09303

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTE DES LETTRES
& SCIENCES HUMAINES
DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE

O. M. V. S.
Centre de Documentation
SECRETARIAT GENERAL

EAUX ET MILIEU PHYSIQUE DANS LE BASSIN DE L'AXE GOROM

MEMOIRE DE MAITRISE

PRESENTE PAR
MADEMBA GUEYE

SOUS LA DIRECTION CONJOINTE DE

- M. ALIOUNE KANE MAITRE-ASSISTANT
- M. MAMADOU M. SALL PROFESSEUR

ANNEE UNIVERSITAIRE 1992 - 1993

09303

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTE DES LETTRES
& SCIENCES HUMAINES
DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE

EAUX ET MILIEU PHYSIQUE DANS LE BASSIN DE L'AXE GOROM

MEMOIRE DE MAITRISE

PRESENTE PAR
MADEMBA GUEYE

SOUS LA DIRECTION CONJOINTE DE

- M. ALIOUNE KANE MAITRE-ASSISTANT
- M. MAMADOU M. SALL PROFESSEUR

ANNEE UNIVERSITAIRE 1992 - 1993

Nous dédions ce modeste travail à :

- ma mère arrachée à notre affection le **19 Décembre 1991** à **ST-LOUIS**.

- à notre ami et camarade étudiant au département **KHASSIM DIOUF**, décédé le **13 Février 1993** à **Kaolack**.

A ces deux, que **DIEU**, le **TOUT-PUISSANT** les accueille en son paradis.

AMEN

SOMMAIRE

PAGES

AVANT - PROPOS _ _ _

II - 3-1. Les sols hydromorphes 34
II - 3-2. Les sols halomorphes 35

II - 4 - La végétation 35
II - 5 - Les caractéristiques hydrogéologiques 37

2ème PARTIE : LE GOROM : UN AXE HYDRAULIQUE

I - HYDROGRAPHIE DU GOROM 40
II - LE GOROM AMONT : FONCTIONS ET CONTRAINTES DE FONCTIONNEMENT 41

II - 1 - Le fonctionnement du Gorom Amont 41
II - 1-1. Le remplissage gravitaire 41
II - 1-2. Le remplissage par pompage 42

II - 2 - Les ouvrages 42
II - 2-1. Les digues 42
II - 2-1. 1. La digue périphérique 42
II - 2-1. 2. La digue de Boundoum - barrage 43
II - 2-1. 3. Le pont-barrage de Boundoum-barrage 43

II - 2-2. Les stations de prise d'eau 43

II - 2-2. 1. L'ouvrage de RONQ 43
II - 2-2. 2. L'ouvrage de Diambar 44
II - 2-2 .3. La station de pompage de RONQ 44
II - 3 - Les contraintes de fonctionnement du Gorom Amont 44
II - 3-1. Les contraintes naturelles 44

II - 3-1. 1. La dépendance hydrologique vis-à-vis du fleuve Sénégal ---- 44
II - 3-1. 2. Le caractère sinueux et retréci de l'axe ---- 46
II - 3-1. 3. Les contraintes liées à l'évaporation ---- 48
II - 3-1. 4. L'envasement de l'axe ---- 49
II - 3-1. 5. L'enherbement excessif ---- 51
II - 4 - Les contraintes artificelles du fonctionnement du Gorom Amont ---- 51

II - 4-1. Les besoins en eau pour l'irrigation ---- 51
II - 4-1. 1. La capacité du Gorom Amont et l'énormité des besoins à satisfaire ---- 53

II - 4-2. Les pertes liées aux défauts de construction des canaux d'irrigation ---- 54

II - 4-3. Les contraintes d'ordre organisationnel ---- 55

II - 5 - Les mesures à entreprendre ---- 55

III - LE GOROM AVAL ET LA PROBLEMATIQUE DU DRAINAGE DANS LE BASSIN ---- 60

III - 1 - Le problème de la salinité des terres ---- 60

III - 2 - Fonctions du Gorom Aval ---- 62

III - 2-1. Le Gorom Aval et le parc de DJOUDJ ---- 62
III - 2-2. Le Gorom Aval : axe de drainage ---- 62
III - 2-3. Les ouvrages du Gorom Aval ---- 63

III - 3 - Les modifications prévues sur le Gorom Aval.....63
III - 4 - La problématique du drainage.....64
III-4-1 Definition du drainage.....64
III - 4-2. Importance du drainage.....64
III - 4-2. 1. Objectifs.....64
III - 4-2-1. 1. Assainissement des zones irriguées.....64
III - 4-2-1. 2. Contrôle de la salinité.....65

III - 4-2-1-2. 1. Dessalement superficiel.....65
III - 4-2-1-2. 2. Dessalement souterrain.....66
III - 4-2-1-2. 3. Quantité d'eau et de sel à évacuer.....67

III - 4-3. Les contraintes de drainage.....69

III - 4-3. 1. Contraintes liées à la nature du terrain.....69
III - 4-3. 2. Contraintes causées par les défauts d'aménagement.....70
III - 4-3. 3. L'évacuation des eaux de drainage.....70

3ème PARTIE : LES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES ET LEURS IMPACTS SUR LA GRANULOMETRIE SABLEUSE ET LA NATURE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DU GOROM

I - LES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES.....73
I - 1 - Types et évolution des aménagements hydro-agricoles.....74
I - 1-1. Les aménagements primaires ou aménagements de submersion semi-contrôlée de 1945.....76

I - 1-2. Les aménagements secondaires de submersion contrôlée 76

I - 1-2. 1. Les aménagements secondaires gravitaires de 1960 76

I - 1-2. 2. Les aménagements secondaires améliorés avec pompage de 1968 76

I - 1-2. 3. Les amenagements tertiaires ou de submersion dirigee de 1972 79

II - CARACTERISQUES GRANULOMETRIQUES SABLEUSES DE QUELQUES UNITES ETUDIEES DANS LE BASSIN DU GOROM

II - 1 - Variations des paramètres texturaux des unités étudiées 83

II - 1-1. Cuvette de Boundoum 83

II - 1-2. Fonds de canalisations 85

II - 1-3. Levées subactuelles 85

II - 2 - Granulométrie des sables des 3 unités 87

II - 2-1. Les sédiments de la cuvette 87

II - 2-2. Les sédiments des fonds de canalisations 87

II - 2-3. Les sédiments des levées subactuelles 93

III - CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DU GOROM.

III - 1 - Les paramètres physiques 94

III - 1-1. Le P.H 94

III - 1-2. La conductivité électrique 98

III - 2 - Les paramètres chimiques du bilan ionique 100

III - 2-1. Le calcium 100

III - 2-2. Le magnésium 100

III - 2-3. Le sodium 100

III - 2-4. Le potassium 101

III - 2-5. Le chlorure 101

III - 2-6. Les sulfates 102

III - 2-7. Les bicarbonates 102

III - 2-8. Le résidu sec 102

CONCLUSION GENERALE 106

Références bibliographiques 109

Abréviations 114

Liste des figures 115

Liste des tableaux 117

Annexes 118

AVANT - PROPOS

Ce **T.E.R** nous a permis d'apporter notre modeste contribution à la connaissance du Delta du fleuve Sénégal qui demeure un enjeu de taille, vu sa vocation dans le développement économique et social du pays en général et de la région de Saint-Louis en particulier.

Sur ce, nous avons abordé l'eau dans un milieu artificialisé en rapport avec les aménagements hydro-agricoles et les vocations assignées à l'axe du Gorom.

Cependant, notre travail n'a jamais eu la prétention d'être l'oeuvre d'un spécialiste. Il est tout naturellement un essai d'application des méthodes de travail et de recherche d'un apprenti géographe. Nous avons essayé d'appliquer la formation reçue à l'Université à la réalité sur le terrain.

Il va s'en dire que l'élaboration d'un tel T.E.R constitue véritablement, un travail laborieux. Aux problèmes financiers, viennent s'ajouter la dispersion, l'éloignement de la documentation et les contraintes de déplacement sur le terrain.

Aussi l'assistance constante, la disponibilité, les conseils et les encouragements de nos encadreurs, de nos parents et de tous nos amis, nous ont-ils permis de surmonter ces entraves. C'est pour cela, que nous tenons à exprimer ici notre gratitude et nos sincères remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous ont apporté leur soutien aussi bien matériel que moral.

Des remerciements particuliers sont adressés à nos maîtres et encadreurs quui nous guidés dans la recherche et la documentation pour la réalisation de ce T.E.R.

Il s'agit surtout de :

- Monsieur ALIOUNE KANE, Maître - Assistant qui nous a intéressé depuis le secondaire (1ère et Terminale B au Lycée CHARLES DE GAULLE), à la Géographie. C'est sans doute lui qui nous a influencé à suivre cette branche intéressante qu'est la Géographie.

Il nous a fait "découvrir" le bassin du Gorom et nous a initié aux techniques de recherche sur le terrain. Nous lui sommes reconnaissant pour sa disponibilité, sa rigueur et son dévouement.

- Nous ne saurions exprimer également la profonde reconnaissance que nous devons à Monsieur MAMADOU M. SALL, Professeur au département de Géographie. Il a cordialement accepté d'assurer la direction de ce travail à la suite de l'absence de Monsieur ALIOUNE KANE du territoire national.

- A Monsieur J.X. COGELS du laboratoire de Géochimie de l'O.R.S.T.O.M, qui a accepté spontanément de nous expliquer les résultats des analyses physico-chimiques des eaux , nous lui disons merci.

Nos remerciements à toute l'équipe du laboratoire de la SAED à ROSS-BETHIO. Toute notre gratitude à Mr DIALLO qui nous a permis d'obtenir les résultats des analyses des eaux du Gorom.

Toute notre reconnaissance à Messieurs **MASSOGUY GUEYE** et **SEYNI NDAO**, respectivement Chef de la Division Aménagement et Gestion de l'eau et Chef du projet Irrigation IV de la SAED à ROSS-BETHIO et à leurs collaborateurs **OUSMANE HANE** et **MBODJI**, pour l'aide apportée, la réalisation de la carte hors-texte et les renseignements fournis.

A tout seigneur tout honneur, c'est au département de Géographie de l'Université **CHEIKH ANTA DIOP**, que revient l'intérêt de toutes nos recherches. Nous sommes reconnaissants à l'ensemble du corps professoral.

Permettez-nous aussi de remercier, tous les organismes, instituts et services qui ont eu à apporter leur contribution.

- Le Centre de Documentation de l'O.M.V.S : **Mr DJIBY SALL**, le Directeur et ses collaborateurs, Messieurs **DIA, MBAYE, DIATTA** et Melle **SALY**. Nous les remercions pour leur confiance et les facilités qu'ils ont bien voulues nous accorder.

- le Centre de Documentation de la SAED à N DIAYE : **Mr KANE**, le Directeur du Centre et Melle **MARIE M'BENGUE**, qui nous a reçu aimablement et nous a mis dans de bonnes conditions.

- l'I.S.R.A de St-Louis : **Mr TANOU BA**, Chef du laboratoire de la bioclimatologie et **Melle DIOUF**, nous ont facilité l'accès à une banque de données climatiques des stations de N'DIOL, de N'DIAYE et de RICHARD-TOLL.

- Le Bureau d'Etudes et de Contrôle (B.E.C) de la SAED à ST- LOUIS, Messieurs **RAHIM N'DIAYE, BASSIROU N'DOUR, YOUSSOU DIOP**, pour la documentation mise à notre disposition.

- le Service Régional de l'Hydraulique de St-Louis : **Monsieur CHEIKH SECK**, Ingénieur et Directeur du Service et **Mr DIAGNE** pour leurs explications et les éclaircissements sur les vocations de l'axe.

- le Laboratoire de la SONEES de KHOR à St-Louis, nous a permis de subir un stage de dosage de certains paramètres physico-chimiques. Notre gratitude à **Messieurs DIOUF** et **DABO**.

Nos sincères remerciements à **Mr MAMOU FALL DIAGNE**, Instituteur et sa famille pour l'accueil et l'hébergement durant notre séjour à Ross-Béthio.

La Cellule Après-Barrage : **Mrs PAPE GUEYE, DAFF** pour leur disponibilité à notre égard.

- A **ALDIOP SALL** et sa gentille famille à St-Louis, pour l'intérêt porté à nos travaux.
- Aux camarades étudiants travaillant avec nous dans le delta du Sénégal; nous voulons nommer **SIDY MOCTAR DIEYE, SALIOU DIEYE , EL HADJI SARR**.
- A Monsieur **GILGAME FAYE** du Laboratoire de Morphologie du Département de Géographie pour l'assistance accordée à la réalisation de la granulomètrie.
- A Monsieur **MOUSSA DIOP** et sa famille pour l'hébergement accordé à notre égard depuis notre entrée à l'Université.
- A notre cousine **Madame SOKHNA DIA NDIAYE**, qui a bien voulu accepter d'assurer la saisie informatique.
- Aux secrétaires de la SAEDIC, sise 2, place de l'Indépendance : **Melle FATOU BINETOU CISSE, Mme FAMA THIAM** , pour leur magnifique travail.

A nos amis de toujours : **THIEYACINE FALL, MACTAR FAYE, CHEIKH HANE, ABDOULAYE HANNE, CHEIKH DIOP, DAME DIOP, CHEIKH DIAWARA, MODOU NIANG, MODOU FAYE, NDEYE PENDA YADE, ANTA HANE, COUMBA FAYE.**

- Enfin, nos pensées à toute notre famille, toujours soucieuse de l'état d'avancement de nos travaux. Une mention spéciale est adressée à **DOUDOU GUEYE, MBAYE GUEYE, MOUSTAPHA GUEYE, KHALY GUEYE, FANTA GUEYE, FATOU DIAGNE GUEYE, NDEYE YACINE GUEYE** pour tout ce qu'ils ont fait pour leur petit frère que nous sommes.

INTRODUCTION

Situé dans le delta du fleuve Sénégal, le bassin du Gorom est constitué de terres basses inondables entre la mer et le désert (Fig.1).
Le Gorom fait partie d'un réseau de défluents drainant cette partie du Delta.

