SOMMAIRE

Pages

1 - GENERALITES..... 1
1.1. - PRESENTATION DU RAPPORT..... 1
1.2. - TERMES DE REFERENCE..... 1
1.3. - DEROULEMENT DE LA MISSION..... 2
1.4. - MOYENS..... 3
1.4.1. - Personnel..... 3
1.4.2. - Matériel lourd..... 4
1.4.3. - Statistiques..... 4
1.4.4. - Réflexions sur les moyens..... 4
1.5. - PERSONNES ET ORGANISMES CONSULTES..... 6
1.6. - HISTORIQUE DES RECHERCHES SUR LA MISE EN VALEUR DE LA REGION..... 7

2 - RAPPORT DE SYNTHESE..... 9
2.1. - INTRODUCTION..... 9
2.2. - PRESENTATION DE LA REGION..... 10
2.2.1. - Données géographiques..... 10
2.2.2. - Economie agricole..... 11
2.3. - HYDROGEOLOGIE..... 13
2.3.1. - Géologie..... 14
2.3.1.1. - Structure et histoire géologique du "delta" au Quaternaire..... 14
2.3.1.2. - Les aquifères..... 16
2.3.2. - Les eaux souterraines..... 17
2.3.2.1. - La nappe salée..... 17
2.3.2.2. - Les réserves d'eau douce..... 19
2.3.3. - Conclusions au chapitre hydrogéologie..... 19

2.4. - HYDROPEDOLOGIE..... 20
2.4.1. - Schéma du processus de drainage..... 20
2.4.2. - Les conditions dans le "delta"..... 22
2.4.2.1. - Les couches de surface..... 22
2.4.2.2. - Les couches du sous-sol..... 23
2.4.2.3. - Les cartes de texture..... 24
2.4.3. - Conclusions au chapitre hydropédologie..... 26
2.5. - CONCLUSIONS GENERALES..... 26

SOMMAIRE (suite)

Pages

2.6. - BIBLIOGRAPHIE..... 28

2.6.1. - Géologie.

2.6.2. - Hydrogéologie

2.6.3. - Drainabilité

==========

LISTE DES DOCUMENTS ANNEXES

Dans le texte

- Fig. 1 : Zone du delta du Sénégal à 1/2.500.000 après la page 10
- Fig. 2 : Schéma des aménagements rizicoles du delta après la page 11
- Fig. 3 : Croquis géologique apèrs la page 14
- Fig. 4 : Croquis hydrogéologique après la page 17
- Fig. 5 : Terres dont le sous-sol possède une texture favorable au drainage et dont la couche superficielle argileuse n'excède pas 1 m l'épaisseur. après la page 24

1 - GENERALITES

1.1. - PRESENTATION DU RAPPORT

Ce rapport a été présenté de façon que les résultats essentiels de l'étude apparaissent dès l'abord. On les trouvera dans le chapitre 2 de ce Titre I.

Le lecteur, qui souhaitera suivre dans le détail la progression de l'analyse trouvera le contenu de l'étude géologique dans le Titre II, celui de l'étude hydrogéologique dans le Titre III, enfin celui de l'étude de drainabilité dans le Titre IV.

1.2. - TERMES DE REFERENCE

L'étude hydrogéologique, telle qu'elle a été définie dans le Plan d'Opération, devait porter sur les problèmes posés par la nappe salée de cette région et devait aboutir "à des propositions concrètes en vue de la mise en place et de l'exploitation d'un dispositif complet de drainage et de lutte contre la salinité dans le delta du Sénégal".

Les termes de référence de l'hydrogéologue reprennent cette idée générale et la complètent :

"1 - assembler et analyser les données existantes sur la géologie et l'hydrogéologie de la région, sur la base des documents fournis par les Gouvernements et en collaboration avec le consultant FAO en hydrogéologie" ;

"2 - en particulier, assembler et analyser les données concernant les nappes salées du delta du Sénégal et étudier la mise en place d'un dispositif complet de drainage et de lutte contre la salinité dans le delta, en collaboration avec le consultant FAO" ;

"4 - assurer le contrôle technique de tout programme de forages d'exploration pour compléter les études d'aménagement des casiers pilotes" ;

"5 - assurer et organiser la formation technique du personnel de contre-partie en géologie et hydrogéologie".

Cette étude s'insère dans le projet d'étude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal (REG 61), qui se propose, par ailleurs, d'établir un plan d'aménagement de la basse vallée du Sénégal en vue du développement de cultures irriguées.

1.3. - DEROULEMENT DE LA MISSION

La mission de l'hydrogéologue a commencé officiellement le 27.12.66, et s'est poursuivie, en raison de deux prolongations successives, jusqu'au 31.5.70. La prolongation de la mission a été justifiée par la nécessité d'ajuster le temps et les moyens d'étude à la difficulté du problème.

Elle peut être divisée en trois périodes déterminées par les visites de MM. AMBROGGI et DIELEMAN, consultants en hydrogéologie et en drainage.

<u>Janvier 1967 à Mars 1968</u>

Première synthèse géologique à partir des documents existants. Début de la prospection systématique de quatre grandes zones "fluvio-deltaïques" après la mission de M. EDELMAN, consultant en hydrogéologie.

Mars 1968 à Février 1969

Visite de M. AMBROGGI. Définition d'un programme de recherche hydrogéologique dans les dunes et d'expériences complémentaires dans les "terres basses". L'exécution en est commencée en mai (sondages profonds et mise en place de piézomètres). Pendant les mois de juillet à décembre 1969, l'hydrogéologue participe activement aux essais de drainabilité poursuivis par l'IRAT dans le champ expérimental de 120 ha de canne à sucre de Richard-Toll.

Février 1969 à Mai 1970

Après la visite de M. DIELEMAN, qui apporte une autre lumière sur les problèmes de drainage, une orientation nouvelle est donnée aux recherches qui conduit à l'idée de la définition d'unités hydropédologiques.

1.4. - MOYENS

1.4.1. - Personnel

L'équipe affectée à l'hydrogéologie sur le terrain, était composée de :

(en permanence)

Fonction	Nombre	du	au
Hydrogéologue	1	27 - 12 - 66	28 - 2 - 70
Adjoint Technique (AM 4)	1	1 - 4 - 67	28 - 2 - 70

(temporairement)

Sondeur Chef d'équipe (AM 4)	1	en fonction des besoins	
Chef d'équipe niveau BE	2	5 - 9 - 69	

La solution d'un problème de drainage nécessite en effet la synthèse de données qui ressortent de deux disciplines au moins : l'hydrogéologie et la pédologie. Il aurait donc fallu que les techniciens fassent équipe et travaillent selon un canevas dressé par l'utilisateur final qui est le "draineur".

