

Deux éléments ressortent de l'histoire du peuplement intérieur au XIXème siècle : d'une part, cette partie du littoral a constitué un lieu de migrations et d'accueil important entre deux pôles de peuplement et d'activités eux mêmes très actifs (PELISSIER, 1966) : au nord le Siin, dont la population a une très forte tradition paysanne mais dont le littoral abrite des ports de commerce dès le XVème siècle (Joal, Palmarin) , au sud la Gambie, très ancien exutoire du réseau commercial mandingue, dont les activités d'échanges ne seront nullement amputées par la rupture avec l'Empire du Mali.

Par opposition à ces deux voisins très engagés dans les échanges vers l'extérieur (esclaves, tissus, peaux pour la Petite Côte ; esclaves et or pour la Gambie), il semble que les îles du Saloum (17) étaient davantage orientés vers l'agriculture vivrière et les échanges avec l'intérieur de produits de consommation (sel, poisson séché, coquillages séchés, tissus). Bien que moins directement engagées que leurs voisins dans le grand commerce atlantique, les îles du Saloum n'étaient pas pour autant autarciques.

L'existence, attestée dès le XV ème siècle, de pirogues de transport pouvant contenir jusqu'à cent parsonnes, suggère que la navigation intérieure était l'une des bases de l'économie locale.

2. Les transformations du XIXème siècle au début du XXème

Trois éléments principaux déterminent ces transformations : des troubles sociaux internes, dont les causes sont liées à la situation générale de la Sénégambie au début du XIXème siècle, la pénétration coloniale par la force, l'extension de l'économie de traite arachidière (MARTIN et BECKER, 1979 ; PELISSIER, 1966 ; LAFONT, 1938).

La fin de la traite des esclaves et les ajustements économiques et politiques qui s'ensuivirent dans l'ensemble de la Sénégambie suscitèrent des troubles fondés sur les contradictions entre groupes sociaux dont les activités et les statuts respectifs étaient soumis à la réorganisation. Combinés à la résistance anti-coloniale, ces troubles s'exprimèrent notamment sous la forme d'une campagne d'islamisation dirigée par Maba DIAKHOU à partir du Rip et encadrée militairement. Un lieutenant de Maba entrepris d'islamiser les îles du Saloum à partir du milieu du XIXème siècle. L'opération rencontra la collaboration des populations des îles sosé et d'une partie des villages niominka (les villages ayant résisté à l'islamisation contrainte étaient situés au coeur des îles).

Les guerres religieuses furent concomittantes de la pénétration coloniale sur cette partie du littoral. Elles servirent de prétexte à l'envoi de la canonnière "Crocodile" dans les îles pour rétablir l'ordre au profit des Français.

---

(16) Sereer, originaires du Siin et du Saalum mais dont l'origine lointaine est le Fuuta , Tooro , Gelwaar originaires du Gaabu (ancienne province du Mali mandingue) ; "Sereer" compagnons d'exode des Gelwaar ; "Sosé" premiers habitants et créateurs des amas coquilliers des îles ; Sosé originaires du Nomi à l'embouchure de la Gambie (dont le Nombato est la province septentrionale) ; Nyominka enfin se rattachant aux Sereer mais dont l'ethnonyme serait de création récente.

(17) Nous utiliserons dans la suite du texte la transcription administrative des noms de régions de villages (fig.56) et d'ethnies.

La conjonction de ces événements provoqua un exode des populations des îles vers les rives du continent entre Sokone et la rivière gambienne. Certains exilés rejoignirent ensuite leurs villages dans les îles, mais beaucoup de Niominka et de Sosé demeurèrent dans ces nouveaux villages.

Ils furent confortés en cela par un dernier facteur de transformation : le développement dans cette région, à partir du début du siècle et surtout après la première guerre mondiale de l'économie de traite arachidière, qui attira également de nombreux Wolof, Tukulor et navetantes soudanais. Il est remarquable que les Sosé des îles migrèrent plus que les Niominka du Gandun sur la bordure continentale, peut-être parce que ces derniers étaient déjà davantage engagés dans l'économie maritime.

Dans les îles niominka, cependant, cette économie maritime reste encore largement continentale. Les pirogues ne sortent guère en mer et sont surtout utilisées pour le transport vers les escales arachidières du Saloum et pour les besoins domestiques (circulation entre villages et campements de culture). L'économie locale, après les troubles de la seconde moitié du XIXè siècle, tend à se centrer sur l'économie arachidière. En 1907, GRUVEL note que la pêche dans le Bas-Saloum, de Sangomar à Foundiougne, est importante mais que la "pêche professionnelle" est le fait des Lebu de Dakar et des Sereer de la Petite Côte qui possèdent deux cent à deux cent cinquante pirogues dans le Saloum de décembre à mai. Les habitants des îles utilisent surtout, outre la ligne et l'épervier, les engins fixes sur le fond régis par des règles d'appropriation, tandis que les Lebu pêchent dans les eaux profondes où la pêche est libre ou à la senne de plage sur le rivage. Autre différence, selon GRUVEL : les pirogues locales appartiennent non à des "pêcheurs sérères isolés mais à une collectivité plus ou moins importante". Le poisson séché (en tambadiang pour les petites espèces) est vendu à moindre prix que le poisson frais sur les principaux marchés (Foundiougne, Fatick, Tiare, Kaolack ou encore Banjul pour les Sosé du Niombato) ou envoyé dans le Siin pour être échangé contre du riz, du mil ou du sel.

3. Des années 1930 aux années 1970 : les fluctuations des rapports entre pêche et agriculture

Les descriptions de LAFONT, PELISSIER et VAN CHI BONNARDEL permettent de reconstituer assez clairement l'évolution en la saisissant à divers moments. La formalisation que nous en proposons ici est cependant schématique et reste à confronter avec une observation de terrain contemporaine.

3-1. Dans les années 1930, le phénomène dominant est l'extension de la culture arachidière et la diversification des activités (essai de culture du mil, commerce de coquillages séchés, fabrication de chaux, transports vers les escales arachidières). Ce mouvement d'extension des échanges semble se faire au détriment de la pêche, vers laquelle se tournent les vilages les moins propices aux cultures. La domination de l'arachide est encore plus totale dans les îles sosé.

Le Saloum ne fournit que du poisson séché et dans les rapports du service des pêches, il est considéré comme la région la moins productrice, alors qu'au début du siècle GRUVEL y notait l'activité de pêche la plus importante au sud de la Petite Côte.

3-2. Dans les années 1940 et plus encore 1950, un renversement de tendance très net se produit. La culture de l'arachide régresse dans les îles niominka (18), alors qu'elle croît encore dans les îles sosé et sur le continent. Dans ces mêmes îles niominka, l'économie maritime (pêche et cabotage) se développe au détriment non seulement de l'arachide (réduite aux besoins de la consommation locale) mais aussi des cultures vivrières. On assiste à un abandon presque total de toute autre culture que le riz et à une baisse du taux d'autoconsommation de la culture du riz elle-même. Il est intéressant de noter que PELISSIER insiste sur l'absence totale d'aménagement rizicole dans cette région alors que LAFONT, vingt ans plus tôt note l'aménagement attentif des riziculteurs niominka (mais s'agissait-il d'aménagement hydraulique ?). Inversement les migrations lointaines (pêche) ou le cabotage à longue distance se développent et assurent le complément nécessaire de riz et de mil (par échange contre du poisson chez les Diola riziculteurs de Basse Casamance ; par achat de mil en Gambie ou dans les escales du Saloum après vente du poisson ou avec l'argent tiré du cabotage).

Les principaux facteurs de ces transformations sont la forte demande en poisson du-

---

(18) A l'exception du nord-est (Log).

rant la seconde guerre mondiale pour le marché local et pour les ateliers de transformation de la Petite Côte ; la dégradation des termes d'échanges de l'arachide, par rapport au riz notamment ; l'adoption des pirogues de mer type guetndarien et lebu qui accroît le rayon d'action et la capacité des embarcations de cabotage (19) ; le développement des activités de contrebande entre la Gambie, Dakar et la Petite Côte, alors que le transport pirogiuer desservant les escales locales est concurrencé par les pistes carrossables.

Les conditions économiques de l'après guerre et la transformation technique des pirogues ont donc essentiellement abouti, en pays Niominka, à développer les migrations saisonnières à longue distance (pêche, cabotage) au détriment des activités locales (agriculture et migration temporaires de pêche et de culture dans les îles), avec corrélativement, une augmentation des migrations de travail vers Dakar et les centres urbains pour acquérir du numéraire.

Les îles Sosé, durant cette période, connaissent une évolution tout à fait différente, dans la continuité des années 1940. La spécialisation vers l'agriculture et l'arachide se renforce encore. Les hommes tendent à abandonner aux femmes la culture du riz, au profit de la culture commerciale par excellence qu'est l'arachide. Tandis qu'en pays Niominka les campements de culture temporaire semblent plutôt en régression, dans les îles Sosé les migrations saisonnières vers les villages de culture temporaire et les migrations définitives vers le continent se poursuivent. La pêche orientée vers la commercialisation y reste exceptionnelle et déterminée par de mauvais réultats agricoles qui poussent les Sosé à alimenter les marchés de Gambie et de Casamance.

3-3. Durant les années 1960 et 1970, les tendances précédentes se poursuivent dans le sens du renforcement des migrations de pêche vers les villes pour les Niominka, et du maintien de la dominante agricole chez les Sosé.

---

(19) et permet de passer plus facilement la barre de l'embouchure du Saloum qui constituait un obstacle tel qu'à la fin du XIXème siècle les piroguiers préféraient rouler leur embarcations sur le seuil étroit constitué par une ancienne embouchure du Saloum, aux environs de l'actuel Djifère

Chez les Niominka, les transformations internes à l'agriculture évoluent encore. Si les villages niominka du Log et du continent poursuivent la culture arachidière, ceux des îles restreignent celle-ci aux besoins de consommation locaux. Dans les campements de culture temporaire, là où les hommes cultivaient l'arachide de traite lors de la période précédente, c'est maintenant le riz "traditionnel" (Oryza glaberrina) qui est cultivé par les hommes et les femmes. Près des villages permanents, les femmes cultivent le riz hâtif (O. sativa) introduit dans les années 1950 (20). La culture du mil est négligeable et seules les cocoteraies fournissent un petit revenu supplémentaire dans les villages de l'embouchure.

La pêche est dominée par les migrations vers les îles (Gambie, Casamance, Joal). L'adoption du moteur dans les années 1960 a paradoxalement contribué à fixer hors des îles les pêcheurs migrants, en les "professionnalisant". Déjà entamé dans les années 1950, notamment à Joal et Ziguinchor, ce mouvement de migration permanente de pêcheurs semble se développer depuis la fin des années 1970 en rapport avec les problèmes de salure des rizières dans les îles. Djirnda et Bassoul, dont l'agriculture était autrefois très diversifiée, semblent être les plus concernés par cette évolution.

D'autres raisons que la motorisation et la salure des rizières suscitent l'amplification des migrations de pêche hors des îles : le problème du ravitaillement en eau des villages du Saloum depuis la fin des années 1970 et le déclin du grand cabotage vers les deux Guinées après l'Indépendance.

Il en résulte un abandon relatif des campements saisonniers de pêche dans les îles (l'évacuation du produit y est difficile en hivernage ; en saison sèche, ces campements sont concurrencés par les migrations hors des îles favorisées par la motorisation) et surtout l'abandon des pêcheries collectives avec pièges fixes, encore vivaces dans les années 1950.

Notons enfin que les migrations vers les villes d'artisans, de jeunes femmes et de pêcheurs (sur les bateaux de pêche

---

(20) Il s'agit toujours de riz pluvial, ne nécessistant pas d'aménagement hydraulique, contrairement à la riziculture casamançaise.

industrielles) contribuent de façon croissante à vider les villages niominka durant la saison sèche. On sait d'autre part que l'ouverture de l'usine de la Sopésine à Djif en 1977 n'a eu qu'un bref effet de fixation des pêcheurs, l'usine ayant fermé en 1981.

Les habitants des îles Sosé, surtout cultivateurs, ne semblent pas avoir ressenti cette attraction vers la pêche à l'extérieur. A cet égard, les Sosé de Casamance ont été beaucoup plus sensibles que ceux des îles aux nouvelles possibilités offertes par l'extension générale de la pêche artisanale depuis plusieurs décennies.

Il faut encore souligner que les grandes tendances d'évolution décrites ci-dessus sont formalisées à partir de la littérature existante. Bien qu'apparemment claires et logiques, elles demandent à être confrontées aux information de "terrain". Elles constituent néanmoins des hypothèses de travail intéressantes car elles illustrent l'interaction des conditions sociales et économiques sur les rapports entre les hommes et leur milieu.