Dans le contexte régional, le bassin s'étire du Nord Est à l'Ouest allant du village de RONQ, jusqu'à la confluence du Gorom Aval avec le fleuve Sénégal en amont de DIAMA (cf carte hors texte). Ce qui donne à l'axe une longueur approximative de 65 km.

Le cadre géographique dans lequel est contenu ce bassin, correspond à peu près à la zone comprise en latitude entre les parallèles de 16°28' et 16°18' Nord et en longitude entre les méridiens de 16°42'5 et 16°20' Ouest.

L'évolution de ce bassin s'inscrit dans la configuration générale du delta. Elle a abouti à la mise en place d'un relief monotome marqué par une grande extension de surfaces planes et à faible déclinité.
Les rares hauteurs de dunes ogoliennes ne dépassant pas 15 m, se situent au Nord du Parc de DJOUDJ.

Le Gorom est caractérisé par un profil en travers très étroit avec une largeur moyenne de 25 m, surtout dans sa partie amont. Son profil en long reste rythmé par de nombreux méandres formés par des levées dites subactuelles qui encadrent le chenal. Elles sont en forme de faisceaux isolant des cuvettes de décantation. Entre ces deux unités, s'étendent les levées fluvio-deltaïques.

Deux faits majeurs semblent être à l'origine de l'artificialisation de l'axe : la nécessité d'approvisionner cette zone en eau douce compte tenu de la salinité de la nappe souterraine d'une part, et la vocation agricole du bassin qui s'inscrit dans une dynamique de relance de la riziculture du fait des possibilités qu'offre la retenue du barrage de DIAMA, d'autre part.

Il s'en suit une modification du régime hydrologique du défluent en phénoméne hydraulique. Nous nous attelerons non seulement à l'étude des ouvrages (digues,barrages, stations de pompage et d'exhaure) mais aussi et surtout à celle de leurs effets sur la dynamique de la rivière.

- <u>Les travaux antérieurs</u>

La documentation reste abondante. Elle se trouve en grande majorité au Centre de Documentation de l'OMVS à St-Louis, au Centre de la SAED à N'DIAYE à la bibliothèque de l'ISRA,à la CAB à DAKAR.

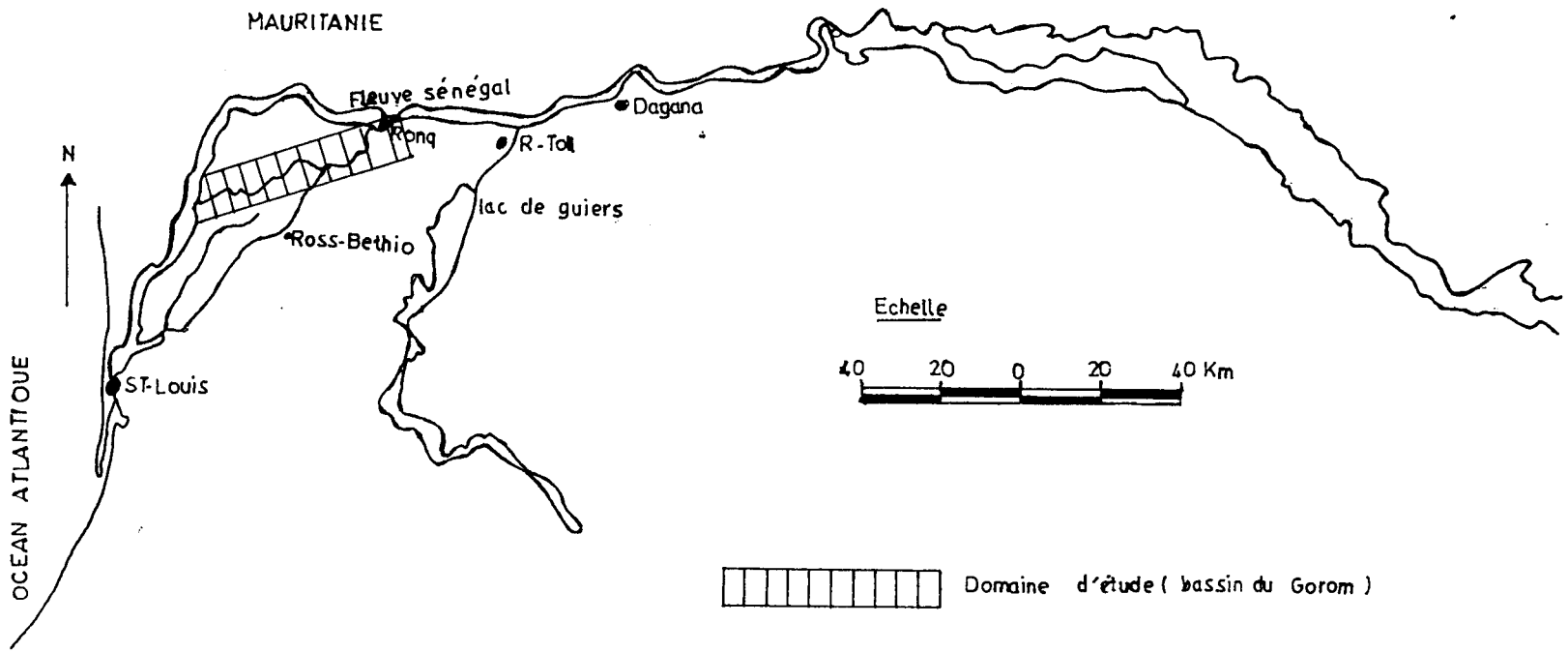


FIG 1 CARTE DE SITUATION

Elle englobe plusieurs disciplines scientifiques intéressant la vallée du fleuve Sénégal d'une manière générale.

Néanmoins, les études faites sur le Gorom semblent importantes. Mais vu son intérêt dans l'hydraulique villageaoise, les rapports de missions du Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique ont beaucoup apporté dans la compréhension des problèmes de fonctionnement du Gorom amont notamment.

Toutefois, des thèses de 3ème cycle de A. NDIAYE (1978), de A.DIA (1986), de DIAKHATE (1988), le mémoire de A.FAYE (1990), des missions d'études et de recherche (comme l'EUROCONSULT) nous ont guidé dans le déroulement de nos travaux.

- Méthodologie

Deux feuilles de DAGANA et de ST-LOUIS au 200.000^{e} , éditées par le S.N.G en 1967, nous ont servi de support pour la réalisation du croquis géomorphologique (carte hors-texte) à l'aide d'un pantographe.

L'exploitation des cartes d'aménagements concernant le bassin du Gorom, nous a permis de situer les ouvrages et de les placer sur le croquis.

L'inexistence d'une station météorologique branchée sur le réseau national nous a obligé de travailler avec les données climatiques des stations de N'DIOL (1982 à 1992), NDIAYE (1985 à 1992) et de RICHARD-TOLL (1989 à 1992).

Nous avons ainsi profite des descentes périodiques menées par la Délégation de Dagana (Ross-Bethio), pour mieux nous familiariser avec le milieu physique et appréhender les problèmes d'aménagement.

Des visites à la Direction Régionale de l'Hydraulique à St-Louis, ont été bénéfiques dans la compréhension de l'intérêt du Gorom dans l'approvisionnement en eau de la ville de St-Louis.

Nous avons procédé à deux campagnes d'échantillonnage d'eaux (Gorom Amont et Gorom Aval) et de sédiments (cuvette de Boundoum - Fond de canalisation(irrigation et drainage) - levées subactuelles). Les paramètres physico-chimiques ont été dosés à Ross-Béthio et à Khor, où nous avons profité d'une initiation aux techniques de dosage.

La granulomètrie sableuse a été effectuée au laboratoire de morphologie du département de Géographie.

Notre T.E.R intitulé **"EAUX ET MILIEU PHYSIQUE DANS LE BASSIN DU GOROM"**, nous permet de contribuer modestement à la meilleure connaissance du delta. A l'ère de l'après-barrage les besoins en eau ne cessent d'augmenter dans les villes et dans les campagnes et l'évacuation des eaux de drainage pose des problèmes d'environnement.

Le Gorom assure deux fonctions distinctes : le Gorom Amont sert de réserve d'eau douce et le Gorom Aval accueille les eaux de drainage.

Ainsi, ce travail marquant les premiers pas du débutant que nous sommes en matière de recherche, comprendra 3 parties :

- la 1ère partie décrira un tableau caractéristique du milieu physique du bassin.
- la 2ème se penchera sur les vocations hydrauliques des 2 axes du GOROM.
- la 3ème partie tentera de voir l'évolution des aménagements hydro-agricoles et leurs impacts sur la granulomètrie sableuse et la nature physico-chimique des eaux de tout l'axe.

1ère PARTIE : CARACTERISTIQUES DU MILIEU PHYSIQUE DU BASSIN DU GOROM

I - LES DONNEES DU CLIMAT

Les données du climat dans le bassin du Gorom obéissent aux conditions climatiques régnant dans le delta du fleuve du Sénégal.

Les conditions climatiques se particularisent par sa position de transition entre deux domaines

- un domaine intérieur avec un climat de type continental sahélien
- un domaine littoral où règne un climat subcanarien.

L'étude des données du climat nous permet de saisir son influence sur la morphogénèse, la pédogenèse et la nature physico-chimique des eaux du Gorom.

Ces données restent soumises à la fréquentation rythmique au cours de l'année de trois masses d'air.

- l'alizé maritime est issu de noyau anticyclonique des Açores avec une composante Nord à Nord-Ouest. Il est frais et humide mais il est surtout caractérisé par sa stabilité. Arrivé sur le bassin du Gorom, cet air garde une bonne partie de ses propriétés physiques mais subit un léger réchauffement du fait de son avancée relative sur le continent notamment en milieu de journée Toutefois, l'amplitude thermique diurne reste faible. L'alizé maritime souffle de Novembre à Mars.
- L'harmattan règne surtout en fin de saison sèche c'est à dire d'Avril à Juin. Il s'agit d'un air chaud et très sec. Il est issu de l'anticyclone saharien continental de saison sèche. C'est un vent asséchant qui provoque le transfert du sable au sol et des brumes sèches dans la région.
- La mousson vient de l'anticyclone de Sainte Hélène. C'est un air chaud et humide et reste responsable de la grande majorité des pluies enregistrées dans le delta. Elle fréquente le bassin de Juillet à Octobre correspondant à la saison des pluies.

I.1 Les éléments du climat

Quelques éléments du climat seront étudiés, ceux qui auront une influence sur les eaux de l'axe et sur la physionomie d'ensemble.

I.1.1. Les Pluies

Elles sont globalement très faibles car le bassin du Gorom se situe au Nord de l'isohyète 400 mm (Fig.2).

Trois stations pluviomètriques nous ont intéressé dans le cadre de ce travail : NDiol (16°08' Nord, 16°18' Ouest), Ndiaye (16°19' Nord, 16° 15' Ouest), Richard-Toll (16° 24 Nord, 15° 42'Ouest) (Tableaux 1, 2, 3).

Ndiol et Richard-Toll ont donné durant la période allant de 1981 à 1991 respectivement des moyennes annuelles de 211,9mm et de 166,8mm. Quant à la station de N'Diaye, elle a enregistré de 1983 à 1992 une moyenne annuelle de 191,7 mm (Tableau 1).

Des minima correspondant à des années de faible pluviosité sont à noter : 84,3 mm à Ndiol en 1984, 66.7mm à NDiaye en 1983.

Des maxima comblant ces déficits pluviométriques par rapport à la moyenne se signalent à Ndiaye en 1989 pour 254.1mm et à NDiol en 1988 pour 305.9mm.

C'est dire que les précipitations sont faibles dans l'ensemble du delta en général et dans le bassin en particulier.

La position en latitude explique cet état de fait.

Les pluies sont concentrées sur trois mois (Juillet, Aout, Septembre) avec un maximum étalé sur Aout et Septembre qui enregistrent prés de 3/4 des précipitations tombées dans l'année.

Une autre caractéristique reste liée à l'irrégularité des pluies.

La figure 3 nous montre une évolution en dents de scie.

Les années déficitaires sont très rapprochées. A la station de NDiol, par exemple pour une période allant de 1982 à 1992, nous avons repéré 4 années ayant des totaux inférieurs à la moyenne décennale. Il s'agit des années : 1983 (84.3 mm), 1984 (104.8mm), 1990 (180.6mm), 1992 (85.2mm).

C'est dire qu'on note 4 années déficitaires sur 10.

Ceci n'est pas singulier au delta mais entre dans le cadre général du cycle de sécheresse qui sévit dans le sahel depuis 1968.

Les irrégularités interannuelles de la pluviométrie ont joué un rôle dans le façonnement des levées notamment dans le delta :

- les périodes sèches ont correspondu à une forte déflation éolienne avec comme conséquence saupoudrage et remaniement superficiel d'une part et recession des débits des cours d'eau, d'autre part.