C'est ainsi que la carte de salinité des sols du delta, qui aurait dû être, semble-t-il, une des pièces de l'étude des sols de cette région ne paraît pas avoir été dressée. On peut regretter que les 736 sondages et trous à la tarière exécutés par l'hydrogéologue n'aient pas été mis à profit pour dresser une carte récente de la salinité de la nappe phréatique et des sols, d'autant plus que le laboratoire du projet, installé à Richard-Toll, a été équipé pour effectuer de tels dosages.

Cependant, l'éloignement de Saint-Louis et les dispositions propres à l'utilisation de ce laboratoire (qui a travaillé essentiellement pour l'IRAT), n'on guère permis de procéder aux dosages en temps voulu.

C'est pourquoi on a dû se contenter, en ce qui concerne la salinité des sols du delta, de la carte dressée dans les années 50 par J. DUBOIS et qui aurait mérité d'être complétée et actualisée.

Pour le matériel, il apparaît qu'il ne faut guère hésiter à sous-traiter à des contractants spécialisés les travaux très particuliers tels que les sondages avec pompages d'essai. On ne peut, en effet, dans le cadre d'un projet, disposer de tout le matériel, extrêmement varié, et du personnel qualifié pour exécuter de telles opérations. C'est ainsi que les tests de pompage, nécessaires pour déterminer les paramètres hydrauliques du sous-sol, ne purent être menés. Enfin, tout projet d'irrigation et de drainage comporte de petits champs expérimentaux représentatifs dont le nombre est fonction des variétés de sols et de sous-sols et de surface reconnue. Aucun périmètre n'était prévu et les problèmes du

- B.R.G.M. - Direction de Dakar.

Des consultations permanentes ont eu lieu également avec le Service d'Hydrogéologie, en particulier avec M. H. MOUSSU, Directeur du Service, devenu peu après Consultant du Projet.

- I.R.A.T.

L'expert a eu l'occasion de travailler étroitement pendant 4 mois avec l'IRAT (Direction du Sénégal), lors d'une étude expérimentale de drainage (périmètre des 120 ha destiné à mettre au point des procédés de culture de la canne à sucre dans le "delta" du Sénégal).

1.6. - HISTORIQUE DES RECHERCHES SUR LA MISE EN VALEUR DE LA REGION

Le delta du Sénégal a fait l'objet depuis fort longtemps d'études et d'essais de toutes sortes qui, malheureusement, se sont souvent soldés par des échecs. Il nous semble utile de donner un rapide aperçu historique de l'évolution de ces recherches. J'emprunte à deux auteurs* les renseignements qui suivent.

En 1817, arrive à Saint-Louis, RICHARD "jardinier du Roi". De cette année à la première guerre mondiale, une longue série d'essais de plantation est faite dans le haut delta ; parmi ces cultures, citons le caféier, la canne à sucre, le bananier, l'ananas, la vigne, le mûrier, l'abricotier, le pommier, le poirier, le coton, le maïs, la luzerne, l'arachide.

---

* - 1954 - P. MARTINE - Résumé de l'histoire de Richard-Toll.
  - 1969 - A.M. SAKHO - Origine de la MAS.

Toutes ces tentatives paraissent encourageantes au début, mais cela ne dure point et en quelques années l'échec est constaté. La période de la guerre et de ses séquelles voit un ralentissement net des activités de la région. On tente cependant d'y introduire la prairie artificielle et le mouton mérinos ; c'est un nouvel échec.

En 1935 est créée la M.A.S. (Mission d'Aménagement du Sénégal) chargée de l'étude du Bassin du fleuve Sénégal. Le périmètre rizicole de Richard-Toll est créé en 1945.

Dans le delta, la mise en valeur des terres à riz est confiée à l'O.A.D. (Organisation autonome du delta) qui est remplacée en 1965 par la S.A.E.D. (Société d'aménagement et d'équipement du delta).

Outre ces organismes officiels, des entreprises privées ou semi-privées sont également intervenues dans l'étude du "delta" :

- L'I.R.A.T., commanditée par le Gouvernement du Sénégal et le C.E.R.I.S. (Comité du Sucre), à caractère de société d'économie mixte, ont travaillé dans le "delta" à la recherche rizicole et sucrière.

- Les Grands Moulins de Dakar. Cette Société privée a procédé à des essais de tomate industrielle, de haricots, de pois chiches, dans le "delta", côté sénégalais, à la demande de la S.A.E.D. Un aménagement semi-industriel est en cours.

Quant au delta mauritanien, c'est l'administration mauritanienne qui, depuis que la Mauritanie s'est retirée de la M.A.S., a pris en charge entièrement l'étude et la réalisation des aménagements hydro-agricoles dans la partie mauritanienne du delta (Génie rural).

En 1967, commencent les études du "delta" dans le cadre du Projet REG 61.

2 - RAPPORT DE SYNTHESE

2.1. - INTRODUCTION

Le delta du Sénégal, qui constitue l'arrière pays immédiat de la ville de Saint-Louis, ancienne capitale administrative de la Mauritanie et du Sénégal, avait suscité de grands espoirs en matière d'exploitation agricole qui longtemps ne se réalisèrent point. Sa situation géographique, à la frontière de deux pays et près de la mer, son relief très peu marqué, sa superficie, ses terres formées d'alluvions, l'abondance d'eau qu'apportent le fleuve et ses défluents, tout désignait le delta comme une future région d'intense activité agricole. Malheureusement, il y avait des ombres au tableau. Depuis 1820, des spécialistes s'étaient essayés à introduire, dans la partie haute au moins, toutes sortes de cultures, d'élevages, sans que des résultats probants viennent couronner leurs efforts.

Plus récemment, une exploitation rizicole mécanisée, des essais en grand de culture de la canne à sucre, montraient qu'un sérieux danger menaçait l'agriculture : les terres du delta recèlent une nappe phréatique salée qui contamine les sols eux-mêmes. La M.A.S.(1), organisme sénégalo-mauritanien chargé de l'aménagement de la vallée et du delta du Sénégal, prit conscience de cette difficulté et fit procéder à diverses études afin de bien poser le problème, et de le résoudre. Par ailleurs, le Gouvernement du Sénégal suscita des études pédologiques de la partie sénégalaise du delta, en vue d'y développer un ambitieux projet de riziculture.

Enfin, le projet régional REG 61 inclut dans son plan d'opération l'étude pédologique de la vallée et du delta d'une part, et l'étude hydrogéologique du delta d'autre part. La présence d'une nappe salée dans le delta était en effet apparue comme le principal obstacle à la mise en valeur agricole et il convenait d'en connaître le comportement et d'en éliminer les effets.

---

(1) Mission d'Aménagement du Sénégal.

En d'autres termes, il s'agissait de drainer cette nappe salée dont on craignait que l'irrigation ne fasse remonter le niveau de façon préjudiciable aux cultures.