B. OBSERVATIONS EFFECTUEES AU COURS DES RECENSEMENTS DU PARC PIROGUIER SENEGALAIS EN AVRIL ET SEPTEMBRE 1982

Les observations faites en avril et septembre 1982 dans les îles du Saloum lors des enquêtes sur le parc piroguier maritime (21) sénégalais permettent d'illustrer la situation actuelle du point de vue des activités de pêche des pêcheurs Niominka et Sosé.

1. OBSERVATIONS EFFECTUEES EN AVRIL 1982.

Il existe dans les îles une pêcherie dont le produit est transformé sur place en tambadiang ou nethora (petit poisson séché) avant d'être vendu à l'extérieur. Cette activité peut s'exercer dans les villages (fours à nethora de Bassoul et Thialane qui transforment les produits de la pêche de 3 filets maillants encerclants) ou dans des campements. Il apparaît toutefois que, d'une part, ces campements sont en nombre réduit et que, d'autre part, la dénomination de "campement" recouvre des structures de natures très différentes. De plus, les produits de la pêche n'y sont pas systématiquement transformés.

Le village de Diogaye a été fondé en 1917 par une personne de Bassoul. Les habitants de Diogaye retournent à Bassoul 2 mois (non consécutifs) par an et n'y exercent pas d'activité agricole. Certains habitants de Diogaye quittent les îles durant la saison sèche pour la Gambie ou Joal (à Joal aucune pirogue de Diogaye n'a été recensée, peut être ont elles été classées parmi les pirogues originaires de Bassoul ?).

La quasi-totalité des habitants de Diogane quitte le village en saison sèche pour la campagne de pêche. A l'écart du village est situé un campement dans lequel 4 pirogues de mer ont été recensées. Les habitants de ce campement viennent de Bassoul et transforment les prises en tambadiang.

---

(21) Les enquêtes portaient sur les pirogues susceptibles de pêcher en mer (ce qui est parfois difficile à apprécier). Le présent texte fait abstraction d'une pêcherie qui n'est pas négligeable, qui est pratiquée avec des éperviers ou des filets dormants dans les bôlons à l'aide de petites pirogues.

Le campement de Ghiador près de Missirah correspond mieux à l'idée de campement. Il est constitué d'un nombre très limité de cases et est fréquenté par des pêcheurs Niominka qui viennent régulièrment depuis de nombreuses années. La prise est vendue principalement à Missirah.

Le village de Diofandor, ancien village abandonné a été refondé en 1959 par un habitant de Bassoul. La moitié des pirogues présentes à Diofandor sont originaires de Bassoul, l'autre moitié de Diofandor même. A Diofandor, il y a une grosse activité de transformation en Tambadiang.

De nombreux pêcheurs Niominka sont installés dans les villages situés à la périphérie des îles, dans des lieux proches du réseau routier. Ces lieux sont essentiellement Djifère Niodor, Dionewar, Missirah, Foundiougne, Ndangane, Sokone. A Niodor et Dionewar on trouve des pêcheurs originaires de ces villages. Bien que situés à quelques kilomètres l'un de l'autre en face de Djifère où existe une route, les pêches pratiquées par les pêcheurs de ces deux villages sont très différents. A Dionewar, on trouve une grande quantité de filets dormants, dont la production est en grande partie transformée sur place. A Niodor s'était developpée une pêcherie utilisant des sennes tournantes en liaison avec l'usine de la Sopesine à Djifère La fermeture de l'usine en 1981 a affecté d'une manière considérable l'activité de pêche à Niodor (WEBER, comm. pers. ; WEBER-FREON, s. d.). La fermeture de l'usine n'a pas provoqué, semble t-il, l'apparition ou l'augmentation d'autres types de pêche. Une partie des sennes tournantes restent inactives, d'autres ont quitté Niodor pour d'autres centre de pêche. Les centres de Djifère Missirah, Ndangane, Sokone et Foundiougne sont accessible par la route et il est possible aux mareyeurs d'y acheter des produits frais de valeur commerciale plus élevée. Dans ces centres, on rencontre de très nombreux pêcheurs originaires des îles Niominka qui peuvent éventuellement y résider en permanence.

A Missirah, Ndangane, Sokone et Foundiougne par exemple, en avril , la grande majorité des responsables des pirogues recensées sont originaires de villages Niominka, mais ont été déclarés résidents des lieux de l'enquête (il faut insister sur le fait que les questions sur les responsables de pirogues, dans le cadre d'un recensement sur le parc piroguier, ont pu manquer de précision).

L'activité de pêche évoquée jusqu'à présent concerne les pêcheurs des îles Niominka, même si des centres tels que Diogaye, Missirah ou des campements comme Ghadior sont situés dans les îles Sosé. Les deux centres principaux de pêche dans les îles Sosé où on rencontre des pêcheurs originaires de ces îles sont Djinak à la frontière avec la Gambie et Betanti sur la façade maritime. A Djinak, une partie des pêcheurs sont de Djinak même, l'autre partie vient des îles Niominka (Bassoul). Les pêcheurs basés à Djinak peuvent effectuer leurs débarquements de produits frais à Missirah. Betanti est un centre très actif et la grande majorité des pêcheurs est originaire de Betanti. Quelques unités de pêche sont utilisées par des pêcheurs Niominka (de Niodior et Bassoul). Nous y avons également observé une intense activité des femmes dans la récolte des coquillages. A Betanti, la plus grande partie des prises est transformée sur place (les espèces de haute valeur commerciale peuvent être parfois vendues à Missirah).

Nous n'avons pas observé, au cours des recensements, de pêcheurs Sosé ayant quitté leur village, même pour d'autres lieux situés dans les îles. Ce fait illustre bien la différence d'importance et de nature de la pêche entre les îles Niominka et les îles Sosé.

Un assez grand nombre de pirogues d'origine niominka quittent les îles pendant la saison sèche pour la Petite Côte (Joal essentiellement), la Gambie, la Casamance et la Guinée Bissau. Nous avons tenté d'évaluer l'amplitude du mouvement en avril (cf. tableau 35) . Le tableau indique le nombre de personnes concernées. En effet, il existe une grande différence entre une pirogue utilisée pour la pêche au filet dormant qui "emploie" 4 pêcheurs environ et une pirogue utilisée pour la pêche à la senne de plage qui peut "employer" une vingtaine de personnes. En particulier, si les pirogues parties pour la Petite Côte sont de type maillant encerclant, celles de Diogane parties en Casamance sont de type "senne de plage". La situation peut être compliquée encore par le fait qu'une partie de l'équipage peut être recrutée dans la région de pêche. Il est donc très difficile d'évaluer le nombre de personnes quittant les îles pour la pêche dans d'autres régions.

A titre d'exemple, nous avons obtenu à Bassar des renseignements précis d'où il ressort que vingt filets maillants encerclants

LIEU D'OBSERVATION	NOMBRE DE PIROGUES ACTIVES (1) PRESENTES	NOMBRE DE PIROGUES VENUES DE L'EXTERIEUR	PIROGUES PARTIES POUR				
			I.DU SALOUM	JOAL	GAMBIE	CASAMANCE	GUINEE BI.
DJIFÈRE	13	12	0 - 0 (2)	0 - 0	0	0 - 0	0
DIONEWAR	49	0	0 - 0	0 - 0	0	0 - 1	0
NIODIOR	56	0	- - 11	-	-	- - 3	-
FALIA	4	0	0 - 1	0 - 0	0	oui - 1	0
DJIRNDA	0	0	oui(*)- 58	0 - 7	oui	0 à 3	0
MOUNDE	0	0	oui - 3	1 - 1	15	1 - 1	0
NGUADIOR	0	0	8 - 0	?	9	0 - 0	0
THIALANE	2	0	2 - 2	5 - 4	33	0 - 0	0
BASSOUL	1	0	oui - 24	oui - 0	oui	oui - 14	oui
BASSAR	0	0	0 - 0	20 - 0	38	3 - 0	2
DIOGANE	4	4	0 - 0	0 - 0	oui	oui - 14	oui
DIOFANDOR	14	7	0 - 0	2 - 0	3	4 - 0	2
DIOGAYE	8	0	0 - 0	4 - 0	3	0 - 0	0
BETANTI	66	4	0 - 0	0 - 0	0	0 - 0	0
MISSIRAH	57	?	0 - 0	0 - 0	0	0 - 0	0
DJINAK	11	3	0 - 0	0 - 0	0	0 - 0	0

Tableau 35 : Mouvements des pirogues pendant la saison sèche
Observations effectuées en avril 1982.

(1)On a compté les pirogues susceptibles de pêcher en mer et ayant été utilisées au cours des 30 jours précédant l'enquête.
(2) Chiffres soulignés:commentaire au § 2.
(*) Lorsque le nombre de pirogues est inconnu, on inscrit "oui".

sont à Joal, treize filets dormants, vingt-quatre filets maillants encerclants et une senne de plage sont en Gambie, un filet dormant et deux sennes de plage sont en Casamance.

2. OBSERVATIONS FAITES EN SEPTEMBRE 1982

L'activité de pêche des habitants du Saloum change beaucoup lors de la saison des pluies. Tout d'abord, on observe un retour pour la saison des pluies d'une partie des campagnards ayant quitté leur village pendant la saison sèche, le tableau 36 indique le nombre de pirogues actives observées dans les centres du Saloum en avril et septembre. Il apparaît que les villages situés au centre des îles voient leur activité augmenter et que l'activité dans les centres périphériques a, quant à elle, tendance à régresser (il faut signaler les observations faites à Foundiougne et Djinak en contradiction avec cette interprétation).

Si on considère le nombre de pirogues actives originaires du Saloum (en grande majorité niominka ou sosé) on obtient un effectif de 465 en avril et 309 en Septembre, ce qui indique la baisse globale d'activité de pêche des habitants du Saloum. En avril 82, 233 pirogues originaires du Saloum n'étaient pas dans leur lieu d'origine, en septembre, ce nombre tombe à 52. Il faut noter que certains pêcheurs peuvent faire deux campagnes par an : une campagne longue pendant la saison sèche, en dehors des îles et une campagne "courte" en saison des pluies, dans les îles en des lieux situés sur le réseau routier, comme Djifère par exemple.

Commentaires des tableaux 35 et 36

Les renseignements non soulignés sont issus des informations obtenues dans le village. Le nombre souligné ,lorsqu'il existe, est déduit des observations effectuées à partir des réponses à la question "origine de la pirogue". Nous pensons que les renseignements obtenus dans chaque village, pour ce qui le concerne, sont assez fiables. Dans les villages extérieurs, il existe en effet une certaine variabilité entre les réponses aux questions :

"origine de la pirogue"
"village d'origine du responsable de la pirogue"
"village de résidence du responsable de la pirogue"

Si on considère les réponses à la question village d'origine du responsable,on observe par exemple 7 originaires de Ngadior à Missirah, ce qui se rapproche des renseignements récoltés à Ngadior.

Il semble donc que les données figurant en caractère soulignés représentent des quantités plus faibles que celle estimées par les nombres donnés en caractères non soulignés.

	AVRIL	SEPTEMBRE
DJIFERE	13	11
NDANGANE	42	5
FOUNDIOUGNE	23	35
BASSOUL	1	12
BASSAR	0	4
THIALANE	2	3
FALIA	3	1
MOUNDE	0	2
DIONEWAR	48	42
NIODIOR	60	22
SOKONE	9	0
DIOGANE	4	0
DIOFANDOR	14	23
MISSIRAH	58	17
BETANTI	67	51
DJINAK	12	23

Tableau 36 - Pirogues actives observées dans différents lieux en avril et septembre 1982.

BIBLIOGRAPHIE

GRUVEL A. (1908).- Les pêcheries des Côtes du Sénégal et des Rivières du Sud, Paris, Challamel -, 1908.

LAFONT T. (1938).- "Le Gandoul et les Niominkas", Bulletin du Comité d'études historiques et scientifique de l'AOF, 1938, juillet-septembre. n° 3, p. 385-458.

MARTIN V. et BECKER C. (1979). - "Documents pour servir à l'histoire des îles du Saloum", Bulletin de l'IFAN, 41, série B, n° 4, octobre, p. 722-772.

PELISSIER P. (1966).- Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires, du Cayor à la Casamance, imp. Fabrègue, Saint-Yrieix.

SOCECO-PECHART (1982).- Dictionnaire des points de débarquement de la pêche artisanale maritime au Sénégal, 1981, Archives CRODT n° 109, 90 p.,multigr.

- - (1982).- Recensements de la pêche artisanale maritime au Sénégal, avril et septembre 1981, Documents scientifiques CRODT. n° 83, 33 p., multigr.

- - (1982).- Recensements de la pêche artisanale maritime au Sénégal, avril et septembre 1982, Documents scientifiques CRODT, à paraître.