TABLEAU 1: PLUVIOMETRIE MOYENNE MENSUELLE ET ANNUELLE (MM) A LA STATION DE N'DIOL (1982 A 1992)

MOIS / ANNEE	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL ANNUEL
1982	-	-	-	-	-	139,1	104,7	1,5	27,9	-	-	-	273,2
1983	-	3,3	-	-	-	-	14,7	74,3	12,5	-	-	-	104,8
1984	-	-	-	-	3,5	-	10,5	18,3	24,5	27,0	-	0,5	84,3
1985	0,9	-	3,3	-	-	0,25	37,3	105,5	73,5	-	-	-	220,75
1986	-	1,3	0,3	-	-	-	30,0	130,2	71,9	1,2	-	-	242,9
1987	-	-	-	-	-	0,4	41,4	43,7	170,3	9,2	-	-	264,4
1988	0,3	16,2	-	-	-	12,2	1,5	191,0	84,7	-	-	-	305,9
1989	-	-	-	-	-	34,1	58,3	101,8	19,4	3,5	2,6	-	222,7
1990	0,2	0,5	-	-	-	-	76,0	40,9	31,8	23,2	-	-	180,6
1991	-	-	-	-	-	14,9	15,3	69,1	78,1	41,9	-	-	219,3
1992	-	7,9	-	9,1	8,2	-	2,5	49,6	7,5	-	0,5	-	85,2
$\bar{X}$	0,75	2,65	0,32	0,82	1,06	18,5	35,6	75,8	54,7	9,6	2,7	0,04	200,4

TABLEAU 2: PLUVIOMETRIE MOYENNE MENSUELLE ET ANNUELLE (MM) A LA STATION DE N'DIAYE (1983 A 1992)

MOIS / ANNEE	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL ANNUEL
1983	-	-	-	-	-	-	11,3	52,3	3,1	-	-	-	66,7
1984	-	-	-	-	-	8,9	2,0	44,3	62,2	10,9	-	-	128,3
1985	-	-	-	-	-	3,0	51,0	135,2	63,5	-	-	-	252,7
1986	-	-	-	-	-	-	16,5	107,5	116,2	0,1	0,4	-	240,7
1987	-	-	-	-	-	-	26,0	70,3	57,2	12,6	-	-	166,1
1988	-	11,2	-	-	-	3,0	15,3	121,5	86,0	-	-	-	238,6
1989	-	-	-	-	-	24,4	91,7	90,7	28,0	16,0	2,5	-	254,1
1990	-	-	-	-	-	-	79,4	76,6	76,9	186,0	-	-	243,5
1991	1,5	-	-	-	-	3,5	36,0	80,9	84,0	31,5	-	-	238,2
1992	-	5,0	-	-	-	-	5,0	5,0	72,0	-	1,6	-	88,6
$\bar{X}$	0,15	1,62	-	-	-	4,36	33,5	78,4	65,0	8,25	0,45	-	191,7

TABLEAU 3: PLUVIOMETRIE MOYENNE MENSUELLE ET ANNUELLE (MM) A LA STATION DE R.TOLL (1989 A 1992)

MOIS / ANNEE	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOT.ANNUEL
1989						5.0	46.5	128.4	28.6	1.2	1.9		211.6
1990	3.5						63.2	88.2	31.1	5.1			191.1
1991	2.2						25.6	19.9	73.7	26.9			148.3
1992		7.1					8.4	53.8	54.8				124.1
1993	1.4	1.8					1.3	35.9	72.6	47.1	8.3	0.5	168.8

FIG 2 CARTE DES ISOHYETES EN MM . VALEURS NORMALES 1931 . 1960

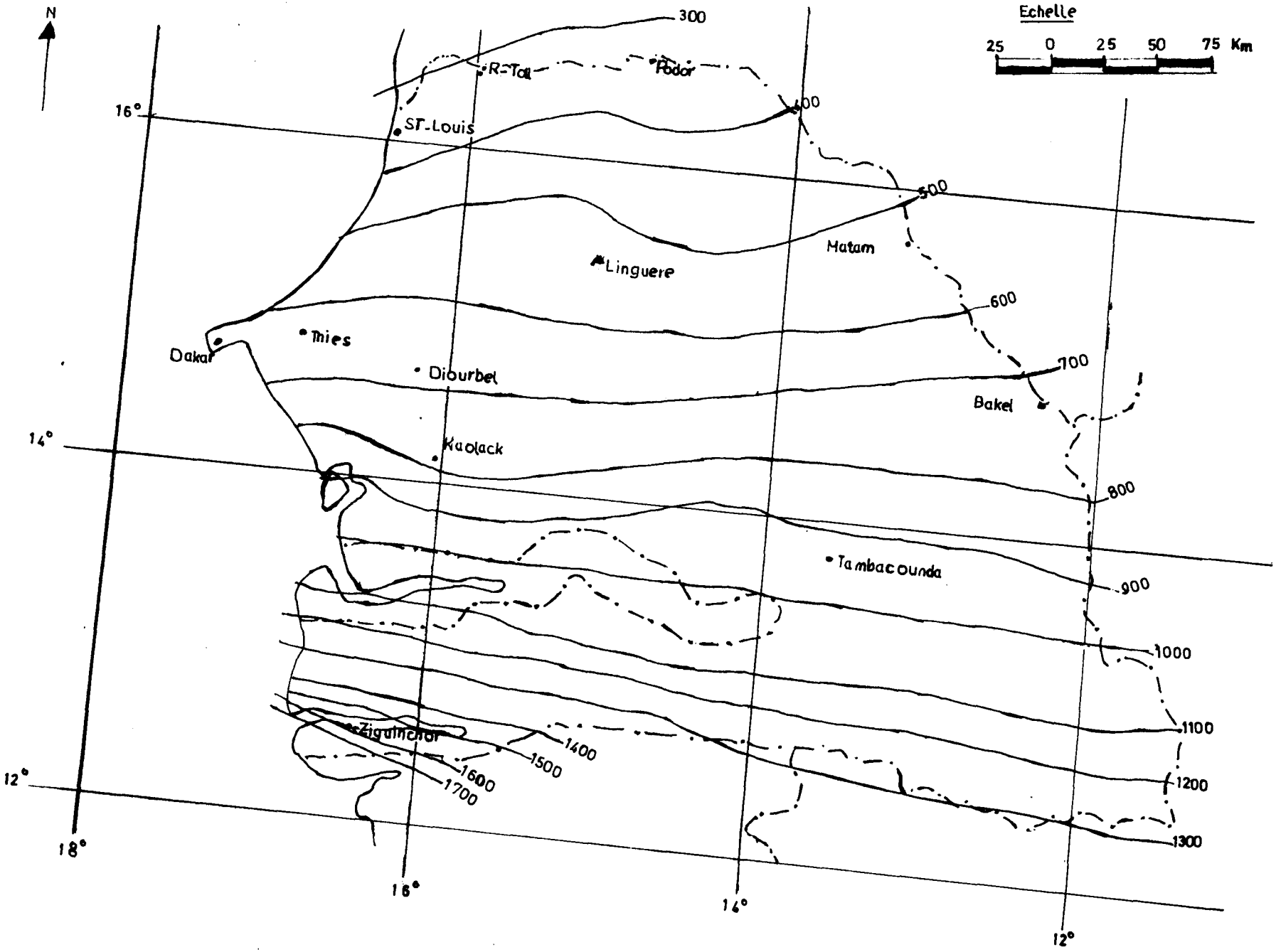
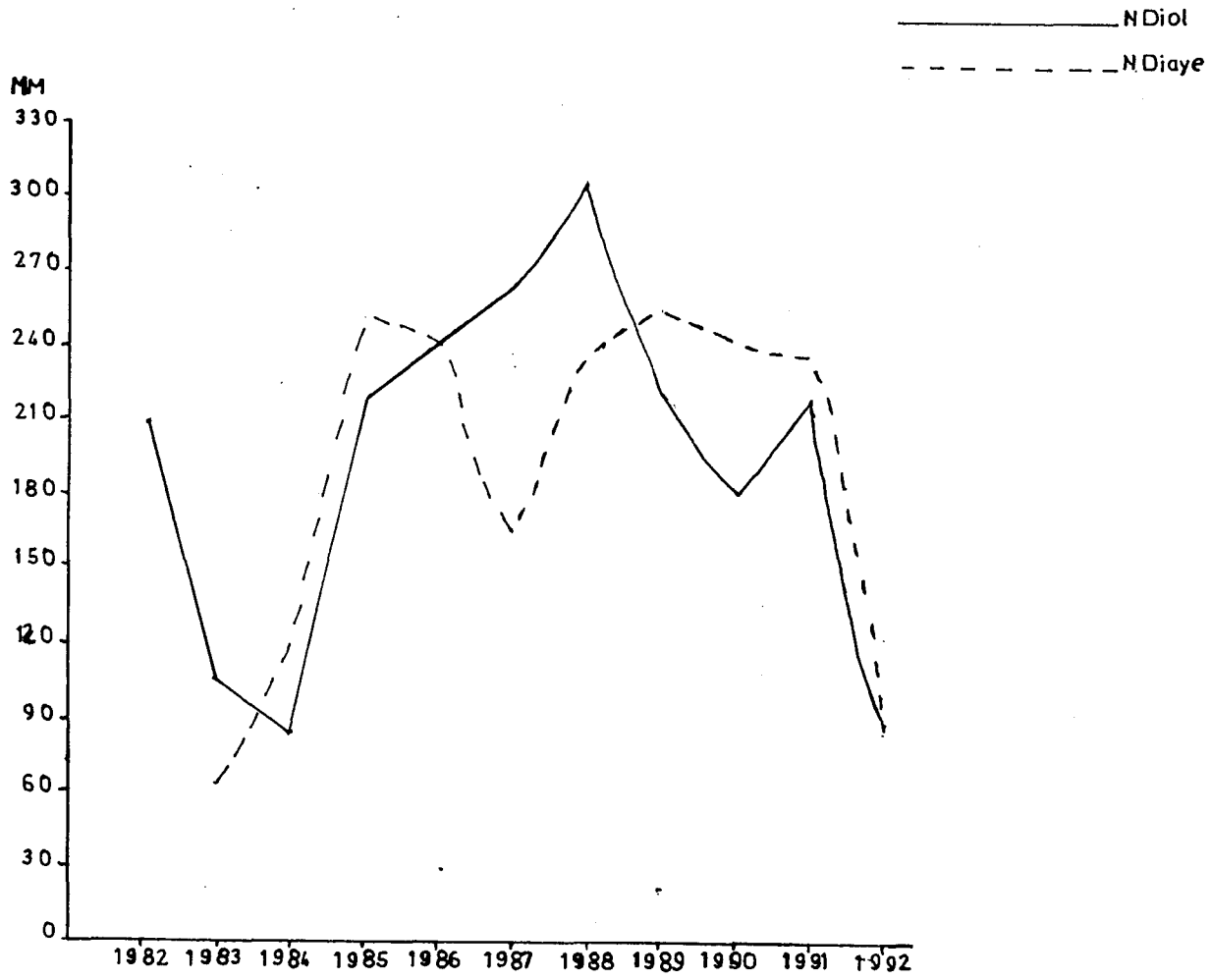


FIG 3 , VARIATIONS INTERANNUELLES DES PRÉCIPITATIONS a:



- Les périodes humides ont favorisé les processus chimiques tels que l'altération et le lessivage.

Ces déficits pluviométriques peuvent porter préjudice, à la longue au remplissage normal de l'axe Gorom même si l'existence des barrages Manantali et Diama milite en faveur de la régulation du fleuve Sénégal.

En outre, selon M. SALL (1982), cette récente sécheresse et les aménagements hydro-agricoles sont des facteurs d'explication de l'amplification des actions éoliennes dans le delta du fleuve Sénégal.

Le delta est caractérisé par des précipitations de type orageux liées au passage des lignes de grain selon M.LEROUX (1982).

Ces perturbations ont la particularité d'avoir une forte intensité de 29mm à 44mm heure selon A.NDIAYE (1978). C'est dire qu'on peut présager leur action érosive sur les levées fluvio - deltaïques principalement.

Probablement, elles seraient responsables de l'existence des rigoles de 15 à 25 cm de large observées en Décembre 1991 et qui sont orthogonales au tracé du lit du Gorom Aval.

En dehors des perturbations d'hivernage, il existe des pluies de "Heug" d'origine polaire. Elles tombent généralement entre Décembre et Mars. Elles sont de faible quantité. Du point de vue dynamique, en humectant le sol, elles procurent une protection temporaire contre la déflation éolienne.

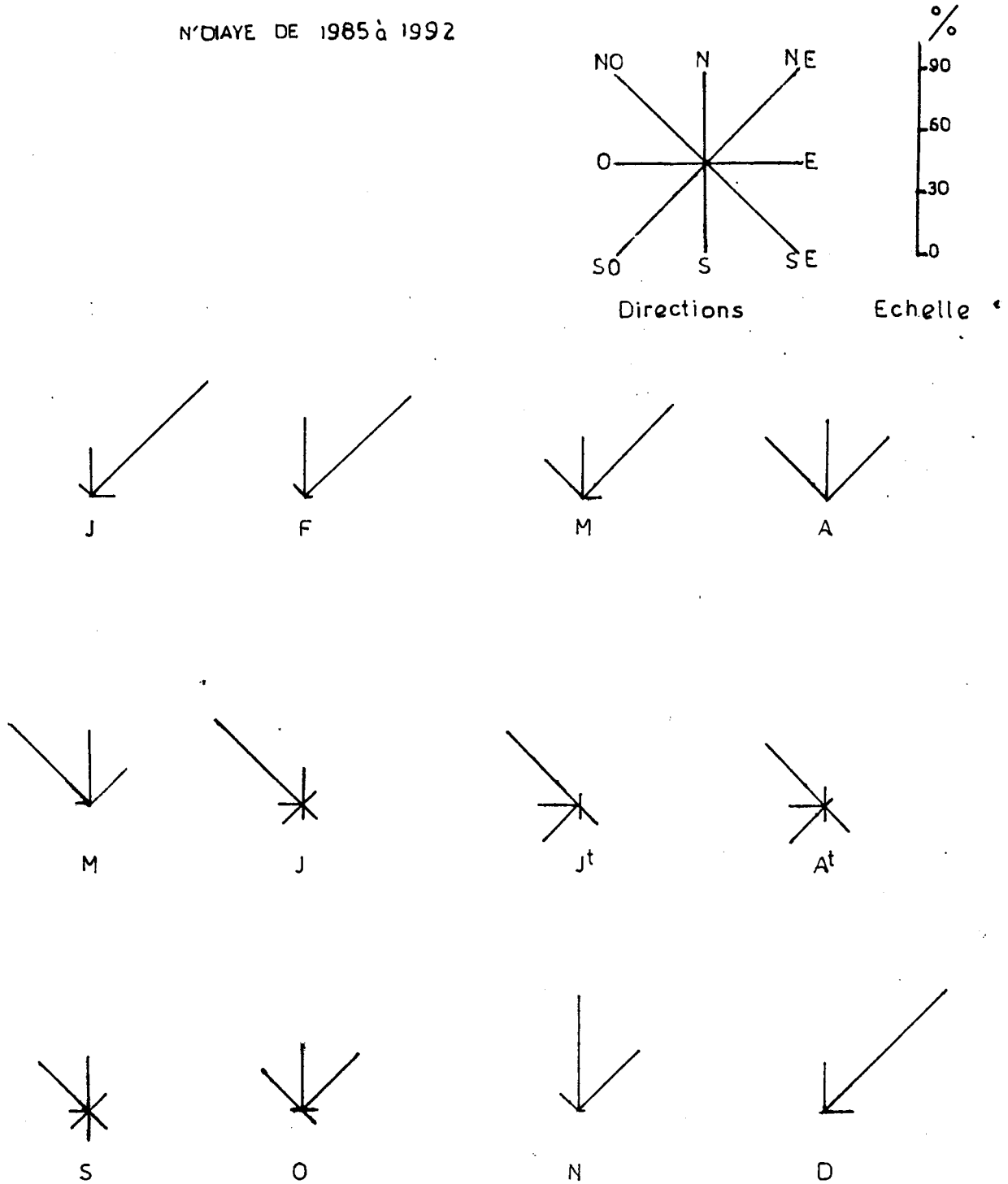
D'après A. SECK, le "heug" se présente comme un écho assourdi des perturbations hivernales des régions tempérées qui envoient l'air polaire dans les basses latitudes.