L'étude hydrogéologique dont nous dirons les résultats ci-dessous montra assez rapidement que le drainage de la nappe ne pouvait être traité indépendamment des propriétés du sous-sol, mais surtout du sol. C'est pourquoi on en vint peu à peu à l'idée d'une étude hydropédologique, dont nous parlerons aussitôt après.

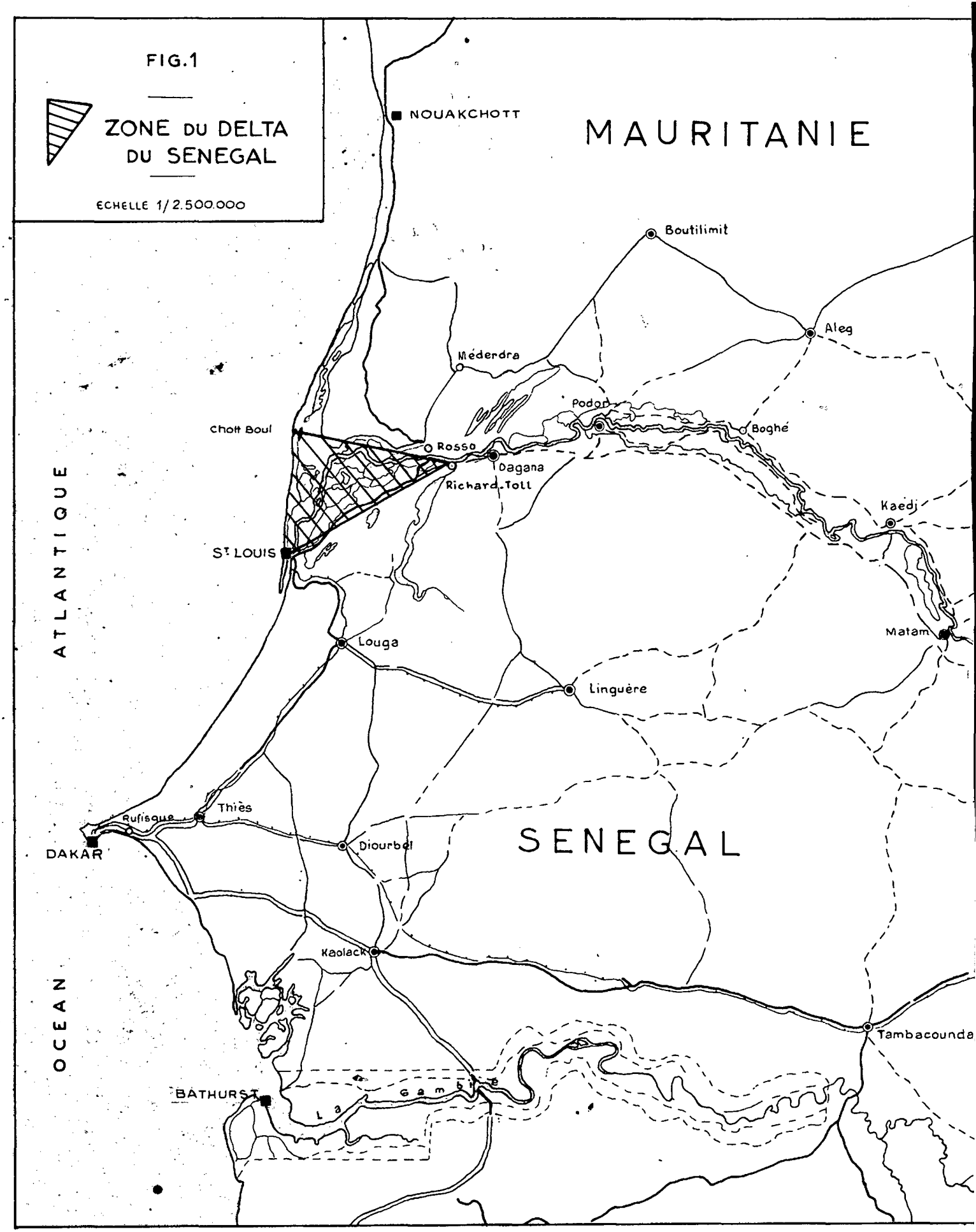
En effet, ce sont les exigences des cultures qui commandent, sous un climat tel que celui du delta, l'irrigation d'une part et le drainage d'autre part, le sol et le sous-sol constituant le milieu intermédiaire par lequel doit nécessairement transiter l'eau infiltrée.

2.2. - PRESENTATION DE LA REGION (fig.1)

Région bien individualisée, le delta du Sénégal s'inscrit dans un triangle rectangle à hypothénuse orientée SW-NE et dont les sommets sont au Nord Ouest le Chott Boul, au Nord Est Richard-Toll et au Sud Ouest l'embouchure du fleuve. Le fleuve suit à peu près les petits côtés du triangle, c'est-à-dire, qu'il coule d'abord d'Est en Ouest, puis, après une sucession de courbes, du Nord au Sud. Il détermine la frontière entre la Mauritanie au Nord et le Sénégal au Sud.

2.2.1. - Données géographiques

Le "delta" se présente comme une vaste plaine dont l'altitude moyenne ne dépasse pas +2 m au-dessus du 0 I.G.N., bordée au Nord et au Sud Est par des massifs dunaires "anciens" dont les crêtes atteignent +8 m à +10 m I.G.N. Quelques "reliques" de ces dunes ont subsisté à l'intérieur même du delta, à l'Ouest de Ross-Béthio.



M. AUDIBERT _ M. GUEYE _ B. SEYE.

Entre la branche Nord-Sud du fleuve et la mer, il existe encore des alignements dunaires contemporains et subcontemporains. Finalement il faut distinguer "terres basses" et "terres hautes". Dans les terres basses, le fleuve et un certain nombre de défluents, actifs seulement en période de crue mais anciens bras probables, ont édifié des levées de débordement, déterminant entre elles des "cuvettes", où décantent les eaux de crue.

Actuellement, ces défluents sont plus ou moins anastomosés et ne sont franchement reliés au fleuve que par l'aval. Les principaux d'entre eux sont, en rive droite le Garak, le Gouère, le N'Diadier, en rive gauche le Gorom, le Kassak-Lampsar, le Djeuss.

Dans le delta, la crue coïncide avec la fin de la saison humide et atteint son maximum en novembre. Dès février, le fleuve a retrouvé son niveau d'étiage et l'eau salée peut de nouveau pénétrer dans le lit mineur.

Le climat du "delta" n'est "subcanarien" que sur le littoral. Ailleurs, il est nettement de type sahélien avec deux saisons marquées, l'une sèche pendant laquelle soufflent des vents chauds dommageables aux animaux comme aux végétaux (novembre à mai), l'autre humide avec une pluviosité dont la moyenne est de 300 mm au Nord et de 400 mm au Sud, mais irrégulière d'une année à l'autre puisque le rapport entre le minimum et le maximum connus est de 1 à 7.