VAN-CHI-BONNARDEL R. (1977). - "Exemple de migrations multiformes intégrées : les migrations de Niominka (îles du Bas-Saloum, Sénégal) "Bulletin de l'IFAN, 39, série B, n° 2 octobre 1977, p. 836-889.

WEBER J. et FREON P. (s.d.). - Djifère au Sénégal, la pêche artisanale en mutation dans un contexte industriel. Deuxième partie : "Conséquence d'une innovation sur l'organisation économique artisane ou les excès d'une nécessité", rapp. non diff., 32 p.

QUESTIONS - DISCUSSIONS :

M. ZABI a voulu savoir à quel point de vue le conférencier estimait que la population étudiée est extravertie. Il a demandé par ailleurs des précisions sur la technologie traditionnelle la conservation du poisson et l'organisation d'un circuit commercial du poisson. Le conférencier explique qu'il y a toujours eu échange entre les zones de pêche et l'arrière pays basé sur la vente du poisson séché ou fumé.

IV - TECHNIQUES ET REFLEXIONS POUR UNE APPROCHE PLURIDISCIPLINAIRE DES ECOSYSTEMES COTIERS (22)

A. LE TRAITEMENT INFORMATIQUE DES DONNEES

I. RECHERCHE PLURIDISCIPLINAIRE ET SYSTEMES DE GESTION DE BASES DE DONNEES (S. G. B. D.) RELATIONNELS (23)

Initialement appliquée aux données administratives, la notion de "base" connait un succès grandissant auprès d'utilisateurs scientifiques, notamment à des fins de traitement statistique (STA81).

Des logiciels ou "systèmes" de gestion de bases de données (S.G.B.D.) permettent la spécification de traitements non-prévus à l'avance au moyen de langages destinés aux usagers non-informaticiens.

Tout S.G.B.D. repose sur un "modèle" qui caractérise la structuration des données ainsi que les opérations disponibles pour l'utilisateur. Le modèle "relationnel" (ANSI 182) est, en particulier très appriécié en raison du bon équilibre réalisé entre puissance d'expression et simplicité d'emploi.

Des S.G.B.D relationnels sont disponibles depuis peu sur micro-ordinateurs (RELA83) et renforcent considérablement l'aspect convivial de ces machines d'un coût relativement modeste.

---

(22) Les exposés figurant dans ce chapitre présentent différentes techniques susceptibles d'être appliquées aux problèmes posés par les écosystèmes côtiers. A ce premier stade de l'étude, elles n'ont toutefois pas été utilisées mais guideront la conception des étapes ultérieures.

(23) Chapitre rédigé par J. P. DISPAGNE, C. DOUPEUX (Université de Dakar) et D.LALOE (C.R.O.D.T.). Communication présentée par J. P. DISPAGNE au cours de la Session 4 du Séminaire.

On propose ci-après le modèle relationnel comme référence de description et d'utilisation des données générées par une recherche multidisciplinaire. On présente tout d'abord les structures du modèle avant d'illustrer sa mise en oeuvre au moyen de trois opérations fondamentales permettant de consulter les données.

1. Structure du modèle relationnel

Ce modèle privilégie une structure : la "relation" que l'on peut considérer en première approche comme une table : T :

T

C1	C2		Cn
x1	x2		xn
:	:		:

Condition

Lieu	N°	HEURE	PROFONDEUR	SALINITE
GOK	1	10.00	7.00	42
NDA	4	11.30	0.50	54

Une table est désignée par un nom et comporte un nombre déterminé de "Colonnes" également nommées. Dans le cadre ainsi constitué peuvent figurer un nombre quelconque de "lignes" composée chacune d'un n-Uplet de valeurs.

Chaque colonne correspond à une variable, et chaque figure à un individu statistique. La table correspond à une population décrite au moyen de n variables.

Afin de caractériser les valeurs autorisées dans une colonne variable, on emploie des "domaines", ensemble des valeurs permises. Plusieurs colonnes peuvent être associées à un même domaine.

Colonne : LIEU associée au domaine TRANSECT : GOK, NDA, DJI...

Une base de données relationnelle est une collection de tables T, T'...,T" , dont les colonnes sont associées à un ensemble de domaines D1, D2,...

Deux colonnes appartenant à des tables distinctes peuvent être associées au même domaine. Cette particularité permet de représenter des liens entre individus/lignes. On reviendra sur cet aspect un peu plus loin.

Contrairement au fichier "classique", la table est une structure dynamique relativement aux colonnes : l'usager peut à tout moment ajouter ou supprimer une variable. Cette possibilité s'avère extrêmement précieuse lorsque l'on souhaite construire par le calcul de nouvelles variables à partir de variables existantes.

2. Opérations sur une base de données relationnelle

En contexte "interactif" : l'usager dialogue avec le SGBD au moyen d'une unité écran/clavier par exemple, il fait évoluer la base au moyen d'opérations très variées.

Il lui est ainsi possible de créer ou de détruire l'intégralité d'une table, d'une colonne ou d'une ligne. Cependant la simplicité du modèle relationnel transparaît surtout lors de la consultation de la base. Trois opérations fondamentales sont alors sollicitées : la sélection, la projection et la jointure.

La sélection construit une table contenant un sous-ensemble des lignes d'une table de départ. Elle réalise donc un découpage horizontal de cette table. Elle opère sur la base d'un prédicat où l'usager cite certaine colonnes/variables.

Exemple : Quels sont les prélèvements effectués après 10 h 30

R = SELECT (CONDITION HEURE 10.30)

R

LIEU	N°	HEURE	PROFONDEUR	SALINITE
NDA	4	11.30	0.50	54

La projection construit une table contenant un sous-ensemble des colonnes d'une table de départ. Elle réalise donc un découpage vertical de cette table. Elles s'opère sur la base d'une liste de noms de colonnes/variables citées par l'Usager.

Exemple "Quels sont les taux de salinitées rencontrés" ?

S : = PROJECT (CONDITION SALINITE)

SALINITE
42
54

La jointure construit à partir de deux tables de départ.

Elle réalise la concaténation de lignes issues de ces deux tables. Elle opère sur la base de colonnes/variables associées au même domaine.

Exemple

On dispose également d'une table regroupant les données issues d'un dénombre d'espèces A, B, C dans différents prélèvements

PRELEVEMENT

LOC	NP	A	B	C
GOK	1	18	6	0
NDA	4	0	0	19

On souhaite rapprocher la salinité des effectifs par espèce

T : = JOIN (CONDITION, PRELEVEMENT, LIEU = LOC ET NO =NP)

Les données pertinentes sont obtenues par:

U

SALINITE	A	B	C
42	18	6	0
54	0	0	19

On note qu'une table issue d'une opération relationnelle peut servir de table de départ.

3. Le S.G.B.D. relationnel, support de l'approche multidiciplinaire

Dès la conception de l'étude, le modèle relationnel offre un cadre de représentation uniforme apte à guider les discussions intra et interdisciplinaires. Chaque discipline produit une ou plusieurs tables. Ce mode de structuration peut être appliqué à des informations évoluées telles les images (YAMA 80).

Le modèle relationnel met en exergue la nécessité de domaines communs ou, à défaut, tels que l'on puisse définir les lois de correspondance simples entre domaines (conversion d'échelles, transcodification, etc...).

Le problème d'une localisation non-ambigüe des prélèvements dans le temps et l'espace requiert une attention particulière si des études de dépendance statistique sont souhaitées.

Chaque scientifique peut alors disposer au moyen d'une combinaison SELECT/ PROJECTION/ JOINT des données produites par toutes les disciplines. Le SGBD supporte un véritable réservoir d'information d'où chacun peut vérifier des données qui lui sont nécessaires et suffisantes. L'ordinateur devient un auxiliaire précieux pour l'étude des comportements symbiotiques, cependant il est souhaitable que le SGBD soit capable de "coopérer" avec les logiciels statistiques - ceux-ci admettant en entrée des tables et produisant des résultats structurés sous forme tabulaire.

T

LIEU	N°	HEURE	PROFONDEUR	SALINITE	LOC	NP	A	B	C
GOK	1	19.00	7.00	42	GOK	1	18	6	0
NDA	4	11.30	0.50	54	NDA	4	0	0	19

Un tel SGBD : "SAHEL" (DISP81) existe à l'état de prototype sur l'ordinateur IBM 1130 du Centre de Calcul de l'Université de Dakar.Toutefois, le type ancien de cette machine s'avère peu compatible avec l'exploitation interactive caractéristique des SBDG. "SAHEL" est en voie d'implantation sur micro-ordinateur SIRIUS 1.

BIBLIOGRAPHIE

(ANSI82) Final Report of the ANSI/X3/SPERC DBS-SG Relational Database Task Group-Edited by ACM July 1982.

(DISP81) J.P.DISPAGNE : "Systèmes relationnels et gestion de données statistiques" Thèse de 3è cycle. Université Paul Sabatier. Toulouse, 1981.

(RELA83) Journées sur la conception, l'implantation et l'utilisation de SGBD relationnels sur microordinateurs. INRIA-ADI. Toulouse 14-15 Fev. 1983.

(STA81) First LBL Workshop on Statistical Database Management, Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, California 1981.

(YAMA80) K. YAMAGUCHI and al. :"ELF : Extended relational of model for large, flexible picture database". Proc. Workshop on Picture data description and management, Asilomar, California 1980.

II. PRESENTATION DE QUELQUES OUTILS STATISTIQUES CLASSIQUES (24)

Toutes les mesures effectuées au même endroit et à la même heure, ce qui garantit une certaine homogénéité quant aux conditions de milieu, mesurées ou non, (même situation par rapport à la marée par exemple), peuvent faire l'objet de traitements conjoints.

En une même station, plusieurs disciplines peuvent faire des mesures afin de permettre des analyses pouvant prendre en compte les données des unes et des autres. Par exemple, les conditions physicochimiques peuvent permettre d'expliquer dans une certaine mesure la présence et l'abondance de telle espèce de zooplancton, l'existence de mesures physico-chimiques effectuées en même temps que le prélèvement est donc très importante.

Dans la présentation des résultats, les données d'une situation peuvent figurer sur une même ligne, l'ensemble des mesures d'une certaine variable effectuée dans chaque station constituant une colone.

De nombreux outils existent qui permettent l'analyse de tels tableaux. Ces traitements ont généralement un but descriptif et/ou explicatif. Nous effectuerons un rapide survol de quelques uns des principaux traitements.

1. Traitements "descriptifs"

La plus connue des méthodes d'analyse multidimensionnelle est sans doute l'analyse en composantes principales (ACP). Chaque station (ou point) est repérée par autant de valeurs qu'il y a de variables. L'ensemble des points constitue alors un nuage. Le principe de l'analyse est de rechercher l'axe selon lequel le nuage est le plus allongé et qui contient le plus d'informations.

Une analyse en composantes principales particulière est l'analyse des correspondances. Dans cette analyse, on décide de pouvoir traiter en même temps les points (stations) et les variables (quantités mesurées). En effet on a considéré les stations comme des points dont les coordonnées sont les mesures pour les différentes variables, mais on peut également "renverser" le tableau et considérer que chaque quantité mesurée est un point dont les coordonnées sont les mesures faites en chaque station.

L'analyse des correspondances convient bien pour les tableaux de contingence où les quantités sont par exemple des nombres d'individus d'une espèce rencontrés en une station. Lors des études du type de celle effectuée dans le delta du Saloum, il serait très intéressant que les comptages d'animaux soient faits aux mêmes stations pour le phytoplancton, le zooplancton, la macrofaune benthique, afin de permettre une visualisation rapide des associations d'espèces et de lieux où l'on trouve ces associations.

---

(24) Communication présenté par F. LALOE (CRODT) au cours de la Session 4 du Séminaire.

2. Traitements "explicatifs"

Certaines méthodes sont plus "explicatives" dans la mesure où elles cherchent à calculer les paramètres de modèles décrivant les quantités étudiées.

On désire fréquemment décrire une variable "T" par une fonction de plusieurs autres variables "$X^{(1)}$, $X^{(p)}$".

$$T = f(X^{(1)},\ldots,X^{(p)}) + \varepsilon$$

où ε est un "résidu" qui est la partie "inexpliquée". Il est évident qu'avant de pouvoir utiliser le plus efficacement ce type de modèle, il faut connaître la forme de la fonction f. Il convient également de vérifier que la distribution des ε satisfait certaines hypothèses, ce qui impose en particulier la définition préalable d'un plan d'expérience. Néanmoins la non satisfaction de certaines hypothèses permet l'utilisation de ces modèles comme modèles descriptifs.

Un modèle de régression très utilisé est celui de "régression linéaire multiple" où la fonction f est de la forme :

$$C + \sum_{i=1}^{p} ai\, X^{(i)}$$

Lorsque le modèle est justifié et que le plan d'expérience assure la satisfaction des hypothèses requises pour les distributions des résidus, on peut calculer des estimations des divers paramètres c et ai et donner des régions de confiances pour l'ensemble de ces paramètres.