1.1.2. Les Vents

Les vents dominant en surface sont de direction, de vitesse et de nature variables. L'interprétation de la figure 4 représentant les fréquences moyennes en pourcentage de la direction du vent à la station de NDiaye (1985 à 1992) nous permet de repérer 3 situations.

- de Novembre à Mai, les vents du Nord à variante Nord Est et Nord- Ouest dominent. Cette saison éolienne correspond à la présence sans partage des alizés maritime et continental.
- de Juillet à Septembre, les vents soufflent presque dans toutes les directions. Les vents du Nord Ouest dominent la circulation. Mais les fréquences du Sud, témoin de l'entrée de la mousson dans la zone, sont fortement représentées.
- Les mois de Juin et d'Octobre sont des mois de transition entre ces deux situations précitées.

FIG 4 FRÉQUENCES MOYENNES MENSUELLES EN POURCENTAGE DE LA DIRECTION DU VENT AU SOL A LA STATION DE N'DIAYE DE 1985 à 1992



N.B. ici ne sont représentées que les fréquences ≥3

Dès Juin, la prédominance des vents de secteur Nord à Nord-Est s'estompe pour laisser la place aux vents du Sud- Ouest. L'entrée de la mousson s'annonce. Le mois d'Octobre constitue le point de départ de l'effacement de la prédominance des vents du Sud au profit de ceux du Nord.

Au niveau des stations de NDiaye et de NDiol, les vitesses moyennes mensuelles sont inscrites dans les tableaux 4 et 5.

Tableau 4 : Vitesses moyennes mensuelles du vent au sol (m/s) à la station de N'Diaye de 1989 à 1992

M. AN.	J	F	M	A	M	J	Jt	At	SEP	O	N	D
89	1.3	1.4	3.1	4.1	3.6	3.4	2.9	2.8	2.6	2.7	2.7	1.8
90	2.9	2.3	2.9	3.9	3.8	3.6	2.8	2.0	2.4	2.2	2.3	3.0
91	2.8	3.4	3.6	3.7	3.7	3.3	3.2	3.0	2.5	2.5	2.1	2.3
92	2.5	3.0	3.2	3.8	3.9	3.3	2.9	3.0	2.7	2.8	2.4	2.4
X	2.4	2.5	3.2	3.1	3.7	3.4	2.9	2.7	2.5	2.5	2.4	2.4

Tableau 5 : Vitesses moyennes mensuelles au sol du vent (m/s) à la station de N'Diol de 1989 à 1992

M. AN.	J	F	M	A	M	J	Jt	At	SEP	O	N	D
89	2.5	2.7	2.9	3.4	3.3	2.8	2.2	2.2	2.1	2.1	2.4	2.0
90	2.8	2.4	2.8	3.6	3.3	3.0	2.8	2.3	2.1	1.9	2.0	2.3
91	2.1	2.8	3.2	3.3	2.9	3.1	2.8	2.3	2.1	1.8	1.9	2.1
92	1.8	2.6	2.9	3.4	3.4	2.8	2.7	2.6	1.9	1.9	1.9	1.9
X	2.3	2.6	2.9	3.4	3.2	2.9	2.6	2.3	2.0	1.9	2.0	

Ces vitesses sont à la station de NDiol sont supérieures à 2m/s avec maximum de 3,4 m/s placé au mois d'Avril. D'après le tableau 4 de Mars à Juin, les vitesses sont supérieures à la moyennne chiffrée à 2,6 m/s.

Pour la station de Ndiaye, le maximum de 3,7m/s est constaté au mois de Mai. Ici de Mars à Juin, les vitesses moyennes mensuelles sont supérieures à la moyenne annuelle calculée à 2,9m/s.

C'est dire que les vitesses maximales sont enregistrées dans une période où le bassin est engagé dans le régime des alizés maritime et continental.

Ainsi on peut avoir une idée de la vélocité de ces vents.

Les alizés surtout continentaux soufflent en saison sèche avec des vitesses de l'ordre de 15m/s selon A.NDIAYE (1978). Cette valeur reste suffisante pour mobiliser les matériaux (argile - sable -limon). Ce phénomène est d'autant plus manifeste que durant cette période de l'année le terrain où s'exerce cette déflation reste fragilisé par la faiblesse du couvert végétal et par l'absence d'humidification.

De ce fait, la déflation éolienne reste effective. Elle semble être responsable, en partie de l'existence de matériel solide rencontré dans les lits des chenaux du delta.

Dans les cuvettes du delta, M.SALL (1982) note que la déflation reste renforcée par la présence du sel qui rend le matériel plus floculable et donc plus éolisable.

Un autre phénomène reste lié à l'action des alizés et consiste à la présence des lithométéores (vents de sable, chasse sable, tourbillon). Ces brumes sèches sont très fréquentes dans le delta surtout en fin de saison sèche (Mai - Juin).

Par contre, durant la saison des pluies calquée sur le balancement annuel du F.I.T (Figure 5), le delta reste soumis au régime de la mousson de secteur Sud-Ouest. Les vitesses moyennes sont faibles à modérées et varient de 2,8 à 2m/s.

Leur effet érosif est amoindri par l'humidification du sol par la pluie, la constitution d'un tapis herbacé et un fort taux d'humidité atténuant l'évaporation.

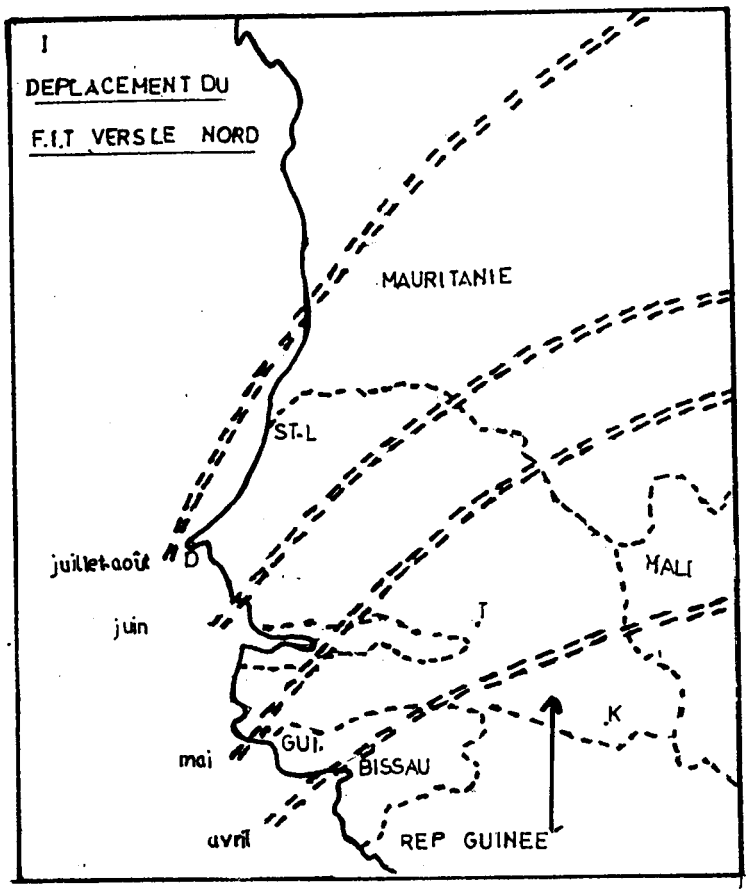
Mais ce phénomène de blocage des actions éoliennes reste limité à la saison des pluies qui ne dure que trois mois.

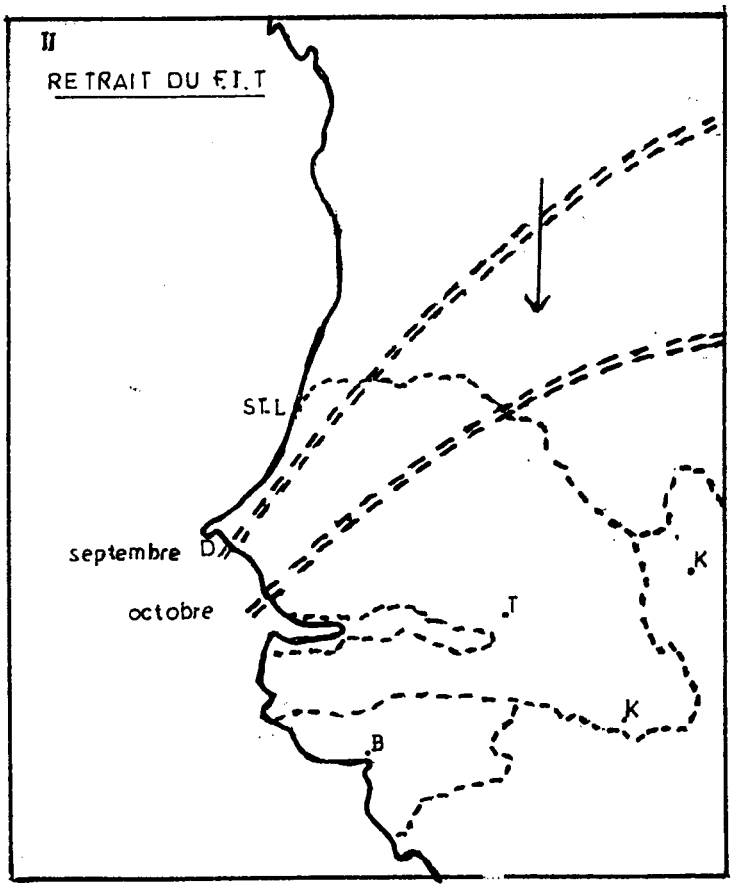
Pour le reste de l'année, le bassin et le chenal subissent les effets défavorables de la déflation éolienne qui constituent des entraves au bon fonctionnement hydraulique de l'axe.

Nous verrons ce problème ultérieurement.

FIG 5 BALANCEMENT DU F.I.T

(d'après J. LEBORGNE)





I.1.3 Les Températures

Elles restent sujettes à des variations selon les mois et plus précisément selon les saisons. L'évolution des températures au cours des années au niveau des stations de NDiol (1982 à 1992) et de NDiaye (1985 à 1992) nous permet d'effectuer des moyennes mensuelles pour les températures maximales **(TX)**, minimales **(TN)** et moyennnes **(TM)**.

Ces deux stations enregistrent leur maximum thermique au mois d'Octobre. Mais le maximum thermique est plus élevé à N'Diaye qu'à NDiol (31º contre 29º.8). Cette différence s'explique par la continentalité. Leurs plus basses températures sont rencontrées aux mois de Janvier avec 22º4 pour NDiol et 23º3 pour NDiaye.

La représentation graphique (Figures 6,7,8) des TX, TN et TM des stations de Richard - Toll, NDiaye et NDiol affiche une même allure. Leurs courbes respectives sont toutes unimodables.

Cependant, on remarque une légère réduction des valeurs maximales au profit des températures minimales durant la saison des pluies grâce au rafraîchissement lié aux pluies et à la nébulosité qui atténue l'insolation.

Ceci est illustré par la faiblesse des amplitudes thermiques mensuelles constatées durant la saison pluvieuse. (Tableaux 6, 7, 8).

Ces écarts thermiques mensuels ont la particularité d'être elevés en saison sèche et de diminuer en saison pluvieuse.

Tableau 6 : Amplitudes thermiques mensuelles à Richard-Toll de 1989 à 1992.