2.2.2. - Economie agricole (fig.2)

Jusqu'en 1964, les terres du "delta" tout entier étaient largement inondées par la crue et devenaient en saison sèche une zone de pâture pour une grande quantité de troupeaux.

Les bergers peuhls et leurs familles, ainsi que les habitants de quelques villages de pêcheurs ouolofs installés sur les berges du fleuve, représentaient alors, si l'on excepte Saint-Louis, les seuls habitants du "delta".

Du point de vue agricole, le haut-delta est, avec Richard-Toll, un lieu d'expérimentation agronomique permanent depuis 1817. La première réalisation d'envergure est celle du "casier rizicole de 6000 ha" de Richard-Toll. L'exploitation assurée actuellement par la SDRS (1) est entièrement mécanisée.

En 1964, à la suite des études de la MAS, le Sénégal fit contruire une digue de protection de 80 km de long équipée d'ouvrages de prises et se raccordant à celle du périmètre de Richard-Toll. Cette digue autorisait le contrôle de la submersion dans un grand nombre de dépressions et devait permettre la création de 30.000 ha de rizières. Il est apparu depuis que la moitié de cette surface présentait un degré de salure tel qu'on ne pouvait y envisager la riziculture sans traitement préalable. Les terres ont été distribuées à des paysans qu'on a déplacés. Les aménagements, l'encadrement, les façons culturales et la commercialisation sont assurés par la SAED (2).

Dans la partie mauritanienne du "delta", à Keur Macène, un essai de riziculture a été tenté dans une dépression interdunaire soumise à l'inondation annuelle mais contrôlée par un ouvrage de prise : l'ouverture trop précoce des vannes d'entrée, la première année, a provoqué le "piégeage" d'eau salée provenant du fleuve et refoulée par l'onde de crue. Les cultures ont avorté et celles des années suivantes en ont souffert.

---

(1) Société de Développement de la Riziculture du Sénégal.

(2) Société d'Aménagement et d'Equipement du Delta.

Plus important est l'aménagement rizicole de la cuvette de M'Pourié, immédiatement en aval de Rosso, par une mission chinoise. Elle représente le premier pas vers un aménagement dont rien ne permet d'affirmer qu'il sera du même type que ceux qui ont été réalisés sur la rive gauche.

Quelques centaines d'hectares ont été consacrés à la tomate industrielle dans la partie sénégalaise, sous l'impulsion des Etablissements Sentenac soutenus par la SAED et la SDRS.

Un projet de transformation du casier rizicole de Richard-Toll pour la culture de la canne à sucre est également à l'étude.

Toutes ces considérations n'ont pas grand chose à voir avec l'étude hydrogéologique du delta. Mais elles montrent, indéniablement, à quelles difficultés de toutes sortes, mais le plus souvent en relation avec le sel c'est-à-dire avec le drainage, on s'est heurté et on se heurte encore chaque fois qu'on se propose d'aménager le delta.

L'ensemble des aménagement existant dans le "delta" a été représenté schématiquement sur la figure 2.

2.3. - HYDROGEOLOGIE

L'étude des eaux souterraines est inséparable de celle des roches qui la recèlent ; c'est pourquoi il importe de connaître la nature de ces roches et leur arrangement dans l'espace, en un mot la géologie de la région intéressée. Les connaissances dans le delta étaient relativement peu étendues et nous nous sommes efforcés de préciser cette donnée de base.

L'étude des eaux souterraines, ainsi replacée dans son contexte, s'est appuyée sur les documents élaborés précédemment par différents organismes et a été poursuivie dans deux directions différentes : d'une part l'élucidation du comportement de la nappe salée qui n'apparaissait pas toujours explicable ; d'autre part la recherche d'éventuelles ressources en eau douce. Les résultats de cette étude seront exposés également ci-dessous.

2.3.1. - Géologie (fig 3)

La géologie du delta n'avait fait l'objet que d'études partielles, soit en profondeur (recherche pétrolière) soit tout à fait en surface et localement (recherche de sables titanifères). Une de nos premières et importantes tâches a donc été de dégager, par l'étude des documents et les reconnaissances de terrain (sondages), un schéma géologique global de la région. L'analyse des recherches a été exposée de façon détaillée dans le rapport Géologique (voir Titre 2) ; nous nous contenterons d'en donner ici les grandes lignes.

2.3.1.1. - Structure et histoire géologique du "delta" au Quaternaire

Le "delta" est géologiquement une zone de subsidence, c'est-à-dire qu'elle s'enfonce au fur et à mesure que les dépôts sédimentaires s'y accumulent. Ce processus est très ancien et s'explique par le fait que le delta repose sur un substratum faillé qui s'est soulevé aux confins Est immédiats, tandis qu'il s'affaissait en bordure du continent. Ainsi depuis au moins le début de l'ère secondaire, le "delta", par le jeu des affaissements successifs, a constamment été une région submergée. Pendant le Quaternaire, en raison de phénomènes climatiques qui ont affecté l'ensemble du globe et dont l'effet a été accentué par les mouvements tectoniques locaux, le "delta" a connu au moins trois transgressions marines.

Au cours de la première d'entre elles (Inchirien I), qui fut aussi la plus accentuée, des sédiments sableux et argileux se déposèrent dans l'ensemble du "delta" qui était alors un golfe se prolongeant loin au Nord en Mauritanie : c'est dans cette région que se jetait le fleuve Sénégal. Après un retrait momentané, le niveau de la mer s'élève de nouveau (Inchirien II : 40.000 BP), moins que précédemment sans doute, abandonnant des sédiments, argileux dans la partie Est du delta et gréseux dans la partie Ouest. C'est probablement au cours de la régression qui suivit que le fleuve, par suite de mouvements du substratum, se détourna de son cours originel et vint couler dans ce qui devint le delta. Une période de grande sécheresse s'installa (Ogolien : 30.000 BP) tandis que la mer continuait de se retirer. Il en résulta une action érosive du vent sur les sédiments marins : les cordons dunaires qui encadrent le delta au Nord et au Sud Est en sont les témoins actuels. Le fleuve avait alors très certainement cessé de couler.

Il est probable qu'il reprit son cours tandis que le climat devenait plus humide et que la mer reprenait son mouvement ascendant. Les crues du fleuve, brutales, transportèrent et répandirent dans sa vallée et dans le delta, les sables triés par le vent. Il en résulta donc une sédimentation sableuse sur l'ensemble du delta que la mer recouvrit bientôt, avant de s'engager dans le sillon du fleuve qu'elle remonta sur 400 km (Nouakchottien : 5.000 BP), ateignant la cote +2 I.G.N. La période actuelle commence alors avec un lent et nouveau retrait de la mer, accompagné par l'installation d'une mangrove qui suit la régression et finit par atteindre le delta ; il en reste quelques reliques aux abords de Saint-Louis. Par le jeu des crues, des marées et des lois propres à ce milieu vivant bien particulier qu'est la végétation de mangrove, le fleuve se divise en bras qui évoluent rapidement, remanient profondément les sédiments en place, transportent des éléments fins qui se déposent et sont à leur tour remaniés et mélangés aux dépôts précédents.