Les méthodes d'analyse de variance sont des méthodes de régressions particulières.

Pour terminer cet exposé, nous indiquerons comment la présentation des données en tableau est adaptée aux problèmes de régression.

On désire estimer les paramètres a1, a2, a3, du modèle

$Y = a1\ S + a2\ T + a3\ X + \varepsilon$

les quantités Y, S, T, et X ont été toutes mesurées en n stations.

Nous pouvons construire deux tableaux :

- un tableau "Y" de la variable à expliquer Y qui a m lignes et une colonne
- un tableau "X" des variables "explicatives" S, T, et X qui a 3 m lignes et 3 colones.

Y_1	S_1	T_1	X_1
Y_n	S_n	T_n	X_n

Nous pouvons présenter les paramètres du modèle sous forme d'un tableau "C" de 3 lignes et une colonne :

a1
a2
a3

L'ensemble des équations $Yi = a1\ Si + a2\ Ti + a3\ Zi + \varepsilon i$ peut alors être écrit sous la forme matricielle :

$Y = X \times \theta + \varepsilon$ (ε est le tableau des n résidus εi).
$(n,1)(n,p)(p,1)\quad (n,1)$

L'ajustement des moindres carrés, qui consiste à trouver a1, a2, a3, tels que la somme des εi^2 soit minimale est obtenu grâce à l'équation :

$$\theta = (X'.X)^{-1}.\ X'Y$$

(X' est la matrice transposée de X)

A l'aide d'un ordinateur, même de taille modeste, la résolution de telles équations ne pose pas de difficulté.

BIBLIOGRAPHIE

BENZECRI J.P. et coll. L'analyse des données. Vol. 2 l'analyse des correspondances. Dunod Paris (1973), 620 p.

COURSOL, J. 1980. Techniques statistiques des modèles linéaires. 1. Aspects théoriques. CIMPA, 1 E. CAVELL, 06000 Nice,France 277 p.

B. L'ECOSYSTEME MANGROVE DANS LA PERSPECTIVE DE LA STRATEGIE MONDIALE DE LA NATURE (25)

La mangrove selon OZENDA (1982) est une formation spécialisée. Par analogie aux associations spécialisées, nous désignons ainsi les types de végétation qui sont liés à des milieux particuliers. Les mangroves sont des forêts littorales développées sur une grande partie des côtes non rocheuses des continents et des îles dans les pays chauds.

Les mangroves de l'Océan Indien et du Pacifique sont les plus riches. Elles comptent une cinquantaine d'espèces d'arbres. Les mangroves de l'Atlantique (côtes occidentales de l'Afrique, Antilles, Brésil) occupent des surfaces plus modestes mais encore importantes ; leur composition floristique est beaucoup plus pauvre et comprend moins d'une dizaine d'espèces d'arbres.

LA MANGROVE, ECOSYSTEME A USAGES MULTIPLES

La mangrove n'est pas seulement une forêt à usages multiples mais un écosystème complexe. Rappelons que l'écosystème est l'ensemble formé par les plantes, les animaux et leur environnement physique dans une zone donnée. A cette notion d'écosystème sont liés les concepts de relations trophiques, de flux d'énergie et de théories des systèmes.

Les mangroves sont un tampon crucial entre l'écosystème continental et l'écosystème marin. Elles correspondent à un interface entre écosystèmes d'où son importance. Ecosystème complexe certes, si l'on en juge par les travaux réalisés par l'Atelier d'étude des mangroves et de l'estuaire du Saloum au Sénégal.

Les usages des mangroves sont aussi variés que les composants du système et jouent un rôle essentiel en tant que :

- agent de la protection des côtes,
- zone de frayères pour de très nombreux poissons,
- source de bois et de fibres, bois de charpente, chaume pour les toits,
- origine des produits de la pharmacopée traditionnelle,
- lieu d'origine de produits alimentaires,
- relais de migration de nombreux oiseaux,
- stock d'espèces végétales et animales spécifiques,
- sources d'énergie, bois de chauffe et charbon de bois,
- etc...

En conclusion, la mangrove est l'habitat d'un grand nombre de formes de vie sauvage. En conséquence, elle possède une valeur culturelle, touristique et scientifique importante. De plus, ses ressources renouvelables : bois, combustibles ligneux, et produits alimentaires et de pharmacopée sont à la base des activités humaines locales. Enfin cette richesse et diversité biologique en font un système particulièrement intéressant. Sa fonction de protection et sa fonction hydrologique complètent l'ensemble des caractéristiques opérationnelles de cet écosystème.

Ce sont les raison pour lesquelles des organismes internationaux dont le World Wildlife Fund (WWF), l'UNESCO (Division des Sciences de la Mer, SCOR) et l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, Commission d'Ecologie) s'y intéressent de plus en plus.

Référons nous à l'ensemble des recommandations du Congrès mondial des parcs nationaux tenu à BALI, INDONESIE, du 11 au 22 octobre 1982 et concernant les aires protégées, marines et côtières.

Ces recommandations sont en conformité avec les remarques du groupe de travail sur l'écosystème mangrove de l'UICN.

Leur analyse met en exergue que les décisions concernant l'utilisation des mangroves à des fins industrielles, touristiques et agricoles ne tiennent pas compte de la valeur intrinsèque de la mangrove et ignore sa valeur dans le long terme face à une valorisation immédiate (de court terme) non compatible avec une gestion durable des écosystèmes.

Elles mettent l'accent sur l'importance des relations entre les décideurs et les utilisateurs de la mangrove. Une relation tridimensionnelle devrait s'établir entre chercheurs

---

(25) Chapitre rédigé par A. DOYEN (Inst. des Sciences de l'Environnement- Dakar) (Communication présentée à la Session 4 du Séminaire).

(scientifiques), décideurs et population utilisatrice. De plus une banque de données intégrant les facteurs physicochimiques, biologiques et humains (socio-économiques, culturels, traditionnels, ...) ainsi que la répartition spatiale et temporelle de la mangrove devrait être réalisée.

Cette source d'information permettrait de réaliser un plan national des mangroves, l'intégrant dans l'inventaire et la cartographie des ressources nationales.

L'objectif est aussi de gérer ces écosystèmes de façon rationnelle et durable afin de conserver la diversité génétique et la richesse des biocénoses par la protection des biotopes.

Des recommandations sont données quant à l'aménagement de ces zones. Voilà pourquoi nous devons aussi veiller à l'avenir de cet écosystème mangrove, que certains voudraient sauver contre les agressions destructives de l'homme et la surexploitation de ses possibilités forestières, piscicoles... Nous souhaitons ainsi valoriser les résultats des recherches entreprises par l'équipe interdisciplinaire de l'atelier UNESCO- MANGROVE, et être le relais entre la recherche fondamentale nécessaire à la réalisation d'une banque de données, et l'aménagement intégré de cet écosystème.

Ce travail ne peut se réaliser qu'en équipe.

Nous nous référons au document du Programme des Nations Unies pour l'Environnement, P.N.U.E. (1982) : l'état de l'environnement mondial, 1972-1982. Il insiste sur les tendances et problèmes écologiques au cours des années 1970 et signale que "l'importance des transformations ne cesse de croître et de prendre de nouvelles formes ; sauf à comprendre les forces qui interviennent dans ce processus d'interaction, il ne sera pas possible de concevoir un processus du développement qui améliore le sort des hommes sans que la nature en patisse ou que l'on coure à l'échec en épuisant les ressources dont dépend l'avenir. La décennie écoulée atteste qu'il n'y a pas de développement sans conservation ni de conservation sans développement. C'est le message essentiel de la stratégie mondiale de la conservation élaborée en 1980 par l'UICN, le PNUE et le WWF.

La Stratégie Mondiale de la conservation a pour but de réaliser les trois principaux objectifs de la conservation des ressources vivantes :

- maintenir les processus écologiques essentiels et les systèmes entretenant la vie,
- préserver la diversité génétique,
- veiller à l'utilisation durable des espèces et des écosystèmes.

La Stratégie Mondiale de la Conservation a pour objectif le maintien des processus écologiques essentiels. Ainsi, elle insiste sur le rôle joué par les systèmes côtiers et d'eau douce. "Les zones humides côtières et les eaux peu profondes, en particulier les estuaires et les mangroves, fournissent nourriture et abri à la sauvagine, aux poissons, aux crustacés et mollusques exploités par les deux tiers environ des pêcheries du monde, dont certaines comptent parmi les plus lucratives - celles des crevettes, par exemples." Or ce sont les conséquences typiques des impacts qui touchent ces écosytèmes qui deviennent de plus en plus manifestes. Signalons : "pollution industrielle et agricole, envasement dû à l'érosion des hautes terres, comblement de sites voués à l'industrie, à l'agriculture, aux loisirs ou à la construction ; dragage pour construire, approfondir ou améliorer des ports ; carrières ; coupes dans la mangrove pour obtenir des combustibles ligneux ; pêches commerciales et destruction voire pollution des frayères et des lieux de nourrissage des espèces tributaires des zones humides côtières et des eaux peu profondes.

En conséquence, il faut veiller à ce que le but principal de l'aménagement des estuaires, des marais de mangroves et autres zones humides côtières, et des eaux peu profondes critiques pour les pêches, soit le maintien des processus dont dépendent les pêches. Les autres modes d'utilisation de ces écosystèmes ne doivent compromettre ni leur capacité de produire la nourriture, ni les habitats critiques des espèces marines économiquement et culturellement importantes.

Aussi, il conviendra de déterminer la capacité productive des espèces et des écosystèmes exploités et faire en sorte que l'utilisation qu'on en fait ne dépasse pas cette capacité, d'adopter des objectifs de gestion prudents, de ramener les rendements excessifs à des rendements pouvant être maintenus durablement, de réduire autant que possible les prises incidentes, de donner aux sociétés les moyens d'utiliser durablement les ressources, de garder en bon état les habitats des espèces exploitées, de régler le commerce,...

LE CONCEPT DE RESERVE DE LA BIOSPHERE, BASE POUR LA CONSERVATION DES ECOSYSTEMES.

Les réserves de la biosphère que l'on se propose d'appeler "secteur de la biosphère pour la protection et le développement intégré" doivent jouer à l'avenir un rôle dynamique et constituer de véritables laboratoires de terrain permettant de trouver des solutions aux problèmes qui se posent dans l'environnement. La réserve de la biosphère doit être mise à profit pour fournir les bases scientifiques de la protection des écosystèmes naturels et des opérations de développement intégré.

Sélection des réserves de la biosphère

Un groupe de travail interdisciplinaire décrit en cartographie les différents écosystèmes nationaux et identifie ainsi les réserves de la biosphère. Cet inventaire des écosystèmes permet de mettre en évidence les lacunes dans le système global de la conservation. Ainsi de nouvelles réserves de la biosphère peuvent être mises en chantier. (Référence : Séminaire SIDE, Australie, Nouvelle Zélande, 1977).

La réserve de la biosphère (R.B.)

Une R.B. n'est pas un sanctuaire inaccessible, elle s'intègre harmonieusement dans l'espace humanisé qui l'entoure. Elle constitue un moyen pour apprendre à conserver la nature et surtout un outil du développement intégré.

Une R.B. est représentative d'un écosystème important, naturel ou modifié. Elle assure la conservation dans leurs habitats naturels de populations animales et végétales génétiquement viables.

Elle peut comporter des paysages harmonieux, façonnés par l'homme, ou des paysages dégradés susceptibles d'être remis en état.

Sa protection à long terme est assurée par des mesures législatives appropriées dans chaque pays.

Une R.B. est un site de recherche sur la structure, le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes.

Ainsi, elle assure les fonctions suivantes: recherche et surveillance continue, éducation relative à l'environnement, formation et démonstration. Elle contribue au développement socio-économique des populations locales par des recherches auxquelles celles-ci doivent être étroitement associées. Le concept de R.B. s'adapte facilement aux différentes conditions écologiques, administratives et culturelles.

De plus, elle s'intègre dans un réseau international du MAB (l'Homme et la Biosphère) qui s'ajoute aux autres efforts de conservation.

Une R.B. est intégrée à sa région selon un système de zonage composé d'une ou plusieurs aires centrales, rigoureusement protégées, zone de contrôle, de référence ou témoin, et d'une ou plusieurs zones tampons caractérisées par l'écosystème de l'aire centrale mais modifié par différentes formes d'utilisation des terres.

Y prennent place les activités suivantes : utilisation traditionnelle, loisir et tourisme, recherche scientifique, parcelle expérimentale, surveillance continue, éducation relative à l'environnement.

La R.B. par sa fonction de conservation ajoute au sens statique de la protection, le sens dynamique de l'aménagement rationnel et de l'utilisation rationnelle et durable du territoire dont la R.B. est un échantillon représentatif.