MS ------ AM	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
TX - TN	15.3	16.1	17.7	19.2	18.2	15.4	11.8	09.9	11.2	15.2	15.8	16.3

FIG 6 COURBES DE TEMPÉRATURES A N'DIOL 1982 à 1992

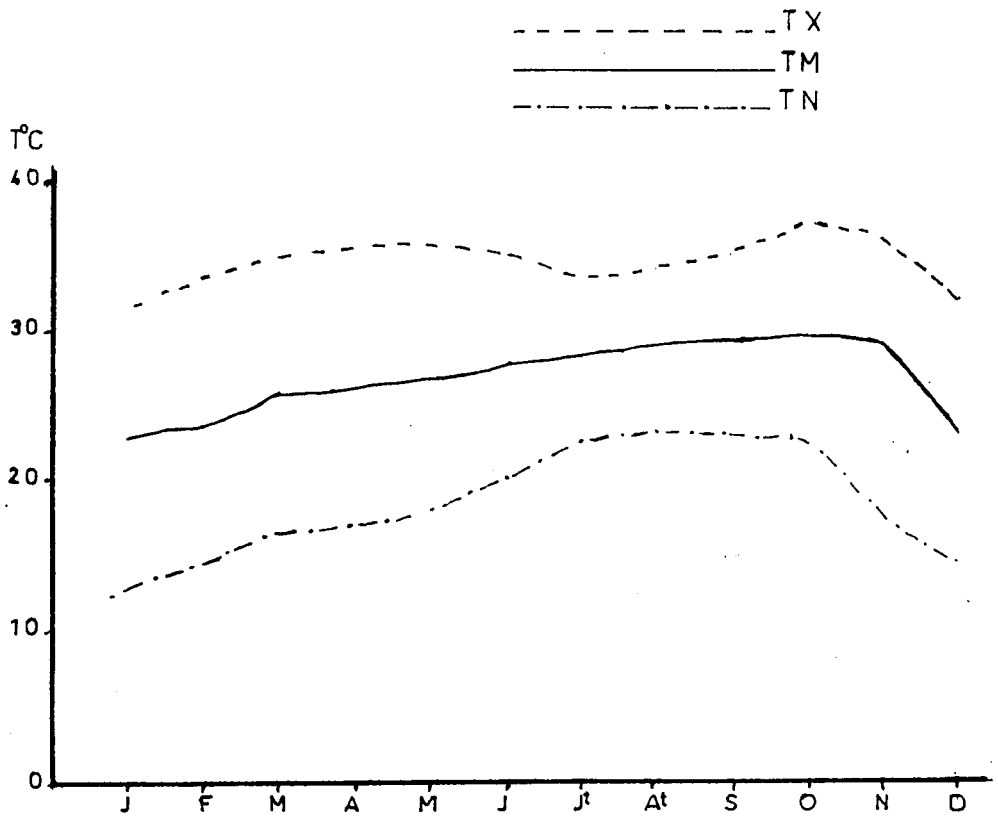


FIG 7 COURBES DE TEMPÉRATURES A N'DIAYE 1985 à 1992

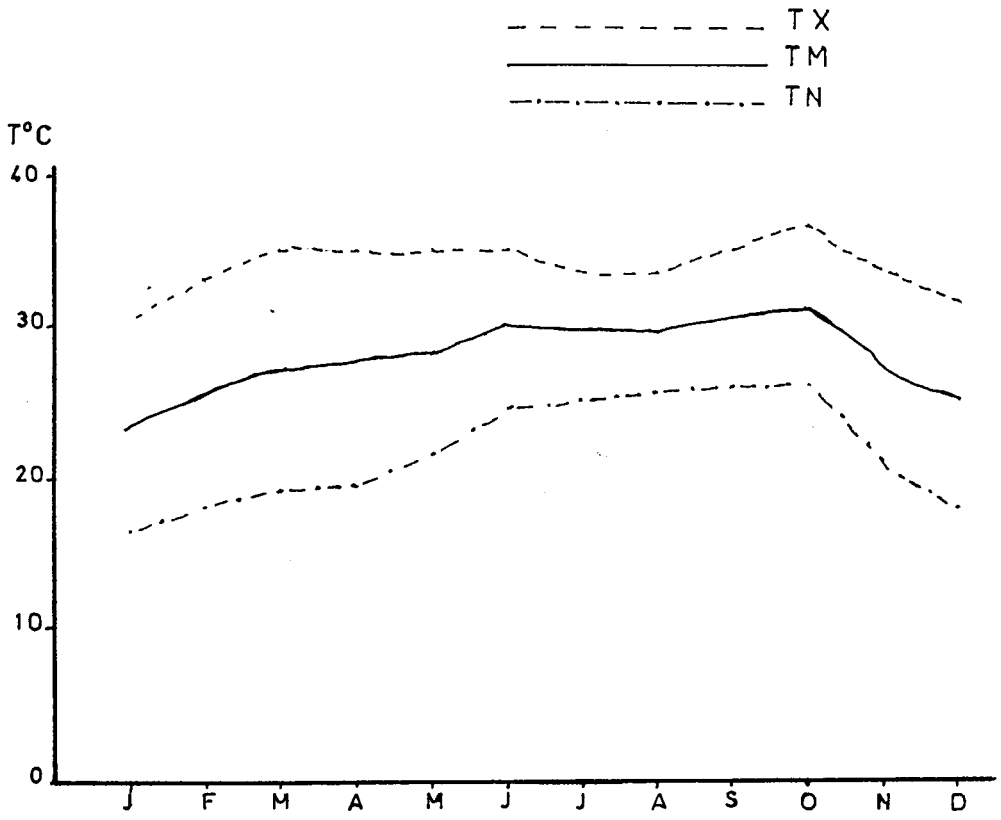


Tableau 7 : Amplitudes thermiques mensuelles à N'DIAYE de 1985 à 1992.

MS ------ AM	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
TX - TN	14.0	14.7	15.8	15.4	12.8	10.2	08.6	08.3	08.7	10.6	13.1	13.8

Tableau 8 : Amplitudes thermiques mensuelles à N'DIOL de 1982 à 1992.

MS ------ AM	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
TX - TN	18.4	19.0	18.8	18.5	17.9	14.4	11.1	11.0	11.3	14.2	12.4	17.6

*** Lég : M = mois AM = AMPLITUDE**

I.1.4. L'humidité relative.

Son évolution reste influencé par la contentalité, le régime des vents et la pluviosité. Les données obtenues à Ndiol, Ndiaye et R-Toll étalées sur 4 années d'observation indiquent une diminution de l'humidité relative au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la mer.

La figure 9 affiche 2 types de régimes du point de vue hygrométrique.

En saison sèche, les plus faibles valeurs sont enregistrées au mois de Janvier à NDiol (52%) et à NDiaye (61%) et au mois de Février à R. Toll (39%).

Par contre, c'est en saison des pluies que les maxima sont obtenus au mois d'Aout à R.Toll (64%) et à NDiol (76%) et au mois de Septembre à NDiol (81%).

FIG 8 COURBES DE TEMPERATURES STATION DE RICHARD-TOLL 1989 à 1992

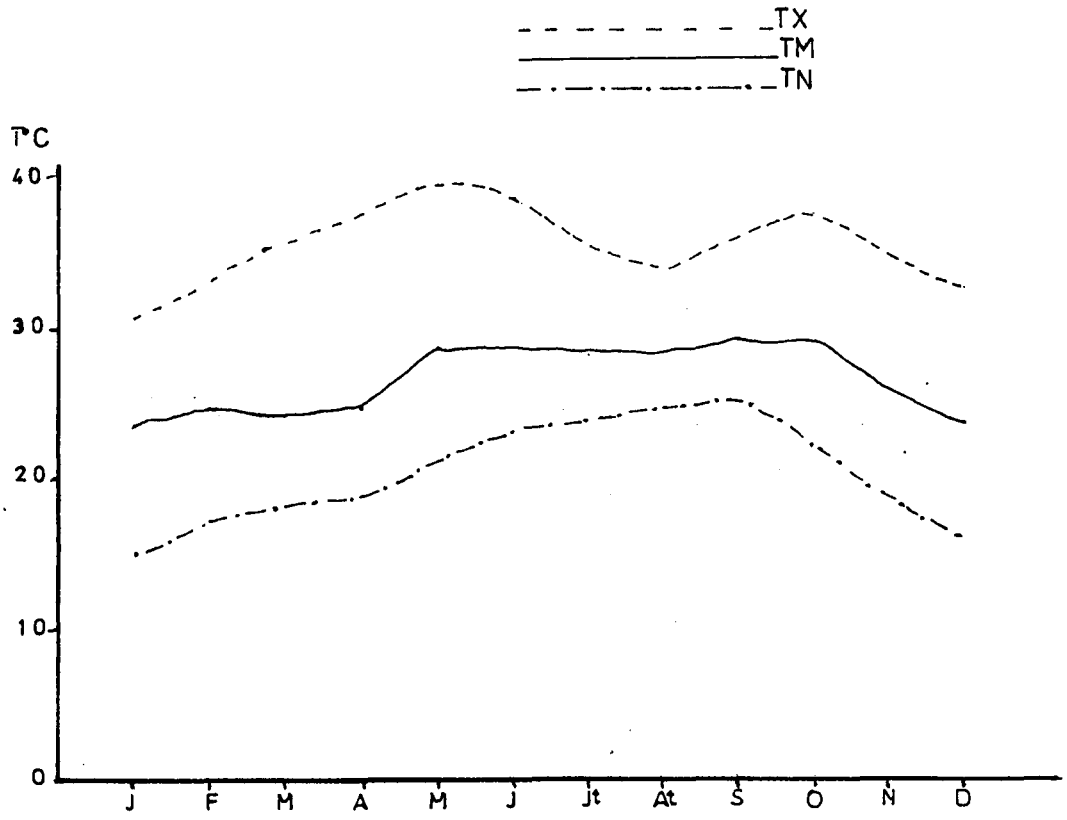
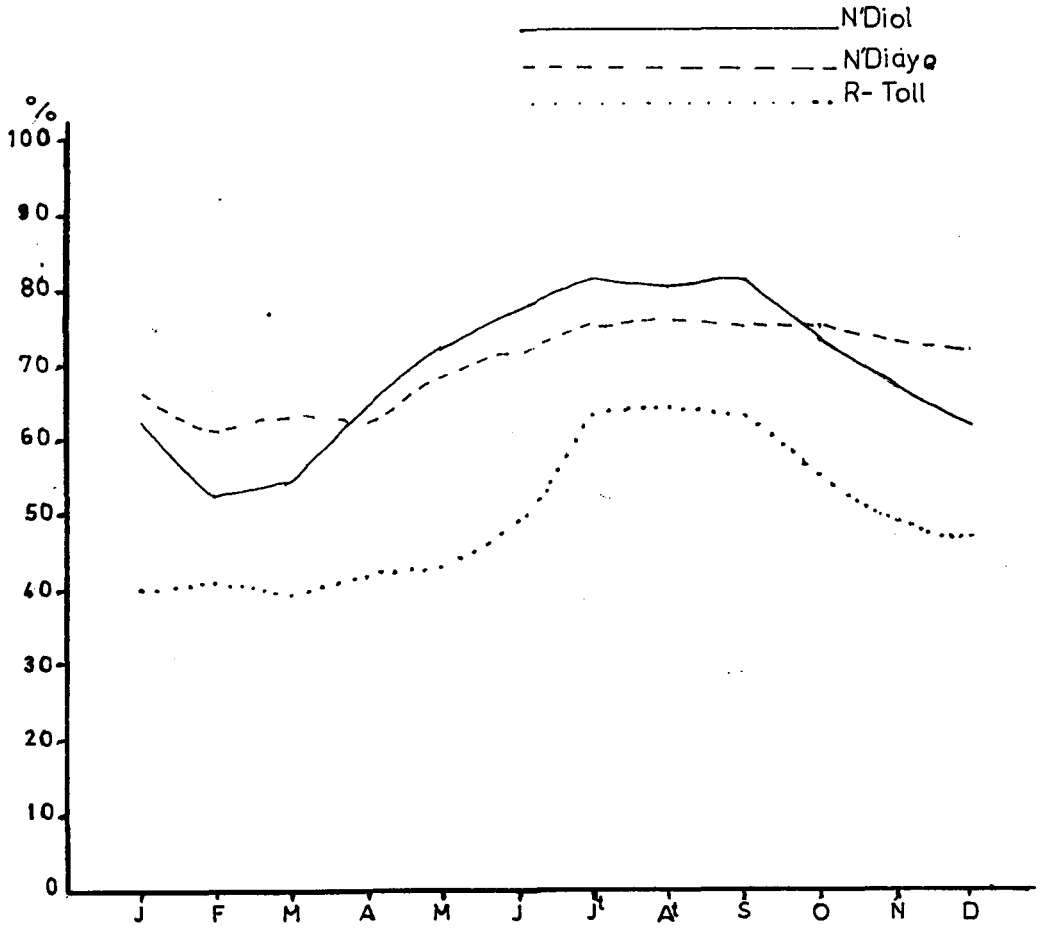


FIG 9 HUMIDITE RELATIVE MOYENNE MENSUELLE DE 1989 à 1992



Ces fortes valeurs d'humidité restent liées à la pénétration de la mousson dans ces zones correspondant au maximum pluviomètrique annuel dans le delta du fleuve Sénégal.

Les minima, quant à eux, s'expliquent par la dégradation hygromètrique des alizés (maritime et continental) après son parcours continental. Ce phénomène est très significatif à Richard-Toll.

Toutefois, dans l'ensemble du bassin du Gorom, l'humidité relative est supérieure à 50% et participe de ce fait à réduire l'évaporation dans la mesure où cet élément est étroitement lié au déficit hygrométrique de l'air.

I-1.5 L'évaporation.

Comme pour l'humidité relative, l'évaporation suit une évolution rythmée par une importante variation entre les saisons.

Nous nous sommes limités uniquement à la station de NDiaye; car elle reste la station la plus proche du bassin du Gorom et fournit des données complètes. L'exploitation de celles-ci nous permet de saisir la fluctuation saisonnière dont nous parlions plus haut. La saison sèche enregistre les plus grandes valeurs avec des maxima de 295 mm en Février et de 282 mm en Mai; les minima se concentrent en saison pluvieuse avec 217 mm en Septembre, 222 mm en Novembre et 220 mm en Décembre.

L'évaporation (sur bac) moyenne annuelle à NDiaye de 1984 à 1992 se chiffre à 2987mm soit 14,5 fois supérieures à la pluviométrie moyenne annuelle durant cette période.

Ainsi les minima se situant en hivernage seraient dus à la pluviométrie qui réussit à compenser plus ou moins l'évporation.

A noter un niveau très bas enregistré au mois de Décembre qui s'expliquerait par les perturbations pluvieuses de saison sèche d'origine polaire ou pluies de "Heug".