Le Nouakchottien enfin, extrêmement remanié, composé de sédiments argilo-sableux, épais de quelques mètres au plus, constitue l'aquifère le plus proche de la surface. C'est lui qui a retenu toute notre attention puisque, séparé des aquifères plus profonds par les argiles de l'Inchirien dans la plus grande partie du delta, c'est lui qui contient la nappe phréatique salée, dangereuse pour les cultures. Sa perméabilité est extrêmement variable en raison du remaniement qu'il a subi, mais généralement faible, allant de quelques centimètres par jour à deux mètres cinquante par jour.

2.3.2. - Les eaux souterraines (fig. 4)

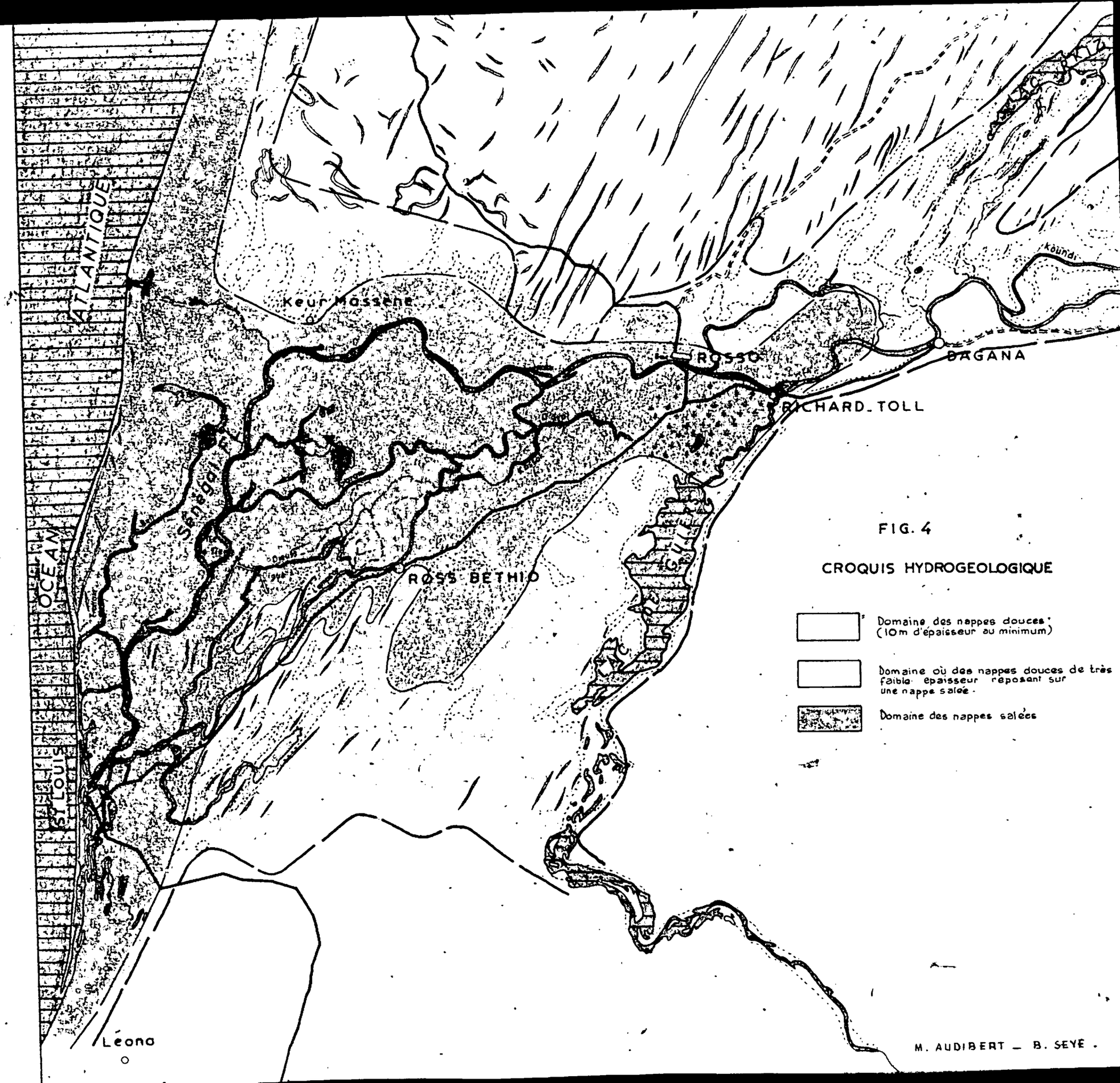
Nous avons dit précédemment que l'étude des eaux souterraines avait obéi à deux soucis : une meilleure connaissance du comportement de la nappe salée dans les terres basses et la recherche de réserves en eau douce.

Nous donnerons donc ici les conclusions de cette étude.

2.3.2.1. - La nappe salée

Elle est uniformément présente sur la totalité des terres basses du delta et se trouve à une cote moyenne proche du 0 I.G.N. Cependant, la salinité varie beaucoup : elle va de quelques grammes à 70 g/l, les teneurs les moins élevées se trouvant dans la partie amont du delta.

L'étude des fluctuations s'est heurtée à de nombreux problèmes pratiques. En effet, le delta connaît une saison sèche longue - 7 à 8 mois - au cours de laquelle se forment dans le sol de larges fentes de retrait qui se ferment plus au moins rapidement dès les premières pluies. Or, l'observation de la nappe ne peut se faire qu'à l'aide d'un tube crépiné.


OCEAN ATLANTIQUE
Keur Massene
Sénégal
ROSSO
DAGANA
RICHARD_TOLL
ROSS BETHIO
ST LOUIS
Léona
Koundi
FIG. 4
CROQUIS HYDROGEOLOGIQUE
Domaine des nappes douces (10m d'épaisseur au minimum)
Domaine où des nappes douces de très faible épaisseur reposant sur une nappe salée.
Domaine des nappes salées
M. AUDIBERT — B. SEYE.

Il s'est avéré à l'expérience qu'il était absolument indispensable, pour assurer la validité des mesures, de procéder à un colmatage extrêmement soigné de l'espace annulaire compris entre le tube et le terrain encaissant. Les mesures obtenues de cette façon ont montré que la nappe salée n'est alimenté par les pluies et par les eaux de débordement que très faiblement, et qu'à aucun moment il n'y a continuité entre l'eau souterraine et les eaux de surface, même lorsque celles-ci stagnent pendant une longue période sur le sol.