Cette conception a donc aussi pour objet l'amélioration des systèmes de production. Par là, elle est un outil du développement intégré.

Si nous parlons d'enclencher un processus de développement autonome, les relations liant les populations et leur milieu sont fondamentales. Le système de production dépend en effet de l'espace de production (possibilité, potentialité) et de l'unité socio-économique de base (besoins, objectifs, aspirations...).

Dès lors, l'intervention des spécialistes des sciences humaines : sociologues, ethnologues, anthropologues, économistes, juristes, est des plus importantes et doit être intégrée au processus de recherche.

Un processus de planification peut-être ensuite élaboré au cours duquel les populations auront collaboré à tous les niveaux.

Nous insisterons également sur le point de la surveillance continue. Il convient en effet de fixer les conditions d'exploitation des ressources sur une base soutenue en vue d'harmoniser la protection des écosystèmes et l'exploitation économique des ressources naturelles. La création d'une banque de données et le suivi de paramètres ou indice environnementaux définis par les spécialistes tant des sciences humaines que des sciences naturelles sont indispensables.

ADAMS, J.G. et al. (1965). - Etudes sénégalaises n° 9. Connaissance du Sénégal, Fasc. 3, Climat-Sols-Végétation. C.R.D.S. Sénégal. Saint Louis du Sénégal 1965.

MALDAGUE, M. (1981). - Le concept de réserve de la biosphère, son implantation et sa vocation en tant qu'instrument pour le développepment intégré. Conférence présentée à Paris lors du colloque l'écologie en action, 10 ème anniversaire du MAB, du 22 au 29 septembre 1981.

OZENDA, P. (1982). - Les végétaux dans la biosphère. Edts DOIN, Paris, 431 p.

PNUE (1982).- L'état de l'Environnement mondial, 1972-1982, 65 p.

UICN, PNUE, WWF (1980). - Stratégie mondiale de la conservation.

UICN (1982). - Congrès mondial des Parc nationaux, Bali, Indonésie, 11 au 22 octobre 1982. Recommandations. UICN stencilé 8 p.

WWF(1982). Yearbook 1982, 84-95.

QUESTIONS DISCUSSIONS

Au cours des discussions, M. DIATTA note la nécessité d'une concertation entre les agents de développement lors de l'exécution de programmes "connectés". Il a pu remarquer que les populations rurales avaient pris conscience de la nécessité d'une exploitation rationnelle de la mangrove. A titre d'exemple, certains villages dans le Saloum avaient mis sur pied des comités de surveillance de la mangrove.

M. WAMBI enchaîne en évoquant l'éternel problème du développement qui s'oppose à la conservation de la nature, tout en demandant au conférencier une approche de solution à ce dilemme. En guise de réponse, le conférencier souligne l'intérêt d'une analyse des cas d'espèce s'articulant sur les objectifs de la Stratégie Mondiale de la Conservation.

Pour M. BOUSSIENGUET, le problème ne se pose pas en terme d'alternative ; il s'agit de reconcilier l'homme avec son environnement. Aussi, paraît-il essentiel que les études de faisabilité précédant l'exécution des projets de développememnt tiennent compte des risques et avantages qui leur sont liés.

CONCLUSIONS GENERALES

A la lumière des résultats obtenus au cours de l'étude des caractéristiques biologiques et socio-économiques de la partie septentrionale du delta du Saloum, il est possible de dégager les faits saillants qui définissent ce milieu.

Le fonctionnement hydrodynamique et hydrologique du Saloum est caractérisé par l'extrême réduction ou l'absence des apports d'eau douce. Cela se manifeste par la sursalure des eaux (42 à 75 °/oo). Même après la saison des pluies, des valeurs comprises entre 35 et 42°/oo ont été observées en novembre 1982. Cette salinité toujours supérieure à celle de l'eau de mer est fortement croissante vers l'amont. A cet égard, les facteurs de concentration illustrent bien le sens de la variation (1,2 à Djifère ; 1,6 à Foundiougne ; 2,2 à Kaolack).

Le bilan hydrodynamique manifeste un large supériorité du flot sur le jusant. Les durées d'écoulement en flot sont plus longues et les vitesses atteintes plus élevées que celle mesurées au cours du jusant. La répartition des vitesses en fonction de la profondeur permet la même observation.

La pénétration des masses d'eau sous l'influence de la marée n'est, de ce fait, pas compensée par une restitution équivalente. Au cours de la phase de mesures courantologiques en station est apparu, en termes corrigés, un déficit de 12 millions de m3 par marée diurne au détriment du jusant.

Le Saloum présente en conséquence un fonctionnement qui en fait en véritable "estuaire inverse".

Cette particularité semble avoir plusieurs conséquences au niveau des associations animales et végétales . L'adaptation des populations à la sursalure progressive, la tendance au confinement et l'appauvrissement biologique dans le milieu aquatique ou le domaine terrestre sont les trois aspects de cette évolution.

Le zooplancton montre des modifications dans la structure des populations avec un changement sensible des dominances en fonction des secteurs : adaptation que soulignent trois associations différentes.

Les assemblages microfaunistiques révèlent nettement la tendance du milieu au confinement. Les Ostracodes, en particulier en fin de saison sèche, constituent une faune à tendance marine mais réduite en espèces et en nombre d'individus . La microfaune de Foraminifère accuse quant à elle la présence d'écophénotypes marins peu diversifiés, caractéristiques d'un milieu confiné.

L' appauvrissement biologique se traduit dans la diminution du nombre des espèces macrobenthiques depuis l'aval (40 espèces) vers l'amont (19 espèces seulement). A la différence de la microfaune, le macrobenthos suit le schéma classique des milieux confinés avec une paucispécificité associée à une pullulation des espèces adaptées. Le fait est particulièrement net dans la zone amont (à partir du Km 40) où existe une association typiquement lagunaire. Le même appauvrissement est également illustré par la décroissance du nombre d'individus phytoplanctoniques (de 50 en aval à 20 en amont par millilitre d'eau).

La distribution des associations végétales terrestres et, en particulier, des espèces caractéristiques de la mangrove, conduit à la même conclusion. Dans la partie basse de l'estuaire, elle est saine et verdoyante tandis que dans le tronçon moyen (du Km 40 à Foundiougne), elle montre des signes de dégradation avec un accroissement de la fréquence des individus morts et un rétrécissement marqué de la bordure colonisée. Au-delà de Foundiougne, l'accentuation du taux de mortalité aboutit à une disparition complète de l'association dans les stations les plus éloignées.

L'ensemble du domaine étudié est donc nettement caractérisé sur le plan physique comme dans ses aspect biologiques par un fonctionnement hydrologique inverse et une biomasse qualitativement faible.

Ces caractéristiques sont déterminées par les conditions climatiques régionales mais surtout par la péjoration de celles-ci qui se traduit aussi bien dans le milieu physique que dans le milieu humain. Cela explique notamment que les dépôts constitués dans les zones de sédimentation (tannes et "vasières") apparaissent plus grossiers depuis une période récente. Cela entraîne également une modification de certains aspects socio-économiques caractérisés par une accentuation du phénomène migratoire lié à la sursalure des rizières et à la dégradation des conditions de l'alimentation en eau.

La bordure nord du delta du Saloum apparaît donc comme un milieu frontalier où s'observent de forts gradients des conditions écologiques. Il est particulièrement urgent de mesurer ces gradients par une étude attentive et pluridisciplinaire des facteurs et de leurs effets dans les domaines voisins.

Cette approche doit cependant obéir à quelques règles méthodologiques dont le respect permet une confrontation plus efficace des résultats obtenus dans les différentes disciplines. Il convient d'abord de réaliser le maximum de mesures dans des conditions très similaires (mêmes points, mêmes périodes) de façon à pouvoir accomplir un véritable traitement des données. Il faut ensuite améliorer les techniques utilisées et élargir cette approche à d'autres disciplines en raison de la multiplicité des interactions mais aussi en raison de l'impossibilité de corréler certaines données entre elles. Enfin, il est nécessaire de confronter les résultats obtenus avec les estuaires méridionaux de la Sénégambie dont les conditions climatiques sont différents et qui fonctionnent de manière plus "classique".

DISCUSSION GENERALE

MR. PAGES relève les points en relation avec la préparation d'un nouvel atelier-terrain au Sénégal :

(1) Il faut une cartographie plus précise et plus récente du secteur du delta du Saloum.

(2) Il faut un bilan beaucoup plus précis des échanges hydrologiques Saloum-mer, tenant compte d'une estimation plus rigoureuse de la circulation.

(3) Il faut prévoir un camp de base mobile (house-boat catamaran pour 6 scientifiques autonomes).

- M. BALTZER appuie cette proposition en lui donnant un caractère général. Couverture aérienne des domaines étudiés. Nécessité de disposer de moyens de navigation plus substantiels.

- M. PAGES apporte des précisions quand au coût d'un catamaran de 12m de longueur et 6m de largeur, et ajoute que l'on peut y adjoindre 6 embarcations légèrement en annexe.

- M. OLANIYAN fait les remarques générales suivantes :

Cet atelier, de même que les missions qui l'ont précédé, montrent un bon début des études entamés dans le Saloum. Les exposés qui se sont déroulés mettent en évidence une bonne approche pluridisciplinaire, approche qui permet aux différents spécialistes d'aborder de tels programmes de façon plus globale. Cependant ces communications sont de qualités scientifique et didactique différentes. Si bien qu'il s'avère nécessaire de compléter certains résultats (voire de les approfondir...) pour leur conférer davantage de valeur scientifique. D'autres exposés sont d'une qualité scientifique certaine et pourraient à cet effet être publiés à titre de comparaison dans des revues scientifiques africaines ou internationales. Il demeure que les recherches sur la zone côtière pourraient être accrues dans la sous-région si la motivation existe. En tout état de cause, ce type d'atelier organisé dans le Saloum devrait servir de référence. Il adresse donc ses félicitations aux auteurs de l'atelier.

- M. ZABI abonde dans le sens de M. OLANIYAN et suggère que les travaux prêts à être publiés, le soient le plus rapidement possible.

- M. DOSSOU intervient sur le manque, à la fin de chaque discussion, de conseils pour mener à bien de telles études. A cet effet, pourraient être constituées des fiches techniques de manière à donner l'exemple à d'autres pays qui entamerait de telles recherches, et cela grâce à l'aide d'experts.

- M. ZABI appuie la suggestion de M. DOSSOU de voir élaborées de telles fiches.

- M. BALTZER approuve et suggère qu'on insère cette proposition dans les recommandations.

- M. MWAMBI souligne la nécessité d'étaler les observations sur une durée plus longue, notamment par des méthodes d'enregistrement continu sur le terrain, grâce à certains appareils tels que les marégraphes, les thermographes... Ce qui présente l'avantage d'obtenir des données durant toute une saison.

- M. PAGES commente ces possibiltés d'enregistrement en continu. Il évoque les expériences en Côte d'Ivoire et au Sénégal et insiste sur les risques encourus par de tels appareils laissés seuls en stations de longue durée (risques de vols des bouées, d'accident matériel par les chalutiers, de panne) et nécessité d'un suivi et d'une infrastructure technique pour la bonne marche de ces appareils.

- M. MWAMBI fait remarquer que ces suggestions sont justes et ajoutes que des précautions doivent être prises au moment de l'installation de ces appareils.

- M. ZABI émet des suggestions pour améliorer ce type de travail.

- M. FINDLAY indique que l'approche multidisciplinaire de l'étude du Saloum constitue une approche fort louable et adresse ses félicitations aux différents auteurs. Il souligne que beaucoup d'Instituts de Recherche ont participé à ce travail par intérêt personnel et fait la remarque qu'il n'y avait pas de schéma directeur pour l'étude des mangroves ainsi entamée. Selon M. FINDLAY, cela pourrait être effectué dans le cadre de séminaires. Il ajoute que des recherches sur le phytoplancton, le zooplancton...ont été menées, mais qu'elle manquaient de coordination, bien que s'étant déroulées dans le même zone géographique. Une coordination et une meilleure complémentarité devraient être assurées, d'autant plus que nombre de ces chercheurs proviennent des Universités et Instituts, ce qui consitue un avantage certain en vue de l'encadrement des étudiants de 3è cycle.

- Melle AGBOGBA souligne l'intérêt d'une étude pluridisciplinaire. Elle souhaite que l'on procède à des études pédologiques (citant à cet effet la remarque de M. LOYER de l'ORSTOM), ceci en vue de compléter les résultats obtenus par ailleurs (en phytosociologie notamment).

- M. BOUSSIENGUET mentionne le besoin d'une très bonne coordination dans les ateliers de ce type qui se déroulent dans une même région. Il souligne la nécessité pour l'UNESCO de favoriser le recrutement de consultants en prise directe avec le terrain en vue de coordonner les actions de ces ateliers de manière concrète. Il évoque par ailleurs que durant cet atelier l'étude du "micro" et macrobenthos a été juste abordée.