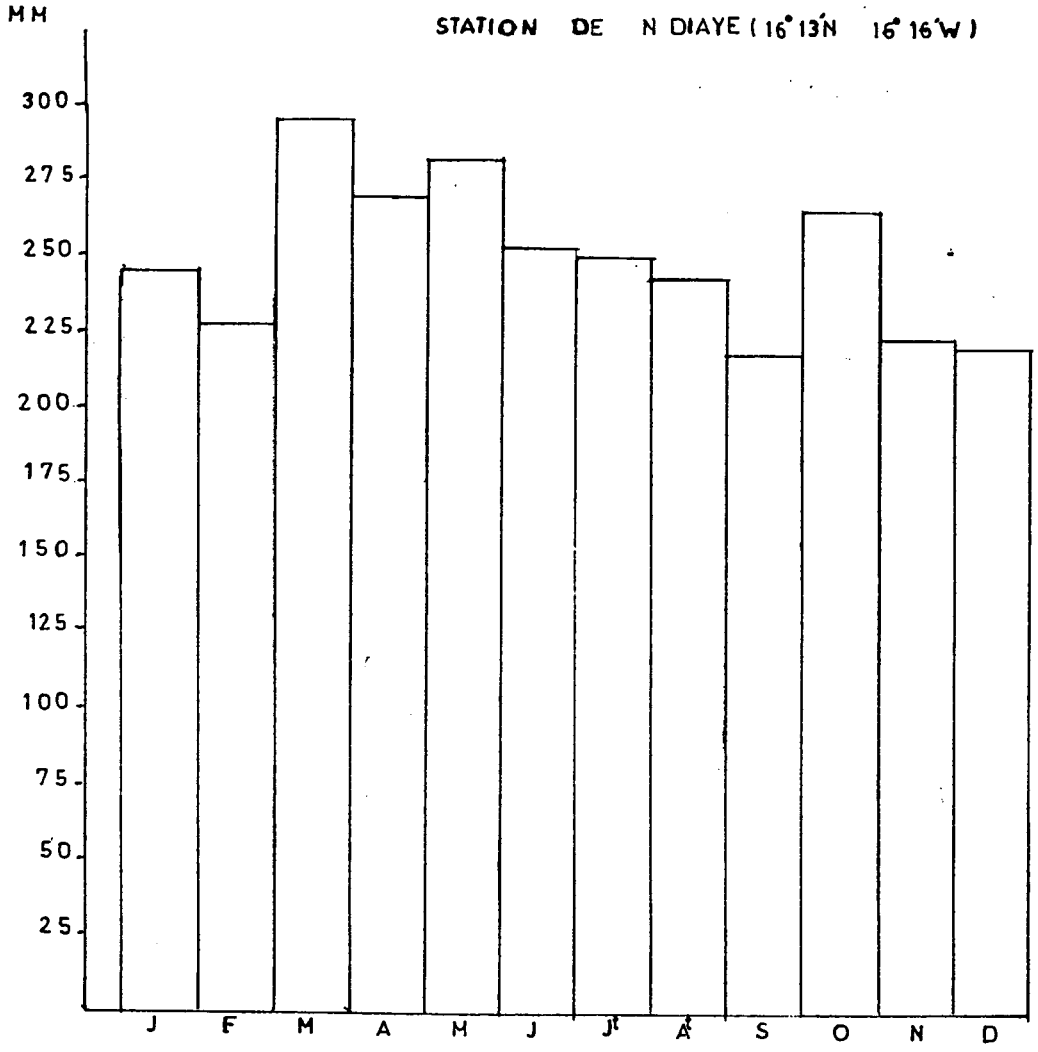
Les maxima, très accusés, par contre, en saison sèche, aux mois de Mai et de Mars ont pour origine la présence constante de l'harmattan qui augmente le pouvoir évaporant de l'air.

La figure 10, faite à partir des données sur l'évaporation sur bac de 1984 à 1992, nous renseigne plus clairement sur l'évolution annuelle de ce paramètre.

La connaissance de l'évaporation constitue une indication très précise dans la mesure où elle joue un rôle fondamental dans la pédogenèse.

Les fortes valeurs sont déterminantes au niveau de la capillarité qui s'exerce sur les sols du bassin.

FIG 10 ÉVAPORATION MOYENNE MENSUELLE BAC (1985 à 1992)
STATION DE N DIAYE (16°13'N 16°16'W)



Les pluies étant faibles et le matériel pas assez filtrant, l'eau n'est pas en mesure de s'infiltrer dans le sol et d'y produire des phénomènes de dissolution.

A noter que l'évaporation traduit la demande climatique pour l'eau et son élevation pose des problèmes de maintien des réserves d'eau tel que le Gorom pour l'alimentation en eau des populations, du bétail et pour l'irrigation.

Conclusion

Nous pouvons dire, au terme de cette analyse, que le climat dans le bassin du Gorom a globalement une incidence défavorable sur les eaux. Car il retire de la réserve plus d'eau par l'intermédiaire de l'évaporation (1450 %) de la pluviométrie annuelle) que les pluies n'en apportent.

En plus, du fait des vents, il serait en partie à l'origine de dépôts de sédiments dans le chenal.

En résumé, le climat, par ses effets, constitue un facteur de contraintes pour le fonctionnement hydraulique de l'axe, thème que nous verrons plus tard.

II - CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES - BIOGEOGRAPHIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES DU BASSIN.

La géomorphologie de la région comprend des surfaces planes représentant des cuvettes de décantation que surplombent d'autres unités appelées levées subactuelles qui encadrent la plupart du temps le bassin du Gorom.

Les dénivellations entre cuvettes et levées sont très faibles. L'ensemble est plat et les levées dépassent rarement 1 m.

Elles ont en commun une composition sédimentaire meuble (argile - limon, sable) datant du quaternaire récent.

L'histoire géologique du bassin reste confondue à celle du delta du fleuve Sénégal. Les différentes phases de régressions ou de transgressions marines, d'aridité ou de pluviosité rythmant le quaternaire ont fortement marqué la région et lui impriment sa morphologie actuelle, exceptionnellement monotone.

Les dunes y sont presque absentes, à signaler quelques formations prés du Parc de Djoudj, dans sa partie méridionale.

II-3 Les sols halomorphes

Bien que très hydromorphes, la dynamique des sols halomorphes est marquée par l'excès du sel dans sa composition.

Selon P. MICHEL (1969), ils constituent la presque totalité des sols du delta en aval du Richard-Toll.

Leur présence peut être signalée autour du bassin de Djoudj. Leur texture est limon-sableuse en surface et argileuse en profondeur. On remarque sur leur surface l'existence de croûtes salines ou de cristaux de sels par endroit.

Ces sols sont de structure poudreuse en saison sèche et devenant glissante en saison humide. De grosses tâches noires sont à signaler sur leur surface dûes à la décomposition de la matière organique sous l'effet des sels solides.

En définitive, la dynamique de ces deux types de sol repose sur leur mise en valeur. Ils ont en commun leur très faible perméabilité, leur grande capacité de rétention de l'eau et leur aptitude à capitaliser le sel quoique variable.

Leur texture et leur structure, bien que bénéfiques pour l'irrigation, constituent des obstacles majeurs pour une bonne drainabilité.

La présence du sel sur ces sols se trouve accentuée par une mobilisation des particules du fait de l'action des vents. Cette déflation agit sur des terrains dépourvus de toutes barrières végétales du fait des déboisements causés par les aménagements hydro-agricoles de la SAED.

II - 4 La Végétation

Plus que les effets des aménagements, ce sont deux décennies de sécheresse qui ont profondément modifié le milieu végétal. Cette dégradation s'accentue progressivement.

Toutefois, en fonction de la topographie, de la salinité et de la submersion on voit apparaître quelques groupements végétaux.

Tableau 9 : Principales espèces en fonction de la salure et de l'inondation

CTE D'INNONDAT. SALURE	FAIBLE	MOYENNE	IMPORTANCE
FORTE > 2500 MICROMHOS	Sporobolus spicatus	-	Nymphacaceae
MOYENNE ENTRE 2500 ET 1000 MICR.	-	Sporobolus robutus	Diplachne fusca Nymphacaceae
FAIBLE ENTRE 1000 ET 200 MICR.	Vetireria nigritana		Oryza bantii Typha australis Pistia straticide Nymphacaceae
NULLE < 200 MICR.	Ischaemum rugosum	Brachiaria nutica	Vossizi cuspidata Pistia straticide Nymphacaceae

1. **Groupement sur sols salés faiblement à moyennement inondés .**

Sur ces sols pousse une steppe herbeuse à **Sporobolus robustus**,constituée de graminées vivaces à stolon. Elle se retrouve à l'arrière des ouvrages de retenue, dans les cuvettes adjacentes à la digue de ceinture (cuvette de Boundoum).
Elle partage ce milieu avec d'autres espèces telles que **Philoxerus vermicularis**, **Echinochloa colomum**, **Vetiveria nigritana.**

2. **Groupements sur sols doux faiblement salés et peu inondés.**

L'espèce caractéristique est l'**Ischaemum rugosum** à l'intérieur des casiers rizicoles où elle tend à coloniser les canaux d'irrigation et certaines parcelles de riz. Elle est donc considérée comme plante adventice dangereuse pour la riziculture.

3. Groupements longtemps inondés avec une tranche d'eau importante sur sols salés ou non.

Ils se retrouvent sur des hydromorphes. Ils concernent les **Nymphacaceae**. Celles-ci colonisent le lit du Gorom surtout dans des sections suivantes : partie amont des ouvrages sur l'axe au niveau des méandres.

Ce sont essentiellement des prairies flottantes à **Pistia straticide** (ou laitue d'eau) qui peuplent les berges du Gorom, des prairies aquatiques **Oriza barthir** associées à des **Cyperus auricomus** à des **Cyperus maritimus** et surtout à des îles flottantes constituées de **Voscia cuspidata**, et de **Paspolum commersonii.**

Ces formations constituent des obstacles majeurs non seulement pour la riziculture (plantes adventices pour le riz) mais aussi pour le fonctionnement hydraulique du Gorom.
Elles trouvent des conditions favorables à leur développement lié à leur mode multiplication de type végétatif et à la présence permanente de l'eau.

I.5 Les caractéristiques hydrogéologiques.

L'étude hydrogéologique du bassin nous permet de mettre en évidence l'importance du Gorom pour son utilité hydraulique.

Le Gorom constitue un axe d'adduction d'eau douce dans un milieu où les eaux souterraines à faible profondeur ne sont pas exploitées. Ce fait est en rapport avec la salure des différentes nappes (aquifères et phréatique) qui composent le substratum du delta d'une manière générale.

Dans le détail, les études de J. DUBOIS (1962), M. AUDIBERT (1970), A. NDIAYE (1978), B. NDiaye (1989) et de M. DA BOIT (1993) ont mis en exergue les caractéristiques de ces différentes nappes.

Du point de vue hydrogéologique 2 aquifères nous interessent
- **L'INCHIRIEN I (40.000 B.P)** constitué de sédiments sableux et argileux
- **L'INCHIERIEN II (30.000 B.P)** composé de dépots argileux dans la partie Est du delta et de sédiments gréseux dans sa partie Ouest..

Ces deux aquifères ont non seulement la particularité d'avoir une salinité comprise entre 3.000 à 7.000 mg/l selon M. AUDIBERT (1970) mais son exploitation s'avère difficile du fait de l'obstacle que constitue la formation de l'ogolien reposant sur l'**INCHIRIEN**.

Mais la nappe la plus proche de la surface date de la transgression du Nouakchottien (5500 BP). Elle est constituée de sédiments sablo-argileux. Elle peut être assimilée à une nappe phréatique. Elle se caractérise par la faiblesse de sa profondeur variant entre 1m et 3,5m. **La figure 11** indique des valeurs très faibles fluctuant entre 2m à 1,5 m dans le bassin du Gorom. Elle reste aussi très salée.

Le sel est à la fois d'origine marine en liaison avec les transgressions du quaternaire et actuelle du fait de la remontée de la langue salée avant la mise en place du barrage de DIAMA.

Au niveau de cette nappe, les concentrations de sel sont parfois supérieures à celles de l'eau de mer

Cette teneur en sel soluble s'avère accentuée par 2 handicaps majeurs:

- un manque d'alimentation en eau de pluie à cause de la résistance des couches.
- une faiblesse des échanges latéraux entre le fleuve et le Gorom.

En définitive, le sel constitue l'obstacle compromettant l'exploitation de ces différentes nappes pour la consommation humaine et animale et pour l'irrigation.

La capacité et les qualités de ces eaux souterraines sont nettement insuffisantes pour assurer la satisfaction de l'ensemble des besoins en eau d'où la necessité de faire recours aux eaux de surface en abondance dans le bassin.

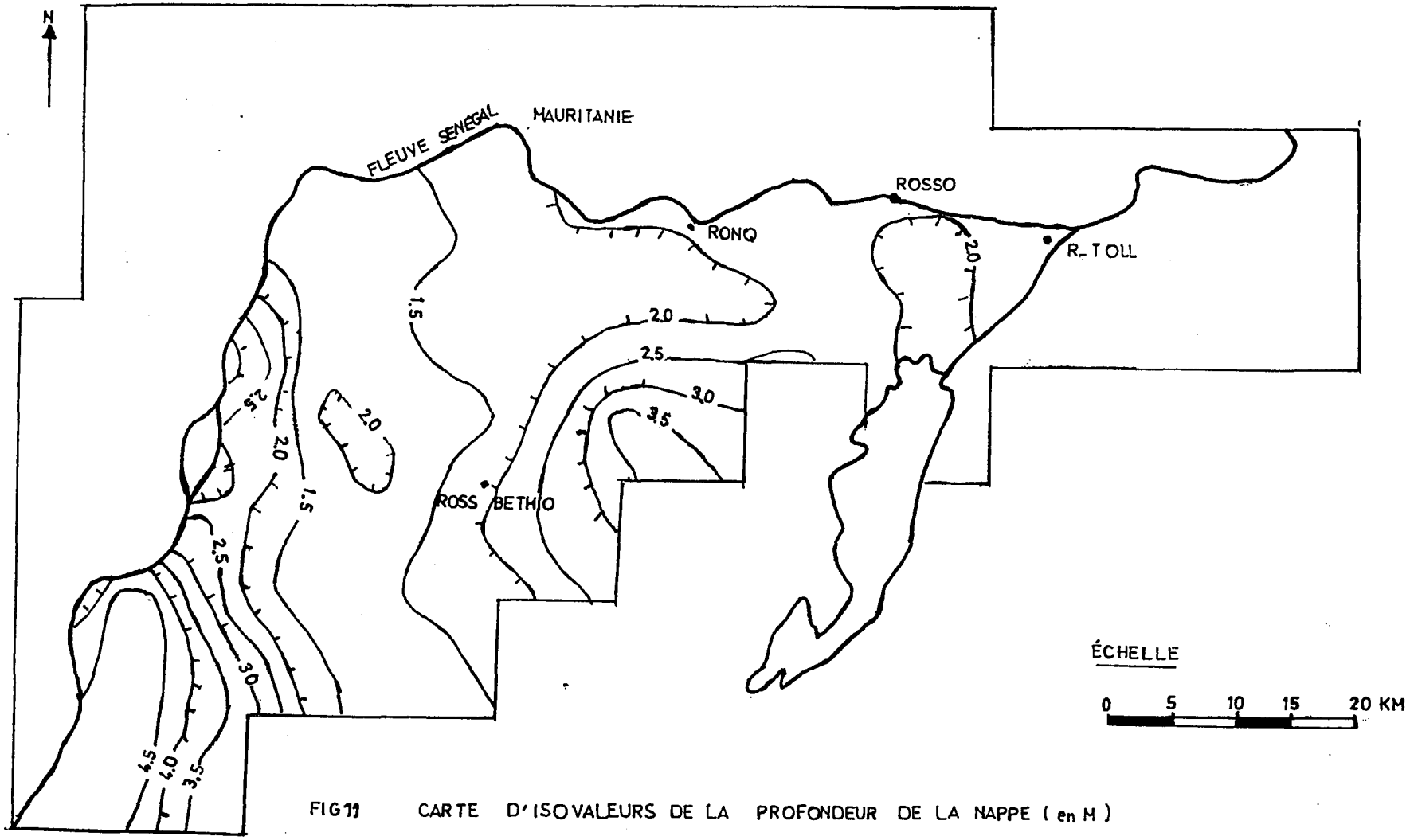


FIG 11 CARTE D'ISOVALEURS DE LA PROFONDEUR DE LA NAPPE (en M)

B. N'DIAYE (1989)

2ème PARTIE : LE GOROM : UN AXE HYDRAULIQUE

INTRODUCTION

Le delta du fleuve Sénégal, comme tantôt évoqué, se présente sous la forme d'un ensemble de terres basses sans relief marqué, entouré de dunes rouges. Ces basses terres sont parcourues par un réseau de plusieurs défluents parmi lesquels le Gorom.