Quant aux variations de salinité, lorsqu'il y en a, elles ne semblent obéir à aucune logique. Dans les tubes d'observation où toutes les précautions d'isolation ont été prises, il n'y a pas de variation significative, ce qui renforce l'hypothèse des difficultés de communication hydraulique entre les eaux de surface et les eaux souterraines.

Ces mesures ont également montré que les échanges entre la nappe et les cours d'eau naturels sont pratiquement inexistants : la raison en est que le lit et les berges de ces cours d'eau, fleuve ou défluents, sont colmatés par des dépôts argileux, à très faible perméabilité.

La nappe reperd par évaporation et très rapidement ce qu'elle a reçu par sa surface. Il faut ajouter que lorsque les terres ne sont pas inondées, l'alimentation est soit très faible, soit même nulle.

Le phénomène important reste cependant le fait que sous un sol inondé, l'alimentation de la nappe s'interrompt pratiquement après un temps très court ; il faut très certainement rapporter ce phénomène à la fermeture des fentes de retrait.

2.3.2.2. - Les réserves d'eau douce

Des recherches ont été menées à cet effet dans les dunes qui bordent le delta et aussi dans les cordons littoraux anciens. Les résultats en ont été extrêmement décevants. Il existe en territoire mauritanien de petites nappes douces surmontant des eaux salées, qui semblent gagner en épaisseur lorsqu'on se dirige vers le Nord où elles sont exploitées par puits. Mais on est loin alors des limites du "delta". En territoire sénégalais, nous avons vu que les dunes elles-mêmes ne contiennent pas d'eau douce, sauf en quelques points où elle est exploitée par des puits temporaires quisemblent être la méthode la mieux adaptée.

Là, on se contente d'"écrémer" la nappe : exécutés dans des sables, ces puits en forme d'entonnoir n'ont que quelques centimètres d'eau quisont recueillis soigneusement. Lorsqu'il n'est plus possible de puiser, on passe au puits suivant, car ils sont toujours par groupe de 5 à 6 à quelque 10 à 30 m les uns des autres.

En tout état de cause, qu'il s'agisse d'irrigation ou d'alimentation en eau de villages, il est certain qu'il faudra toujours faire appel aux eaux de surface. C'est pourquoi l'intensification des recherches d'eau douce, un moment envisagée, a été abandonnée.

2.3.3. - Conclusions au chapitre hydrogéologie

Nous pensons avoir ainsi répondu au premier point, à la première partie du deuxième point et au troisième point des termes de références qui concernent (p. 1) la géologie et l'hydrogéologie de la région.

Lorsque cette eau est épandue, la zone des racines en retient une bonne partie tandis qu'une autre fraction percole, dissout et entraîne les sels déposés dans la frange capillaire, puis atteint la surface de la nappe. Celle-ci s'élève rapidement (généralement quelques heures au plus).

Il faut souligner que l'eau percolée a repris les sels préalablement déposés et que la nappe n'a pas été alimentée par de l'eau douce mais par de l'eau plus ou moins salée.

Pendant la période qui va séparer cette irrigation de la suivante, deux phénomènes vont se passer : d'une part la nappe va tendre à retrouver son niveau d'origine par écoulement vers les drains, mais l'abaissement sera plus lent que la montée (généralement de l'ordre de la période de l'irrigation) ; d'autre part, les plantes consommant l'eau retenue dans la zone des racines, des remontées capillaires vont aussitôt se reproduire en transportant du sel en direction de la zone des racines. Or, les plantes ne peuvent supporter une concentration en sel trop forte.

Tout le problème du drainage, dans un tel cas, revient donc à maintenir un taux maximal de concentration en sel dans la solution du sol, compatible avec la plante cultivée.

Pour cela un certain nombre de conditions doivent être réunies :

- les doses d'irrigation et leur fréquence doivent être établies non seulement en fonction des besoins des plantes, mais aussi en fonction des besoins en "lessivage". Il faut, en effet, que les quantités d'eau qui traversent les couches non saturées soient suffisantes pour dissoudre et transporter les sels vers le bas ;

- les drains doivent être à une profondeur suffisante pour que, lorsque le niveau de la nappe atteint son maximum, il soit encore à une distance assez grande de la surface du sol : ainsi, les sels transportés vers le haut n'atteindront pas la zone des racines ;

- l'écartement des drains devra être calculé en fonction de la quantité d'eau à évacuer, de la perméabilité horizontale du terrain et de la charge hydraulique, c'est-à-dire la différence de niveau entre les drains et la nappe parvenue à sa hauteur maximale. Plus la perméabilité et l'épaisseur du terrain aquifère sous le niveau des drains seront grandes, plus l'écartement sera important.

Voyons maintenant les conditions réelles dans le delta du Sénégal.

2.4.2. - Les conditions dans le "delta"

Contrairement au schéma exposé ci-dessus, les terrains du delta sont bien loin d'être homogènes. Seules les couches de surface montrent une certaine constance : elles sont argileuses ou argilo-limoneuses sur une épaisseur variable qui peut atteindre plus de 2 m. Au-dessous, une grande variété est la règle dans la composition ou la succession des couches. Globalement cependant, on peut dire que sous les argiles de surface, les sédiments sont à tendance sableuse et limoneuse.

2.4.2.1. - Les couches de surface

Elles sont, nous l'avons dit, argileuses et résultent de la décantation en milieu calme des suspensions fines amenées par les eaux de débordement du fleuve. Fréquemment salées, elles forment le "sol" du "delta". Mais un certain nombre de caractères leur confèrent, en présence d'eau douce, un comportement très particulier. La composition minéralogique de la fraction argileuse est dominée par la montmorillonite, espèce

elles constituent le milieu à travers lequel l'eau de la nappe s'écoulera horizontalement vers les drains. La plus grande transmissivité (produit de la perméabilité par l'épaisseur) possible est donc requise.

Le problème dans le delta a été de circonscrire des zones dont le sous-sol peut être globalement considéré comme possédant une certaine homogénéité texturale et une transmissivité acceptable. Bien qu'il soit apparu que la nature du sous-sol ne pouvait en aucun cas être déduite d'observations géomorphologiques, on est tout de même parvenu à ce résultat par l'exécution d'un très grand nombre de sondages.

D'une manière générale, la perméabilité du sous-sol est faible - de quelques centimètres par jour à 2,5 m/j - et l'épaisseur des couches transmissives est en général inférieure à 5 m.

Si l'on fait abstraction du problème non encore résolu attaché à la percolation dans les couches de surface, et en ne considérant que le sous-sol, il est certain que le calcul et la mise en place de réseaux de drainage ne sont pas techniquement une chose simple.

L'hétérogénéité du sous-sol est telle et la surface intéressée si grande qu'il n'a pas été possible d'aller au-delà du stade de la reconnaissance, dont les résultats ont été résumés dans une carte de texture du sous-sol.