- M.ZABI souligne la pertinence de cette intervention en insistant sur l'idée d'une approche multidisciplinaire. Il fait remarquer cependant qu'il est nécessaire de démarrer d'abord le travail sur le terrain avant de faire appel, seulement par la suite, à des

consultants. L'intérêt des problèmes de taxonomie dans certaines études a été relevé mais dans des secteurs où de telles recherches n'ont pas été faites. Il recommande à cette effet une procédure d'échange de spécialistes.

- M. DIOP revient sur certaines critiques en faisant la genèse de la mise en place de ce type d'atelier (à des fins plus pratiques) et en soulignant les améliorations possibles. Il revient sur l'intervention de M. FINDLAY en indiquant qu'il existe bel et bien un schéma directeur pour l'étude des mangroves du Sénégal (la poursuite de celle du delta du Saloum est déjà prévue en avril 1983 au Sud du domaine étudié). Il insiste sur l'exemple que constitue ce type d'atelier d'autant plus que ce travail a été effectué avec très peu de moyens.

- M. ZABI indique qu'il faudrait une coordination plus effective, un suivi de l'atelier et une possibilité de publier les actes.

- M. LALOE insiste sur le problème de la coordination qui est tout à fait possible selon lui mais à condition que les mesures se fassent en même temps. Il est nécessaire, ajoute-il, d'associer les populations locales aux recherches et d'établir, quand cela est nécessaire, des rapports plus soutenus : par exemple entre les hydrogéologues et les populations des Iles du Saloum.

RECOMMANDATIONS

Les participants à l'atelier régional sur les méthodologies de recherche appliquées aux estuaires et mangroves de l'Afrique de l'Ouest (Sénégal le 28 février - 5 mars 1983) venus de 10 pays d'Afrique : Bénin (R.P.), Cameroun, Congo, Côte d'Ivoire, Gabon, Guinée (R.P.R.), Nigéria, Sierra Léone, Zaïre et Sénégal.

- Considérant : les recommandations du précédent atelier tenu à Dakar, du 11 au 15 juin 1979,

- Considérant : le rapport technique de mai 1982 de même que le rapport final de décembre 1982 sur les mangroves et l'estuaire du Saloum,

- Considérant : que le Gouvernement sénégalais et les Scientifiques des organismes de recherche au Sénégal (ORSTOM, Université de Dakar, Direction des Eaux et Fôrets et chasse, Centre de Recherche Océanographique, Ecole des Pêches, Institut Fondamental d'Afrique Noire ...) ont pris une initiative exemplaire dans ce domaine de recherches en application des résolutions de l'atelier de 1979 sus-visé,

- Considérant : l'intérêt des marais et mangroves à la fois comme écosystème original dans la biosphère susceptible de détenir un stock génétique précieux et comme origine des aliments protéinés pour une partie significative de l'humanité,

- Considérant : la nécessité de faire connaître cet intérêt au public en y incluant la population locale, aux agents techniques de terrain et aux responsables de tous les niveaux de décision et pas seulement à la communauté scientifique,

- Considérant : la nécessité de faire un choix judicieux sur les sites à sacrifier lorsqu'une situation conflictuelle se présente,

- Considérant : l'impérieuse nécessité de demeurer dorénavant en prise directe avec le terrain,

- Considérant : par ailleurs la nécessité de donner une suite à ce type d'atelier,

- Considérant : que l'étude de ces écosystèmes participe au développement de la sous-région,

- ESTIMENT :

que les marais à mangrove et leur environnement hydrologique, écologique et socio-économique doivent être étudiés par des équipes pluridiscinaires. Ces études devraient donner une image des mangroves actuelles et de leur évolution par des méthodes inspirées de celle qui ont été discustées par l'atelier du SALOUM. Les recherches doivent se poursuivre pour une connaissance toujours plus approfondie.

et recommandent à cette fin :

à toutes les organisations susceptibles de promouvoir de telles recherches : Unesco, Agences scientifiques gouvernementales et non gouvernementales, Université etc.., les actions suivantes :

- Mesures propres à initier les recherches locales

- envoi de consultants et spécialistes des mangroves auprès des Universités et Centres de Recherches qui en feront la demande en s'engageant à lancer un programme effectif et immédiat.

- organisation de cours et travaux pratiques sur le terrain, aide financière à des nationaux des pays concernés pour suivre des enseignements de haut niveau et constituer l'infrastructure intellectuelle indispensalbe pour que s'instaurent des recherches dans le domaine de la gestion intégrée des systèmes côtiers.

- Mesures pour favoriser la dissémination des connaissances

- politique de publications systématiques, notamment publication d'un rapport sur les résultats du présent atelier régional du Sénégal.

- échange de chercheurs expérimentés de pays à pays.

- organisation éventuelle d'ateliers similaires lorsque les résultats obtenus dans une région le justifient et si cette région présente le caractère d'un modèle climatique, morphologique ou biologique intéressant. On retiendra l'efficacité d'un atelier où les discussions sont précédées par une visite du terrain (amélioration des contacts humains, expérience préliminaire de la zone, éveil de l'intérêt).

- Mesures pour focaliser l'intérêt général sur les mangroves

- favoriser une coopération avec les efforts du thème 5, du programme M A B, notamment sur le Saloum.

- promouvoir la création de réserves du même type dans tous les cas où les études en montreront la nécessité.

ANNEXES 1

PROGRAMME GENERAL DE L'ATELIER

-=-=-=-

L'atelier a eu lieu au Sénégal du 28 février au 5 mars 1983. Cet atelier a comporté trois jours de travail sur le terrain dans l'estuaire du Saloum (du 28 février au 2 mars) et trois jours de séminaire consacrés à l'examen des données obtenues ainsi qu'à une discussion générale consacré à l'étude pluridisciplinaire des écosystèmes côtiers (3 au 5 mars).

PROGRAMME

1. Atelier - terrain

Dates : 28 février, 1er et 2 mars 1983.
Lieu : Saloum, environs de Djiffère

Lundi 28 février (matin) — 8.30 Accueil des participants au BREDA
9.30 Transport des participants sur le terrain

Lundi 28 février (après-midi) — prise de contact avec le terrain : aperçu géographique, type de milieu

Mardi 1er mars — les participants sont divisés en 3 groupes circulant en pirogues :

Atelier 1 — PHYTOSOCIOLOGIE
Encadrement : MM. DOYEN, THOEN et DIATTA
Lieu : Transect à proximité de Djiffère

Atelier 2 — SEDIMENTOLOGIE - GEOMORPHOLOGIE
Encadrement : MM. E. S. DIOP et C. Y. ROCHA
Lieu : Tanne, Vasière, cordon, rives du Saloum

Atelier 3 — HYDROLOGIE - HYDRODYNAMIQUE
Encadrement : MM. SAOS, PAGES, BARUSSEAU
Lieu : Vedette Cauri

Mercredi 2 mars — même mode de fonctionnement

Atelier 4 — BIOLOGIE MACROBENTHOS
Encadrement : D. LEUNG-TACK
Lieu : vedette Cauri

Atelier 5 — BIOLOGIE MICROFAUNE
Encadrement : J. AUSSEIL-BADIE
Lieu : Saloum - Bôlon de Gokhehor

Atelier 6 — BIOLOGIE HERBIERS
Encadrement : M. MOLLION
Lieu : Saloum, du bôlon de Gokhehor à Niodor.

2. Séminaire en salle

Dates : 3, 4 et 5 mars 1983
Lieu : BREDA (UNESCO) - Dakar.

Jeudi et Vendredi 4 mars

Allocutionsde bienvenue par M. Haidara, Directeur du Breda et discours d'ouverture par M. Cisse, Secrétaire Général de la Commission Nationale du Sénégal pour l'Unesco
Présentation des communications et discussion des résultats obtenus.

Début de la discussion générale.

Samedi 5 mars

Fin de la discussion générale.

Rapport de synthèse, recommandations et allocution de clôture par Monsieur O. IBUKUN, Directeur général du ROSTA à Nairobi.

BUREAU DE L'ATELIER

Président de l'Atelier : Mr. BOPELET

Rapporteurs généraux : MM. SUZYUMOV
BALTZER

Secrétaires généraux : MM. DIOP
BARUSSEAU

ORGANISATION DES SEANCES DU SEMINAIRE

-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-

Session 1 : Séance du 3 mars (matinée) : Président : MM DOSSOU
Rapporteur : SAOS

Session 2 : Séance du 3 mars (après-midi) : Président : MM KONATE
Rapporteur : DIATTA

Session 3 : Séance du 4 mars (matinée) : Président : MM MWAMBI
Rapporteur : GAYE

Session 4 : Séance du 4 mars (après-midi) : Président : MM OLANIYAN
Rapporteur : MOLLION

Session 5 : Séance du 5 mars (matinée) : Pésident : MM ZABI
Rapporteur : DIOP

DISCOURS DE MONSIEUR B. A. HAIDARA,
DIRECTEUR DU BREDA

Mesdames et Messieurs les Délégués,

C'est un grand privilège pour moi que de vous souhaiter la bienvenue à Dakar, au Bureau Régional de l'Unesco, où vous, scientifiques venus de différents pays d'Afriques occidentale, alllez traiter des grands problèmes de l'étude des systèmes côtiers. Car, si la vie économique et sociale de cette région est étroitement dépendante de ces sytèmes, la recherche sur la zone côtière est encore fragmentaire et localisée. C'est pourtant, je vous rappelle avec plaisir, le troisième atelier qui s'est consacré à ce sujet.

La participation à ce séminaire de scientifiques venus de nombreux pays d'Afrique occidentale, spécialisés dans différents domaines des sciences de la terre et de la vie démontre l'intérêt que suscite ce sujet.

Les population humaines ont aujourd'hui tendance à se concentrer dans les régions côtières, or le milieu côtier a toujours été très favorable à la vie agricole et au peuplement humain, à vocation urbaine ou industrielle. C'est pourquoi la Conférence générale de l'Unesco a approuvé, lors de sa vingt et unième Session tenue à Belgrade en 1980, un vaste projet, le Projet majeur interrégional de recherche et de formation en vue de la gestion intégrée des systèmes côtiers. Ce projet, dans le cadre duquel s'inscrit le présent atelier, se propose de jeter les bases scientifques requises pour la compréhension des caractéristiques et du fonctionnement des divers types de systèmes côtiers en vue de la gestion intégréé de ces zones. Le milieu côtier est le produit des effets combinés des milieux terrestres et marins et son système complexe se caractérise, d'une part, par les propriétés chimiques particulières de l'eau et d'autre part, par une série d'écosystèmes très évolutifs et par des conditions géologiques spécifiques.

Dans cette perspective votre atelier présente une excellente occasion de passer en revue les sources d'information existantes sur les systèmes côtiers de l'Afrique occidentale, et tout spécialement sur les milieux d'estuaires et de mangroves, tout en resserrant les liens entre scientifiques de la région étudiant des problèmes semblables. Ces deux chances sont également utiles si l'on veut combiner les efforts en vue de résoudre de grands problèmes scientifiques et améliorer la compréhension entre nations.

Votre atelier a pour but de mettre en oeuvre les recommandations du séminaire sur les écosystèmes de l'Afique occidentale qui s'est tenu ici, à Dakar, en 1979 et celles de la seconde réunion du comité consultatif Unesco/SCOR sur les sytèmes côtiers, qui s'est tenue à Paris en janvier 1982.
Son principal objectif est de réunir des données sur le système de l'estuaire du Saloum dans sa globalité. La participation à ces travaux de scientifiques venus de divers pays de la région offrira une chance d'élargir l'échange d'opinions sur divers grands problèmes de méthode et assurera une large diffusion des connaissances scientifiques.

En ma qualité de directeur du Bureau régionale de Dakar, c'est avec un grand plaisir que je vous souhaite la bienvenue à cet atelier, et vous pouvez être sûrs que nous n'épargnerons aucun effort pour vous aider à mener à bien vos travaux dans les meilleurs conditions possibles.

Permettez moi de vous souhaiter un agréable séjour à Dakar et de vous présenter mes meilleurs voeux pour le succès de vos travaux sur le terrain et en réunion.

B. A. HAIDARA
Directeur du BREDA

DISCOURS DE MONSIEUR S.Y. CISSE, SECRETAIRE GENERAL DE LA COMMISSION NATIONALE DU SENEGAL POUR L'UNESCO REPRESENTANT DU SENEGAL

Au nom de M. Abdel Kader FALL, Ministre de l'Education Nationale et Président de la Commission nationale pour l'Unesco, j'aimerais souhaiter la bienvenue à tous les participants à cet important atelier dont les travaux s'ouvrent dans cette maison du BREDA qui nous est, à présent très familière grâce à son dynamisme toujours croissant dans l'exécution des missions combien importantes de l'Unesco en Afrique.