L'origine du Gorom vient de la rupture de levée au niveau du seuil de RONQ. La configuration générale du réseau hydrographique de la zone résulte de l'évolution du delta en estuaire.

Le Fleuve, en cherchant un accès à la mer, a recoupé tous les défluents. C'est donc au cours de la période d'entaille post-nouakchottienne que le réseau est mis en place.

En fait, selon A. N'DIAYE (1978), la mer Nouakchottienne avait, lors de son avancée continentale, arrosé les parties basses de l'Ogolien et lors de son retrait, il y a eu entaille des anciens sillons qui ont été propices à l'installation des différents marigots, après la phase lagunaire du Nouakchottien.

Ils sont devenus des " **shunts** " soit du fleuve Sénégal, soit des uns des autres (voir carte hors texte).

I - HYDROGRAPHIE DU GOROM (voir carte hors texte)

Le Gorom prend son origine sur le Sénégal au point appelé RONQ, à côté du village portant le même nom, à quelques 110 km de l'embouchure du Fleuve.

Le Gorom a une longueur approximative de 65 km. A partir de RONQ, il prend une direction Nord-Sud et coule entre deux grandes dépressions : la cuvette de Boundoum Nord à l'Ouest et la cuvette de Djeuleuss-Diambar à l'Est.

Arrivé à la hauteur de la dépression de Diambar, il s'oriente vers l'Ouest jusqu'à son débouché final.

Au niveau de Diambar, au point de réorientation, le Gorom alimente en rive gauche, deux marigots: le Kassak et le Diovol.

Juste en amont du village de Boundoum-barrage, il alimente toujours en rive gauche le Lampsar qui constitue son prolongement.
Avant de retrouver le Sénégal au Nord de l'Ile de Thieng, le cours coule Est-Ouest en bordant les cuvettes du Djeuss au Sud et celles du Djoudj au Nord.

Ainsi, on distingue deux biefs : le Gorom Amont allant de RONQ à Boundoum-Barrage, soit une longueur de 24 km et le Gorom Aval de Boundoum-Barrage à son débouché final au fleuve Sénégal.

II - LE GOROM AMONT : FONCTIONS ET CONTRAINTES DE FONCTIONNEMENT DE L'AXE

Le Gorom Amont constitue un des principaux adducteurs d'eau douce du Delta. Il assure l'alimentation en eau de la ville de St-Louis, des populations rurales riveraines de l'axe, du bétail et des périmètres rizicoles.

II - 1. Le fonctionnement du Gorom Amont

L'alimentation de l'axe reste assurée par le fleuve Sénégal au niveau de l'ouvrage de RONQ. De ce fait, elle est tributaire de la hauteur du plan d'eau affichée en amont de RONQ. Elle obéit aux rythmes hydrologiques du fleuve suivant les saisons.

Ainsi, on distingue deux types de remplissage :

II - 1-1. Le remplissage gravitaire

Il s'effectue lorsque la cote amont de RONQ reste supérieure à la cote aval. Théoriquement, cette situation se réalise en période de hautes eaux.
En 1985 - 1986, l'entrée gravitaire s'échelonnait du 1er Août au 7 Octobre.

Aujourd'hui, avec la mise en eau du barrage de Diama calé à 1,50 m IGN, cette entrée gravitaire peut se prolonger jusqu'au début de la campagne agricole de contre-saison chaude fixée à la mi-février, selon S. GUEYE*.

On estime que pour la cote amont à RONQ, c'est-à-dire du fleuve, comprise entre 1,50 m et 2,95 m IGN, nous avons un débit gravitaire de 17,5 m^3/s.

*** Chef de la Division des Aménagements et de la Gestion de l'eau (SAED).**
(Communication orale)

L'entrée gravitaire constitue la phase la plus importante du point de vue de la quantité. Ainsi, en 1981-1982, elle concentrait 72,35 % du total des entrées estimé à 57.800 438 m3 pour une période allant du 20 Juillet au 10 Octobre 1981, selon la SAED.

Cette prédominance devrait s'accentuer avec le relèvement du plan d'eau sur le fleuve, rendu possible par la retenue de Diama et par la délivrance d'un débit régularisé en contre-saison chaude depuis Manantali.

II - 1-2. Le remplissage par pompage

Le remplissage gravitaire ne reste possible au niveau de l'ouvrage de RONQ qu'à une cote supérieure à 1,0 m IGN.
En dessous de cette hauteur, les pompes prennent le relais pour soutenir le débit en vue de satisfaire les besoins en eau.

Au cours de cette phase de pompage, la décrue est déjà effective ; les prélèvements s'accentuent et le plan d'eau en amont baisse peu à peu en attendant l'arrivée de la prochaine crue.
Cette phase concerne la plus grande partie de l'année, près de 9 mois.

II - 2. Les ouvrages

Dans le souci d'une bonne maîtrise de l'eau dans cette partie du delta du fleuve Sénégal,des ouvrages ont été construits pour réguler la crue. C'est ainsi que des digues et des stations de prise d'eau ont été édifiées tout au long de l'axe.

II - 2-1. Les digues

II - 2-1. 1. La digue périphérique

Construite en 1964, elle longe la rive gauche du Sénégal à proximité du village de RONQ sur une distance de 82 km. Elle permet de prémunir du delta contre toute relation hydraulique non désirée entre le fleuve Sénégal et le réseau interne de défluents.

Ainsi pendant l'hivernage, elle évite une submersion incontrôlée des cuvettes par l'onde de crue. En étiage, en revanche, elle empêchait les venues d'eau salée, provenant de la remontée saline dans le fleuve.

II - 2-1 2. La digue de Boundoum-Barrage

Elle est en terre et se situe en travers du Gorom immédiatement en amont du Lampsar. Elle sépare le Gorom Amont et le Gorom Aval. Elle constitue également un axe de communication avec la cuvette de Boundoum.

L'éventualité de la création d'un ouvrage vanné dans cette digue serait peut-être à envisager dans le futur, si l'aménagement du Djoudj ou du Djeuss, nécessite l'utilisation du Gorom Aval comme axe d'alimentation en eau douce.

II - 2-1 3. Le pont-barrage de Boundoum-barrage

Ce pont franchit le Lampsar à son extrémité amont, face au village de Boundoum. Cet ouvrage disposait de ruinures à batardeaux qui permettaient d'isoler le Lampsar du Sénégal avant la construction de l'ouvrage de RONQ. Le Gorom servait alors de tampon entre l'eau salée du fleuve et l'eau du Lampsar qui jouait le rôle de réserve.
Aujourd'hui, il n'a d'autre utilité que d'assurer la liaison routière entre les deux rives du Lampsar.

II - 2-2. Les stations de prise d'eau

II - 2-2. 1. : L'ouvrage de RONQ

Construit avant 1969, il règle l'admission de la crue dans le Gorom et dans les cuvettes rizicoles qui en dépendent. Il présente à la cote 1,90 m IGN de la crue une section totale de plus 60 m2.

Le but de cet ouvrage est triple :

- laisser un débit suffisant
- régler la vitesse de montée d'eau
- limiter la hauteur d'eau.

A la suite de la péjoration des conditions climatiques entravant l'hydraulicité de l'axe, il a été adjoint de la station de pompage de RONQ que nous verrons plus tard.

II - 2-2. 2. L'ouvrage de Diambar

Il se situe à 9 km à l'aval de RONQ. Il a pour rôle essentiel d'assurer l'alimentation du Kassak à l'Ouest et du Diovol à l'Est en rive gauche.

II - 2-2. 3. La station de pompage de RONQ

Elle constitue le principal ouvrage intéressant le Gorom. Sa réalisation a été décidée à la suite de la très faible crue de 1968.

L'onde de crue a été si faible et de si courte durée qu'elle n'a permis de metre en eau correctement que 10 % des superficies totales cultivées, selon S.C.E.T.COOP (1969).

Devant un tel sinistre, la décision a été prise de construire la station de pompage de RONQ. Celle-ci devait permettre de pallier les effets du retour de telles crues.

Elle est implantée à proximité immédiate de l'ouvrage de prise de RONQ et prend le relais de ce dernier dès que le niveau du plan d'eau du fleuve Sénégal reste insuffisant pour satisfaire les besoins en eau agricoles et urbains.

D'un débit global de 17,5 m3/s correspondant à une côte de 1,75 m IGN à RONQ et pour une hauteur géométrique de la pente de 0,70 m, cette station est composée de 5 groupes moto-pompes identiques de 3,5 m3/s chacun.

II - 3 - Les contraintes de fonctionnement du Gorom Amont

II - 3-1. Les contraintes naturelles

II - 3-1. 1. La dépendance hydrologique vis-à-vis du fleuve Sénégal

La crue constitue la seule source d'alimentation du Gorom dont le régime limnimètrique se caractérise par :

- des hautes eaux de Juin-Juillet à Octobre-Novembre
- des basses eaux de Décembre à Mai-Juin.

Avant la mise en eau du barrage de Diama, les dates du maximum de crue observées sont les suivantes à la hauteur de Dagana.

Tableau 10 : Dates des maxima de crue à DAGANA

DATES EXTREMES	INTERVALLE MINIMAL ENGLOBANT 67 % DES HAUTEURS MAXIMALES	INTERVALLE MINIMAL ENGLOBANT 33 % DES HAUTEURS MAXIMALES
16 SEPT - 23 NOV	30 OCT - 25 OCT	16 OCT - 23 OCT

Source : ORSTOM : Monographie du fleuve Sénégal (1967).

En amont de la station de RONQ, d'après les relevés des échelles de Dagana, on peut constater que la montée des eaux est peu marquée jusqu'en mi-juillet.
A partir de cette date, la hauteur augmente. Elle se fait selon l'ORSTOM (1965) à une vitesse de l'ordre de 2 à 5 m /jour. La crue atteint son maximum dans le delta vers la mi-octobre.

Actuellement, le barrage de Diama, calé à 1,50 m IGN soutenu par des lâchures depuis Manatali, permet de compenser le retard de l'arrivée de la crue. Il y a donc possibilité d'un soutien artificiel des débits en contre-saison durant 9 mois en vue de satisfaire les différents besoins en eau du delta.

C'est dire que la retenue de Diama accroît la capacité de l'axe et une corrélation entre les niveaux à Diama et la capacité de stockage de RONQ permet de mesurer les réserves en eau au niveau de RONQ. (voir tableau 11).

Le tableau 11 illustre l'augmentation de la capacité de stockage au niveau de Ronq qui passe de 13 millions de m3 à 37 millions de m3 pour une cote à Diama, calée à 1,50 m IGN.

A l'heure actuelle, les travaux de l'endiguement de la rive droite du fleuve Sénégal sont terminés, la cote devrait passer de 1,50 à 2,50 m IGN avec un volume à Ronq de 65 millions de m3.

Mais le problème se situe au niveau de la régularité de la crue artificielle. Celle-ci est en rapport avec la pluviométrie régnant dans le haut-bassin.

Tableau 11 : Les réserves en eau de Diama et de RONQ en fonction du plan d'eau

COTE DU PLAN D'EAU	SURFACE EN Km2			VOLUME EMMAGASINE EN MILLIONS DE m3		
	0	1,50	2,50	0	1,50	2,50
RETENUE DE DIAMA	134	236	433	0	250	580
AXE GOROM-LAMPSAR (au niveau de l'ouvrage de Ronq)	13	26	32	13	37	65

Source : OMVS ST LOUIS

II 3-1. 2. Le caractère sinueux et retréci de l'axe (fig 12)

Le Gorom Amont est un axe sinueux et retréci. De Ronq à Diambar, sur 9 km, le Gorom amont présente un lit très sinueux changeant par moment de direction.

Son profil en long reste rythmé par une succession de méandres. J. TRICART (1951) affirme que c'est à la fin de la trangression nouakchottienne que le Delta a donné naissance au Gorom. Il s'est établi au cours de la regréssion post-nouakchottienne correspondant à une phased'abaissement du niveau de base. Le fleuve, en cherchant un accès à la mer, a entaillé les deltas de rupture de levées mis en place lors du maximum Nouakchottien. C'est ce qui explique ces méandres successifs.