2.4.2.3. - Les carte de texture (fig. 5)

Celle-ci comporte deux sortes de renseignements relatifs aux couches de surface et aux couches drainantes. Considérant tout d'abord qu'en tout état de cause, les argiles de surface se caractérisent par une transmissivité verticale très limitée, il a été admis qu'une épaisseur de 1 m était le maximum admissible.

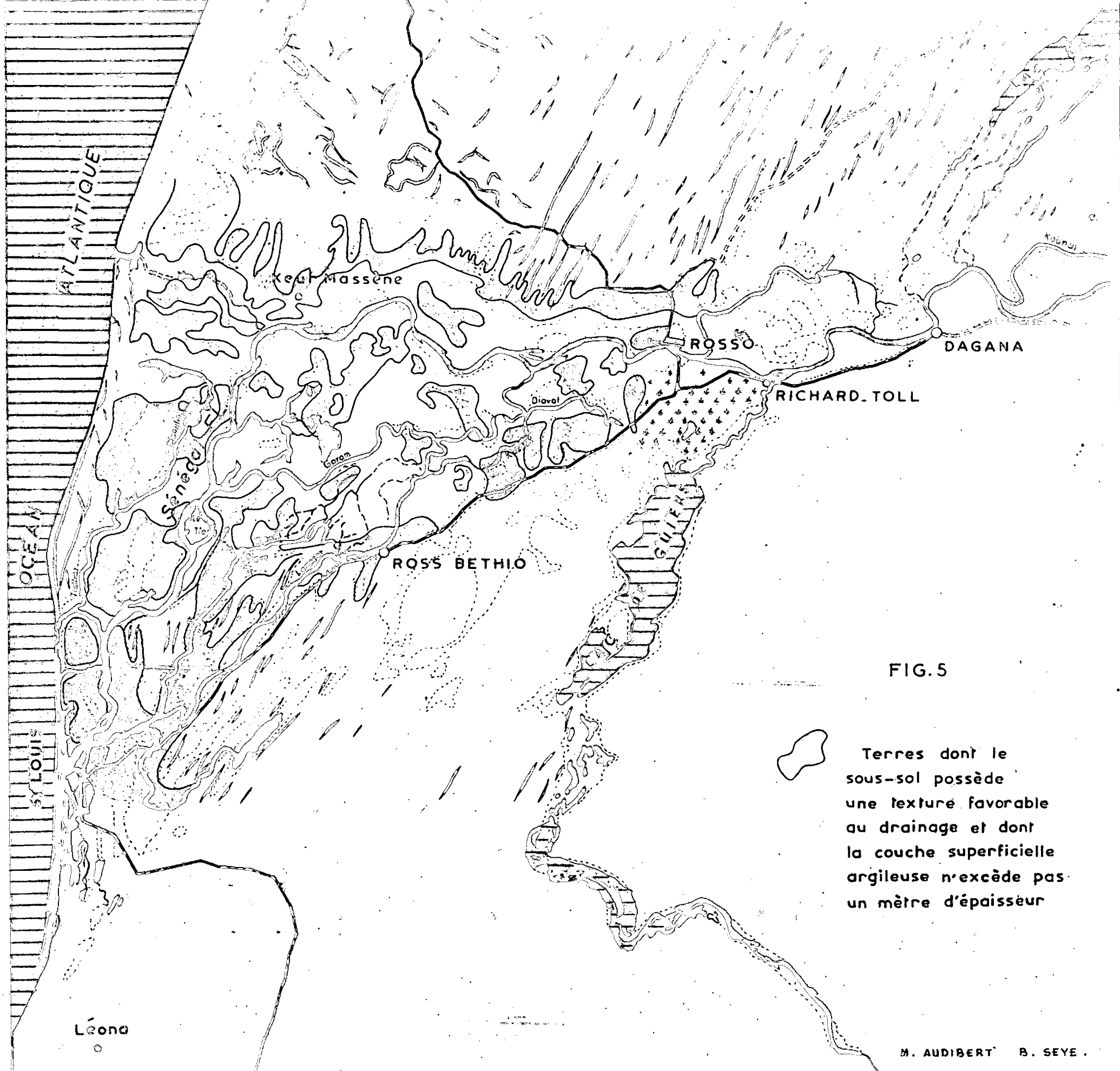

ATLANTIQUE
OCEAN
St LOUIS
Keur Massene
ROSSO
DAGANA
RICHARD_TOLL
Diavat
Garom
Sénégal
ROSS BETHIO
GUIER
Léona
Terres dont le sous-sol possède une texture favorable au drainage et dont la couche superficielle argileuse n'excède pas un mètre d'épaisseur
M. AUDIBERT B. SEYE.

FIG. 5

Ce premier critère a permis la définition de surfaces fermées, à l'intérieur desquelles on a cherché à distinguer des domaines où la texture du sous-sol conservait une constance suffisante. Ceci a conduit à individualiser trois classes de sous-sol dont on peut espérer qu'elles possèdent une transmissivité moyenne relativement homogène et suffisante pour être aptes au drainage ; ce sont les sous-sols sableux, les plus favorables évidemment, les sous-sols limono-sableux et les sous-sols limoneux enfin.

Cette carte est un guide et ne doit en aucun cas être considérée comme un document définitif. Les surfaces délimitées représentent la proportion limite maximale des terres qui pourraient être éventuellement drainées et aménagées. Cette proportion est de l'ordre de 1/3 de la superficie totale des terres basses, soit environ 100.000 ha, se répartissant comme suit :

- zone à sous-sol sableux : 28.600 ha
- zone à sous-sol limono-sableux : 45.100 ha
- zone à sous-sol limoneux : 33.300 ha.

La figure 5 donne le schéma global des surfaces retenues. On trouvera le détail dans la carte annexée au titre IV. Cette même proportion ne tient pas compte de la salinité des sols : l'étude pédologique a malheureusement été réalisée indépendamment de nos propres travaux et sans obéir aux mêmes préoccupations.

Afin de donner un ordre de grandeur, il semble que les drains devraient être espacés de 100 à 300 m et profonds de 2 m à 2,5 m. Toutefois, il sera impératif, si l'on démontre que le processus du drainage est possible, de procéder à une étude détaillée du sol et du sous-sol de chaque périmètre retenu pour une mise en valeur.

2.4.3. - Conclusions au chapitre hydropédologie

Ce chapitre répondait à la deuxième partie du point 2 des termes de référence, dont l'objet (p.1) était l'étude des moyens de lutte contre le sel. Nous avons vu que le problème était très compliqué : un grand nombre de facteurs naturels défavorables sont en effet réunis dans le delta. L'étude a conduit tout d'abord à poser un problème dont on ne soupçonnait ni l'importance ni même l'existence lorsqu'elle a été projetée.