Comme vous le savez, le Gouvernement du Sénégal ne ménage aucun effort chaque fois qu'il s'agit de promouvoir l'éducation, la science, la culture et la communication en vue de l'intauration de la paix dans le monde et de la rélisation du bien-être de l'humanité.

C'est pourquoi, la Commission nationale du Sénégal pour l'Unesco, appuyée en celà par le Chef de l'Etat, le Premier Ministre et le Ministre de l'Education nationale, déploie tous les efforts et entrepend toutes les actions susceptibles de faire participer efficacement notre pays tant à la conception qu'à l'exécution du programme de l'Unesco.

Nous pouvons dire, sans autosatisfaction facile, qu'elle réussit de jour en jour, grâce justement à l'esprit de collaboration des Sénégalais de toutes spécialités et notamment de M. Baba A. HAIDARA, Directeur du BREDA et de son équipe.

Que les uns et les autres trouvent ici l'expression de nos sincères remerciements et de notre engagement à toujours renforcer cette collaboration éminemment efficace pour le plus grand bien à la fois du Sénégal et de l'Oganisation.

Sans doute, votre atelier constitue, à cet effet, un maillon important puisque le programme dont il s'agit intéresse, non pas seulement le Sénégal, mais l'ensemble du littoral Ouest africain et même le proche plateau continental.

En effet, cet Atelier se tient en exécution, au profit de l'Afique du thème 2/7.4/03 du 21-c/5 (programme et budget approuvés pour 1981-1983), sous le programme d'action n° 2, paragraphe 2661.

Il s'agit, en fait, de marquer l'importance capitale que les Etats africains doivent accorder à la recherche et à la formation sur les écosystèmes côtiers, en particulier les estuaires et les mangroves, entre autres, notamment l'érosion due à la dérive côtière.

Du reste, le nécessaire aménagement de nos ressources liées aux écosystèmes côtiers exige une connaissance scientifique approfondie de ces écosystèmes ainsi que la maîtrise des conséquence des activités et des actions de l'homme dans ces milieux spécifiques.

Tel me semble être l'un des objectifs majeurs de votre Atelier dont la pluridisciplinarité et le caractère pratique augurent pertinemment de son sérieux et de son efficacité, surtout eu égard à la très haute qualification des spécialistes qui y participent.

Pour la Commission nationale du Sénégal pour l'Unesco dont le Comité "l'Homme et le Biosphère" vient d'être constitué par décret à l'avant dernier conseil des Ministres, cet Atelier constitue déjà la réalisation d'un programme en rapport direct avec le cinquième grand thème de recherche des projets M.A.B. ayant pour objet l'étude des "effets écologiques des activitées humaines sur la valeur et les ressources des lacs, marais, cours d'eau, deltas, estuaires et zones côtières"

En souhaitant un agréable séjour au Sénégal à tous nos hôtes venus de l'Etranger et des pays frères, je déclare ouvert l'"Atelier régional sur les méthodologies de recherche appliquées aux estuaires et mangroves de l'Afriques de l'Ouest", je vous remercie.

Samba Yacine CISSE
Secrétaire général de la Commission
nationale du Sénégal pour l'Unesco.

Motion de remerciements adressée à l'Unesco par l'Atelier

Les participants à l'atelier régional sur les Méthodologies de Recherche appliquées aux estuaires et mangroves de l'Afrique de l'Ouest, représentant dix pays africains (Bénin, Cameroun,Congo, Côte d'Ivoire, Gabon, Guinée, Nigéria, Sierra Leone, Zaïre et Sénégal), réunis à Dakar du 28 février au 5 mars 1983,

considérant les efforts déployés par l'Unesco pour promouvoir le développement de la Science et de la Culture en Afrique et dans le Monde,

considérant l'intérêt sans cesse croissant de l'Unesco pour le développement des Sciences de la Mer en général et la connaissance des écosystèmes côtiers en particulier,

considérant les efforts de l'Unesco pour promouvoir le développement de la coopération interrégionale en Afrique,

remercient le Directeur Général de l'Unesco et les responsables du Programme des Sciences de la Mer pour toutes les facilités apportées au présent Atelier pour assurer son plein succès et leur témoignent leur profonde gratitude.

Fait à Dakar, le 5 mars 1983
l'Atelier
Signatures jointes

Réponse de Monsieur A.M. M'Bow, Directeur Général de l'Unesco
adressée à Monsieur A.M. Fall, Chef de la Division des Communications,
Commission Nationale du Sénégal pour l'Unesco, Dakar.

Monsieur,

C'est avec un très grand plaisir que j'ai pris connaissance de la motion que vous même et vos collègues m'avez adressée à la fin de l'Atelier sur les Méthodologies de recherche appliquées aux estuaires et mangroves de l'Afrique de l'Ouest (Dakar, 28 février - 5 mars 1983) et je vous en remercie.

Je suis particulièrement satisfait de constater le succès de cet atelier organisé par l'Unesco.Cette action du Projet Majeur Interrégional sur les Systèmes Côtiers aura, j'en suis convaincu, valeur d'exemple et contribuera, avec les activités qui lui feront suite, à promouvoir encore davantage la coopération interrégionale en Afrique, notamment en matière de Sciences.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

Amadou - Mahtar M'Bow

LISTE DES PARTICIPANTS DE
L'ATELIER REGIONAL SUR LES METHODOLOGIES DE
RECHERCHE APPLIQUEES AUX ESTUAIRES ET
MANGROVES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

Sénégal, 28 févier - 5 mars 1983

BENIN

1. Mr. Christian DOSSOU
Laboratoire de zoologie
Faculté des Sciences
Université nationale du Bénin
B.P. 526 ou DPE Oémé
B.P. 97
PORTO-NOVO

CAMEROUN

2. Mr.. Marc. BOPELET
Faculté des Sciences
Université de Yaoundé
B.P. 812
YAOUNDE

CONGO

3. Mr. NGOUMBI-NZOUZI
Laboratoire d'Océanographie
Centre ORSTOM
B.P.1286 Tél. 94-02-38
POINTE-NOIRE

COTE D'IVOIRE

4. Mr. S.G. ZABI
Directeur adjoint
Centre de Recherches océanographiques
B.P. V.18
ABIDJAN Tél 35-40-14 / 35-40-80
35-24-47

5. Mr. Philibert KOFFI
Centre de Recherche océanographique
B.P. V.18
ABIDJAN Tél 35-50-14 / 35-58-80
35-24-47

GABON

6. Mr. Juste BOUSSIENGUET
Assistant
Département de Biologie
Faculté des Sciences
B.P. 911
Université Omar BONGO
LIBREVILLE

GUINEE

7. Mr. Sekou KONATE
Chef Section de l'Océanographie
du Centre Rogbane
B.P. 561
CONAKRY

NIGERIA

8. Mr. C.I.O. OLANIYAN
Deparment of Biological
Sciences University of Lagos
LAGOS. OR P.O. Box 146
University of Lagos
YABA

SIERRA LEONE

9. Mr. Ivan FINDLAY
Senior Research Fellow
IMBO University of Sierra Leone
FREETOWN

ZAIRE

10. Mr. Shambuyi MWAMBI
Faculté des Sciences
Université de Kinshasa
B.P. 190
KINSHASA XI
Zaïre

SENEGAL

11. Melle A.C. AGBOGBA
Département de Biologie animale
Faculté des Sciences
Université de Dakar

12. Mme. J. AUSSEIL-BADIE
Département de Géologie
Faculté des Sciences
Université de Dakar

13. Mr. J. P. BARUSSEAU
Département de Géologie
Faculté des Sciences
Université de Dakar

14. Mr. BODIAN
Direction des Eaux, Fôrets
et Chasses
Dakar

15. Mr. J.P. CHAUVEAU
Centre de Recherche océanographique
Dakar - Thiaroye

16. Mr. L. DIATTA
Direction des Eaux, Forêts
et Chasses
Dakar

17. Mr. A.T. DIAW
Département de Géographie
Faculté des Lettres
Université de Dakar

18. Mr. E. Salif DIOP
Faculté des Lettres
Département de Géographie
Université de Dakar

19. Mr. DISPAGNE
Faculté des Sciences Economiques
Université de Dakar

20. Melle C. DOUPEUX
Département de Mathématiques
Faculté des Sciences
Université de Dakar

21. Mr. A. DOYEN
Institut des Sciences de
l'Environnement
Faculté des Sciences Tél. 22-04-43
P. 219
Université de Dakar

22. Mr. C.B. GAYE
Département de Géologie
Faculté des Sciences
Université de Dakar

23. Mr. F. LALOE
Centre de Recherche océanographique
Dakar - Thiaroye

24. Mr. M.D. LEUNG-TACK
Faculté des Sciences
Université de Dakar

25. Mr. J.Y. LOYER
ORSTOM - Section de Pédologie
B.P. 1386
Dakar

26. Mr. MOLLION
Ecole des Pêches
Dakar

27. Mr. J. MONTEILLET
Institut Fondamental de l'Afrique
Noire
DAKAR

28. Mr. M.P. NDIAYE
Département de Géographie
Faculté des Lettres
Université de Dakar

29. Mr. J. PAGES
Centre de Recherches Océanographiques
B.P. 2241
Dakar - Thiaroye

30. Mr.C.Y. ROCHA
Institut des Sciences de
l'Environnement
Faculté des Sciences
Université de Dakar

31. Mr. M. SALL
Département de Géographie
Faculté des Lettres
Université de Dakar

32. Mr. J.L. SAOS
Département de Géologie
ORSTOM
Dakar - HANN

33. M R. SARR
Département de Géologie
Faculté des Sciences
Université de Dakar

34. Mme C. SERET
Ecole des Pêches
BP 2241 - Dakar - Thiaroye

35. Mr. THOEN
Institut des Sciences de
l'Environnement
Faculté des Sciences
Université de Dakar

35. Mme O. WANE
Direction des Eaux, Forêts
et Chasses
Dakar

37. Mr. KORNPROBST
Département de Chimie
Faculté des Sciences
Université de Dakar

38. Mr. N. DIALLO
Department de Biologie Végétale
Faculté des Sciences
Université de Dakar

39. Mr. Pierre Pol VINCKE
Institut des Sciences de
l'Environnement - I.S.E
Faculté des Sciences
Université de Dakar

UNESCO

40. Mr. F. BALTZER
Consultant Unesco
Université de Paris-Sud
91405 - Orsay
FRANCE

41. Mr. M. KABALA
Spécialiste de Programme
Sciences de l'Environnement
ROSTA - DAKAR

42. Mr. A. SUZYUMOV
Spécialiste de Programme
Division des Sciences de la mer
UNESCO - PARIS

43. Mme Khady FALL
Chef de la Division des Sciences
naturelles et exactes C. N. Unesco
Sénégal

44. Mr. Amadou Moustapha FALL
Chef de la Division de la
Communication C.N. Unesco
Sénégal

45. Melle Fatou DIALLO
Secrétaire Sténo-Dactylo
C.N. Unesco

ANNEXES 2

LISTE DES TABLEAUX

Pages

Tabl.1 : Evaporation et précipitations annuelles (région du Saloum)..... 3
2 : Données générales sur la salinité des eaux du Saloum..... 3
3 : Analyses chimiques des eaux du Saloum et du Diomboss..... 8
4 : Vitesses maximales par flot et jusant (Saloum et Diomboss)..... 20
5 : Maxima de vitesse en flot et en jusant à Djiffère..... 21
6 : Heures des étales de niveau et de courant 21
7 : Gradient de décroissance du courant avec la profondeur à Djiffère... 23
8 : Rapport des distances parcourues par les filets d'eau ayant franchi le profil de Djiffère à diverses profondeurs..... 24
9 : Types d'erreurs affectant le bilan hydrodynamique 27
10 : Echantillonnage - Profil de Foundiougne (rive gauche)..... 32
11 : Echantillonnage - Profil de Foundiougne (rive droite)..... 33
12 : Echantillonnage - Profil de Baout (rive gauche)..... 34
13 : Echantillonnage - Profil de Baout (rive droite)..... 34
14 : Echantillonnage - Profil de Djirnda (rive gauche)..... 35
15 : Echantillonnage - Profil de Djirnda (rive droite)..... 35
16 : Echantillonnage - Profil des Iles du Diables (rive gauche)..... 36
17 : Echantillonnage - Profil des Iles du Diables (rive droite)..... 36
18 : Echantillonnage - Profil de Djiffère (rive gauche)..... 38
19 : Echantillonnage - Profil de Djiffère (rive droite)..... 38
20 : Résultats généraux de l'analyse des sédiments 39
21 : Résultats du test de Student appliqué aux médianes des sédiments du Saloum et de ses bordures 43
22 : Paramètres physicochimiques des eaux du bôlon de Gokhehor..... 57
23 : Paramètres physicochimiques des eaux du bôlon de Ndangane 57
24 : Répartition des Ostracodes dans le bôlon de Gokhehor..... 60-61
25 : Répartition des Ostracodes dans le bôlon de Ndangane..... 62
26 : Résultats généraux concernant le zooplancton du Saloum..... 67
27 : Effectif par m3 des espèces zooplanctoniques 69
28 : Répartition de la faune macrobenthique 77-78
29 : Liste des Mollusques Gastéropodes morts 80
30 : Liste de Mollusques Lamellibranches morts 81
31 : Profondeur limite des herbiers aux différentes stations..... 84
32 : Quadrats et mesures effectuées (Phytosociologie) 96
33 : Répartition des espèces ligneuses en fonction de l'éloignement de l'embouchure..... 98
34 : Répartition des espèces herbacées en fonction de l'éloignement de l'embouchure..... 99
35 : Mouvements des pirogues Niominka pendant la saison sèche 115
36 : Pirogues actives observées en avril et septembre 1982 dans le Sine-Saloum.....116