Ces problèmes, relatifs au sol lui-même, sont actuellement examinés dans un champ expérimental. Par ailleurs, sans attendre le résultat de cette recherche, on a fait le partage des terres qui présentent par ailleurs un sous-sol relativement favorable au drainage, et des terres qu'il faut considérer d'ores et déjà comme impropres aux cultures irriguées.

2.5. - CONCLUSIONS GENERALES

L'introduction dans le delta de cultures irriguées se heurte à de grosses difficultés. Celles-ci sont tout d'abord d'ordre technique : le sous-sol très hétérogène est relativement peu "drainant". Mais surtout le sol possède des propriétés très défavorables qui peuvent compromettre la possibilité même du drainage, corollaire nécessaire de l'irrigation.

Elles sont ensuite d'ordre économique : en supposant le problème technique résolu, les investissements risquent d'être extrêmement élevés et injustifiables ; dans les conditions actuelles, il est probable que la seule installation d'un réseau de drainage se monterait en moyenne à 100.000 F CFA/ha.

C'est pourquoi il est possible que la riziculture soit actuellement la spéculation la mieux adaptée, dans la mesure où les sols ne sont pas exagérément salés, puisque cette culture peut se passer de drainage. Dans le cas de terres trop salées, il faudra cependant, même pour le riz, recourir à cette technique. Des essais sont en cours : cette expérience sera donc d'une aide précieuse à la fois pour lever le doute quant à la capacité des couches de surface à transmettre l'eau et pour estimer la rentabilité d'un réseau de drainage.

2.6. - B I B L I O G R A P H I E

AMBROGGI - 1968 - Rapport de consultant - Projet d'étude hydroagricole du bassin du fleuve Sénégal - inédit -

ARCHAMBAULT. J. 1964 - Données pour servir à l'étude de la nappe du delta du Sénégal (Bulletin MAS Saint-Louis)

BCEOM - SOGREAH - SOGETHA - 1958 - Etude du plan général d'aménagement de l'ensemble de Richard-Toll - Diovol Paris - Grenoble

BCEOM - SOGREAH - SOGETHA - 1966 - Etude de la suralimentation du lac de GUIERS et de l'aménagement hydroagricole du DIOVOL-Recherche sur le système drainant - Paris - Grenoble

BREMOND - Rapport sur l'exécution des forages de reconnaissance exécutés dans le fleuve Sénégal / IX -1.

BREMOND - Rapport provisoire sur le premier forage de Saint-Louis

BRYSSINE - CHEROTSKI - Note sur la relation entre la salure du sol et de l'eau d'irrigation et le régime des irrigations. Bulletin MAS - n° 61.

COTHA - 1955 - Rapport de Mission sur les études hydrauliques, agronomiques et hydrogéologiques dans le delta de la vallée du Sénégal et le R'Kiz.

DEGALLIER R. - 1956 - Géologie de la Région de Richard-Toll-BRGM DAKAR.

de RAAD - 1969 - Rapport de Mission - Projet d'étude hydroagricole du Bassin du Fleuve Sénégal - inédit -

DIELEMAN P.J. - 1969 - Rapport de consultant - Projet d'étude hydroagricole du Bassin du Fleuve Sénégal - inédit -

DUBOIS J. - 1955 - Quelques résultats sur le drainage et la migration du sel à Richard-Toll - Bulletin MAS n° 21.

DUBOIS J. - 1962 - Etude de la nappe phréatique dans le delta du Sénégal SCET-Coopération - PARIS

EDELMAN - 1967 - Rapport de Consultant - Projet d'étude hydroagricole du Bassin du Fleuve Sénégal - inédit -

ELOUARD P. - Etude géologique et hydrogéologique des formations sédimentaires du Guebla mauritanien et de la vallée du Sénégal - BRGM - DAKAR.

ELOUARD P. FAURE H. - Quaternaire de l'Inchirien du TAFFOLIT et des environs de NOUAKCHOTT. Rapport n° 19 - Laboratoire de géologie de l'Université de DAKAR.

ELOUARD P. FAURE H. MICHEL P. - 1967 - Nouvelles recherches sur le Quaternaire récent de la région de SAINT-LOUIS. Rapport n° 17 - Laboratoire de Géologie de l'Université de DAKAR.

ELOUARD P. - Réunion de la commission du lexique stratigraphique : définition du Nouakchottien - Bulletin ASEQUA n° 10-11 page 9.

ELOUARD P. - 1966 -Eléments pour une définition des principaux niveaux du Quaternaire sénégalo-mauritanien - Plage à Arca senilis - Bulletin ASEQUA n°9 pages 6 à 20 -

HEBRARD L. - 1967 - Les formations tertiaires et quaternaires de l'isthme de la presqu'île du Cap-Vert - Laboratoire de géologie DAKAR.

LAYETTE J. - 1964 - Etude hydrogéologique de la nappe phréatique du haut-delta du fleuve Sénégal (SENEGAL, MAURITANIE) BRGM DAKAR.

MERMEY P. - 1967 - Etude des couches superficielles du delta du Sénégal - inédit - SAP - PARIS -

MICHEL P. - 1967 - Les dépôts du quaternaire récent dans la basse vallée du Sénégal - Bulletin IFAN - Série A, n° 2 pages 853 - 860.

MICHEL P. - 1967 - Les grandes étapes de la morphologie dans les bassins des fleuves Sénégal et Gambie pendant le Quaternaire - Communication au VIe Congrès panafricain de Préhistoire et du Quaternaire.

MONCIARDINI C. - 1956 - La sédimentation éocène du Sénégal - Mémoire. BRGM n°43.

POIRET & OLIVIER - Assainissement agricole - Drainage par tuyaux ou fossés - EYROLLES -

SAINTON C. - 1957 - Etude géologique de la région du lac de GUIERS - BUMIFOM - archives BRGM - DAKAR.

S A P - Rapport de fin de sondage TOUNDOU-BESSET - inédit - archives SAP - PARIS.

S A P - Documents inédits -

S A S I F - 1954 - Richard-Toll - Reconnaissance - DAKAR.

S A S I F - 1959 - Barrage du RONQ - Reconnaissance - DAKAR.

S A S I F - Reconnaissance pour la route Rosso-Nouakchott - BRGM - DAKAR.

SOGREAH - IRAT - SOGETHA - Etude de la pédologie et des conditions de drainabilité de l'ensemble Richard-Toll-Diovol - Paris-Grenoble.

TRICART J. - 1961 - Notice explicative de la carte géomorphologique du delta du Sénégal. Mémoire BRGM n° 43 - BRGM - DAKAR.

VAN BEERS - 1964 - Méthode du trou à la tarière - TERRES et EAUX n° 44 - 4e semestre 1964 - 1er trimestre 1965 pages 16 à 28.

VAN BEERS M.W.F.J. - 1966 - Quelques nomogrammes pour le calcul des espacements des drains - TERRES et EAUX n° 47 - 1er semestre 1966 pages 2 à 20.

==========