LISTE DES FIGURES

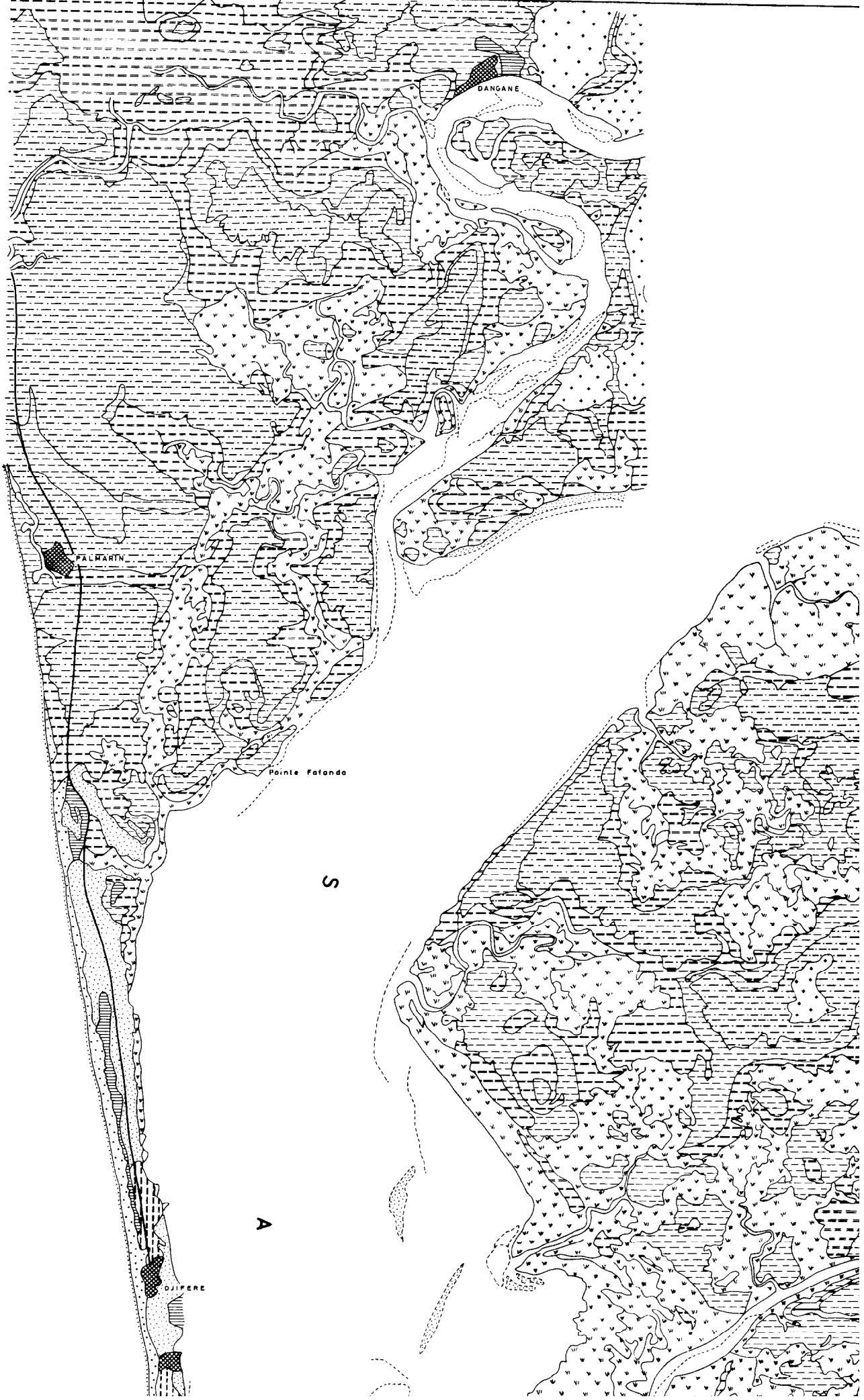
Pages

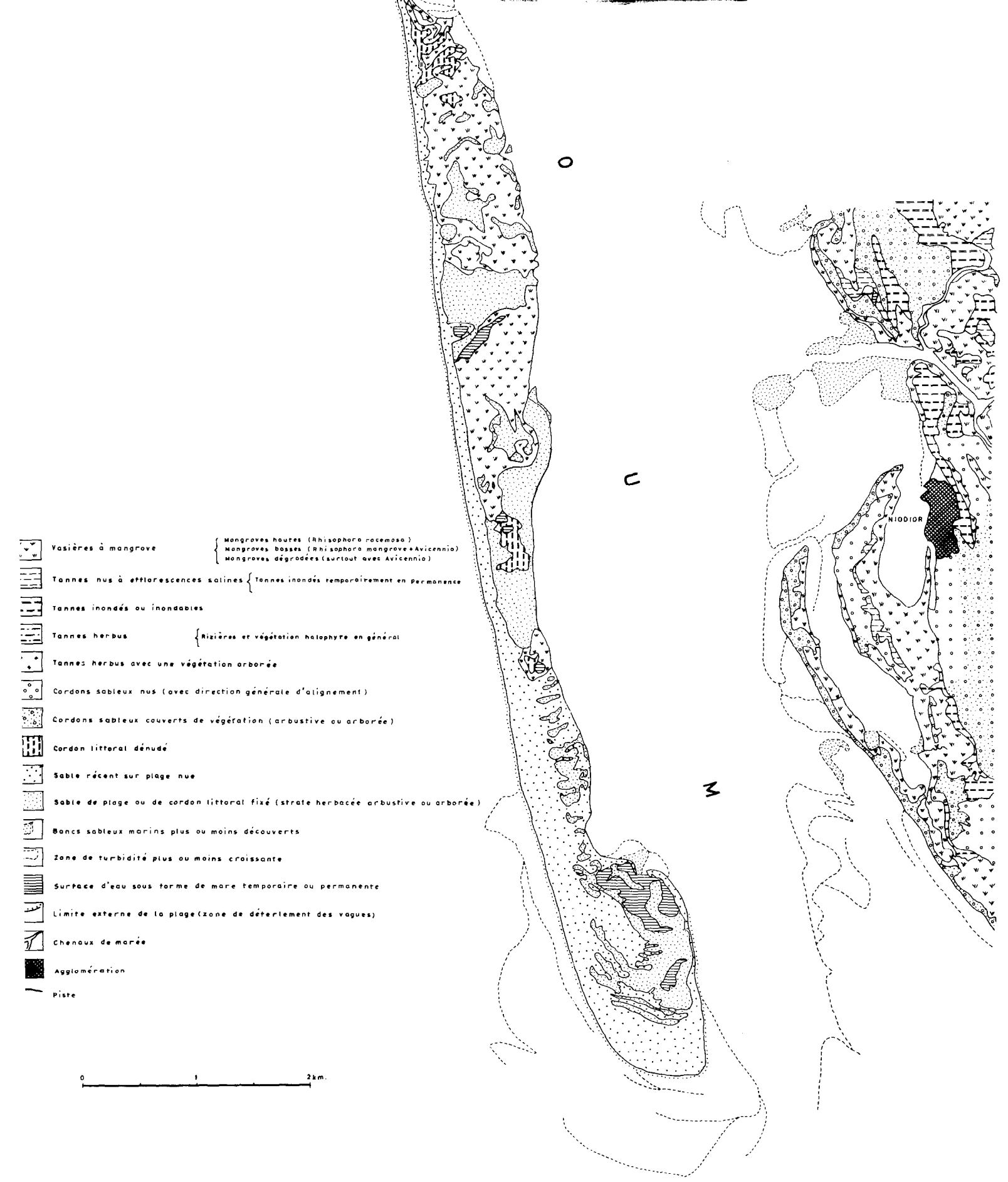
Fig.1 : Carte de localisation 2
2 : Coupes géologiques schématiques 4
3 : Position des transects de mesures hydrologiques 9
4 : Variation de la salinité de l'eau dans le Saloum 10
5 : Salinité et températures - Station fixe de Djiffère 11
6 : Salinité des eaux du Saloum après l'hivernage 12
7 : Turbidités et températures dans le Saloum 12
8 : Diagramme d'analyses d'eau du Saloum 14
9 : Vitesse du courant dans le Saloum et le Diomboss en fonction du temps..... 16

10 : Vitesse du courant en fonction du temps (Djiffère avril 1982) 17
11 : Variation de la direction au cours du temps (Djiffère avril 1982) .. 18
12 : Vitesse du courant en fonction du temps (Djiffère novembre 1982).... 19
13 : Les courant en fonction de la profondeur (Djiffère avril 1982) 21
14 : Profil vertical de vitesses instantannées sur 5 transects du Saloum. 22
15 : Variation relative des niveaux dans le Saloum et le Diomboss 24
16 : Décalage horaire entre les étales de niveau - flot et jusant - et de courant - montant et descendant - dans le Saloum 25
17 : Modélisation analogique des relations entre niveaux et courants dans un système pourvu d'atténuateur d'échanges..... 25
18 : Domaine étudié en sédimentologie 29
19 : Localisation des échantillons dans les zones de bordure du Saloum... 30
20 : Log des sédiments ; rive droite du Saloum (Iles du Diable)..... 37
21 : Log des sédiments ; herbier du profil de Djiffère 37
22 : Log des sédiments ; rive gauche du Saloum (Djiffère) 37
23 : Log des sédiments sur un banc du bôlon de Gokhehor 37
24 : Position des échantillons de sédiments dans le Saloum 38
25 : Position géographique des échantillons dans le Saloum 40
26 : Bathymétrie du Saloum 41
27 : Courbes granulométriques caractéristiques des types sédimentaires .. 42
28 : Hydrographie et pédologie dans la région de Samba Dia 49
29 : Résultats de l'étude hydrogéologique de la lentille de Samba Dia ... 51
30 : Localisation des prélèvements de microfaune 55
31 : Répartition de la faune d'Ostracodes en période sèche 58
32 : Répartition de la faune d'Ostracodes en période humide 59
33 : Coefficient de diversité spécifique des Foraminifères du Saloum 63
34 : Répartition de la faune de Foraminifères dans les bôlons 64
35 : Fréquence relative des trois sous-ordres de Foraminifères dans le Saloum 65
36 : Répartition de la microfaune de Foraminifères dans deux bôlons du Sine-Saloum 66
37 : Carte des stations zooplanctoniques 68
38 : Abondance des principales espèces du zooplancton 70
39 : Localisation des stations de prélèvement phytoplanctonique 72
40 : Répartition quantitative des espèces phytoplanctoniques selon les stations 73
41 : Localisation des stations de prélèvement de macrobenthos 75
42 : Herbiers - Secteurs étudiés 85
43 : Cartographie des herbiers 86
44 : Situation de la zone d'étude (Phytosociologie) 87
45 : Inventaire des espèces du transect A 90
46 : Inventaire des espèces du transect B..... 90
47 : Inventaire des espèces du transect E..... 90
48 : Inventaire des espèces du transect H..... 91
49 : Inventaire des espèces du transect L..... 91
50 : Inventaire des espèces du transect O..... 91
51 : Inventaire des espèces du transect M 92
52 : Inventaire des espèces du transect J 92
53 : Inventaire des espèces du transect G 92
54 : Mesures réalisées aux stations d'étude phytosociologique 94
55 : Histogrammes de fréquence 95
56 : Cartes des pays historiques et lieux citées 109

CARTE HORS TEXTE

Croquis géomorphologique du Saloum inférieur


DANGANE
PALMARIN
Pointe Fatanda
S
A
DJIFERE



_ CROQUIS GEOMORPHOLOGIQUE DU SALOUM INFERIEUR

d'après imagerie SIMU SPOT Octobre 1981 (E.N.S. Montrouge-Dépt Géographie Dakar_IGN_GDT)