Son profil en travers reste très étroit. Il mesure de Ronq Diambar entre 20 et 30 m de large et varie peu jusqu'à Boundoum-barrage.

Le fond du lit présente des pentes variables et de cotes de fond presque stationnaires comme l'illustre le tableau 12.

47

FIG 12 PROFIL DU GOROM AMONT : DE RONQ à DIAMBAR

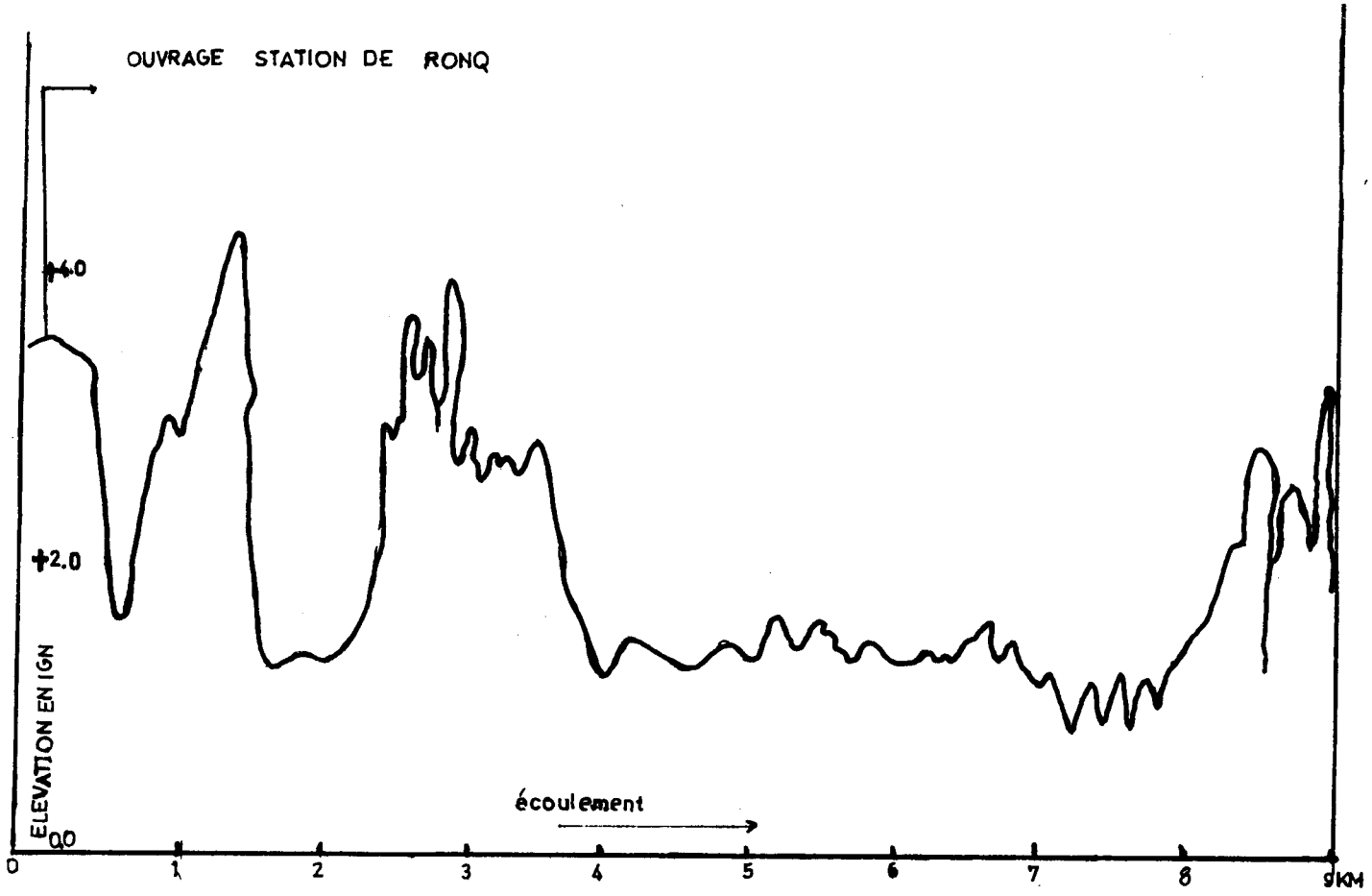


Tableau 12 : Les cotes de fond et les pentes de fond du lit du Gorom Amont

P.K	PENTE FOND REEL	COTE DE FOND	P.K	PENTE DE FOND REEL	COTE DE FOND
0	- 3	- 1,31	16	0	- 1,71
8,800		- 1,57	17	0	- 1,71
9	- 2,6	- 1,60	18	0	- 1,71
10	- 2,6	- 1,63	19	0	- 1,71
11	- 2,6	- 1,66	20	0	- 1,71
12	- 2,6	- 1,68	21	0	- 1,71
13	- 2,6	- 1,71	22	0	- 1,71
14	0	- 1,71	23	0	- 1,71
15	0	- 1,71	24	0	- 1,71

Source : SAED

A ces obstacles, il faut ajouter l'existence de nombreux seuils (fig 12), qui gênent considérablement le fonctionnement hydraulique de l'axe adducteur du Gorom Amont.

Conclusion

En définitive, nous pouvons dire que ces caractéristiques morphophysiques à savoir : sinuosité, retrécissement et rehaussement du lit participent à freiner l'écoulement. Il en résulte des pertes de charges singulières considérables dans la mesure où ces défauts contribuent à réduire la vitesse de l'écoulement.

II - 3-1. 3. Les contraintes liées à l'évaporation

L'évaporation joue un rôle décisif dans l'évolution des réserves.
Faute de mesure directe, la S.C.E.T (1969) nous a permis de dresser le tableau 14 donnant une idée des volumes évaporés durant l'année au niveau de l'axe.

Tableau 13 : Volume d'eau évaporé dans la réserve au cours de l'année.

Evaporation/mm	J	F	M	A	M	J	Jt	At	S	O	N	D
Total annuel 2021	150	138	162	162	181	188	194	188	175	175	198	150

Source : SCET DEC-1969

En outre, selon SECK *, l'évaporation dans la réserve de Gorom-Lampsar est évaluée à 8 mm /j , soit 2920 mm/an.

Toutefois, nous rappelons que le volume évaporé est nettement supérieur à l'apport pluviométrique annuel.

Cette perte par évaporation reste importante et participe dans une moindre mesure à une certaine minéralisation des eaux. Elle est favorisée - entre autre - par la faiblesse de la vitesse du courant dans l'axe constaté en période sèche.

II - 3-1. 4. L'envasement de l'axe

L'envasement de l'axe résulte de la combinaison des facteurs à la fois climatiques instaurant un rythme à 2 temps et hydrologiques liés à la charge solide accompagnant la crue du Sénégal.

En saison sèche, l'insolation et l'évaporation agissent en faveur de la cristallisation du sel sur les terrains limono-argileux du bassin du Gorom.

Ainsi, le sel remonte en surface et se concentre du fait de la faible porosité du terrain. D'après M. SALL (1982), la cristallisation du sel, ameublit les limons en leur conférant une texture pulvérulente favorable à la formation d'agrégats de 100 à 200 microns, granulométrie optimale pour la déflation éolienne.

*** Ingénieur hydraulicien, Chef de la Direction Régionale de l'Hydraulique de St- Louis. (Communication Orale).**

Ces actions éoliennes prennent de l'ampleur avec la dynamique des alizés. Ces vents forts soulèvent ces particules fines et acheminent une partie dans le chenal.

En saison humide, c'est le ruissellement qui prédomine. Nous sommes dans un régime irrégulier de précipitations avec une fréquence des averses brutales qui mobilisent des particules vers le chenal.

Des ravins et des rigoles ont été observés sur le terrain en Décembre 1991, avec leur position orthogonale au tracé du chenal.

La troisième cause de l'envasement semble être liée à la charge solide de la crue alimentant le Gorom. Ses eaux sont troubles. Le matériel en panne du laboratoire de la SONEES à St Louis nous a empêché de quantifier la turbidité des eaux du Gorom Amont.

Mais des mesures ont été effectuées sur le fleuve par A.KANE (1985) et par la SAED sur le Gorom en 1984.

Pour A. KANE (1985), les charges solides sont supérieures à 200 mg/l jusqu'à l'amorce de la décrue et puis dimimuent rapidement.

Selon GUEYE *, les eaux de l'axe contiennent 400 mg/l de particules solides durant la crue de 1984.

Il s'agit de matériaux fins qui ont une double origine selon A.KANE (1985) : d'une part, la charge endogène provenant directement des plaines alluviales et des lits fluviaux et d'autre part, la charge exogène issue des versants sous l'action de l'érosion pluviale et du ruissellement superficiel.

Tous ces phénomènes - érosion éolienne - ruissellement - crue chargée de particules solides , détiennent un caractère commun la mobilisation des particules solides et leur dépôt dans le chenal du Gorom Amont.

Cette mobilisation trouve des conditions favorables : la topographie relativement plane, l'absence de couverture végétale pouvant anéantir les effets de la déflagration éolienne et l'ameublissement du matériel.

Le dépôt des éléments solides semble être lié à la faiblesse du courant, à la position presque perpendiculaire du chenal par rapport à la direction des alizés et à l'effet de blocage des ouvrages installés sur l'axe.

Cet envasement a crée des conditions propices à l'installation de la végétation dans le chenal.

*** Communication Orale**

Après ce mois de mise en eau, il s'agira de l'entretien des cuvettes pour compenser les pertes par évaporation potentielle au bout de 45 jours environ (voir tableau 14).

Tableau 14 : Besoin en eau d'un hectare de riz irrigué pour jour

EVAPORATION POTENTIELLE	**0,7 cm / JOUR**
IMBIBITION	**0,5 cm / JOUR**
MONTEE DU PLAN D'EAU	**1 cm / JOUR**
TOTAL	**2,2 cm / JOUR**

Source : SCET 1969

Ces besoins ne cessent de croître en rapport avec le regain d'intérêt suscité par les possibilités qu'offre la retenue de Diama.

Depuis la mise en eau du Barrage de Diama (le 24 Novembre 1987), la double culture est devenue à la mode dans cette partie du delta: les besoins en eau augmentent considérablement du fait de l'extension des zones de culture.

A présent, comme le montre le tableau 15, l'irrigation se pratique 8 mois / 12 mois.

Tableau 15:CHRONOGRAMME DES ACTIVITES CULTURALES (cycle long)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	DUREE CYCLE IRRIGAT.
RIZ D'HI - VERNAGE							S						120 JOURS
RIZ DE CONTRE-SAISON CHAUDE		S											S = SEMIS

Mais les besoins en eau pour l'irrigation doivent intégrer tous les paramètres liés au climat, à la physique du sol.

II - 4-1. 1. La capacité du Gorom Amont et l'énormité des besoins à satisfaire

La capacité du Gorom Amont est illustrée dans le tableau 16.

Tableau 16 : Capacité du Gorom Amont

P.K	DEBIT MAX m3/s	P.K	DEBIT MAX m3/s
0		16	25.4
8,800	31	17	24,9
9	29.2	18	24,3
10	28,6	19	24,3
11	28,1	20	23,8
12	27,6	21	22,7
13	27,0	22	21,6
14	26,5	23	21,6
15	25.9	24	21,6

Source : SCET 1969

La capacité intrinséque du Gorom est chiffrée à 31 m3/s à l'ouvrage de prise de Ronq et se déprécie pour atteindre 21,6 m3/s au niveau de Boundoum-Barrage, sa confluence avec le Lampsar.

Les 9,4 m3/s restant serviraient au remplissage du Kassak, du Diovol et à l'irrigation de surfaces aménagées le long de l'axe. Ce qui fait que nous avons un taux d'efficience de près de 70% de Ronq à Boundoum-Barrage.

La capacité actuelle du Gorom Amont tourne autour de 7 m3/s alors que la prise de Ronq est en principe capable de débiter 30 m3/s. La demande de pointe actuelle est estimée à 23,8 m3 et doit augmenter à plus de 60 m3/s à long terme selon le P.D.R.G .

C'est dire que le débit réel reste très inférieur aux demandes actuelles. Ce débit se déprécie progressivement vers l'aval avec des coefficients d'efficience variables calculés par SECK* et représentés dans le tableau 17.

Tableau 17 : L'efficience du Gorom entre Ronq et Boundoum- Barrage durant l'hivernage

DATE	TAUX D'EFFICIENCE CALCULES DE RONQ A BOUNDOUM
13 AOUT 1991	70 %
25 SEPTEMBRE 1991	81 %
31 OCTOBRE 1991	88 %

Cette efficience dépend de l'importance des prélèvements dans cette section. Elle fluctue selon la période de la campagne agricole.

II - 4-2. Les pertes liées aux défauts de construction des canaux d'irrigation

Les canaux ou arroseurs ont pour rôle de conduire l'eau d'irrigation du chenal vers les casiers rizoles.

Ils sont dans le sol et sont faits avec un matériel naturel. De ce fait, ils n'ont pas de revêtement , ce qui entraîne des inconvénients suivants :

- pertes excessives dues à l'infiltration verticale et horizontale.
- la fréquence des cassures par l'érosion.

Nous ne disposons pas d'évolution chiffrée de ces pertes d'eau.
Mais elles peuvent être limitées par une bonne gestion des ouvrages.

*** Communication orale**

II - 4-3. Les contraintes d'ordre organisationnel

Elles résultent d'un manque de gestion optimale des eaux du bassin et d'une cohabitation d'utilisateurs aux intérêts divergents privés agro-industriels - eau potable - paysans -riziculteurs, éleveurs.

La gestion de l'eau est dévolue à la SAED. Mais elle n'est pas la seule utilisatrice de l'axe.

Aujourd'hui, on note une prolifération des PIV accompagnant les embranchements non contrôlés sur l'axe. Ce qui entraîne des prélèvements supplémentaires provoquant des déficiences notoires.

Le débit s'estompe progressivement compromettant parfois l'approvisionnement en eau de la ville de St-Louis, suite à la diminution du volume d'eau pompé à la réserve de Dakar-Bango.

Conclusion

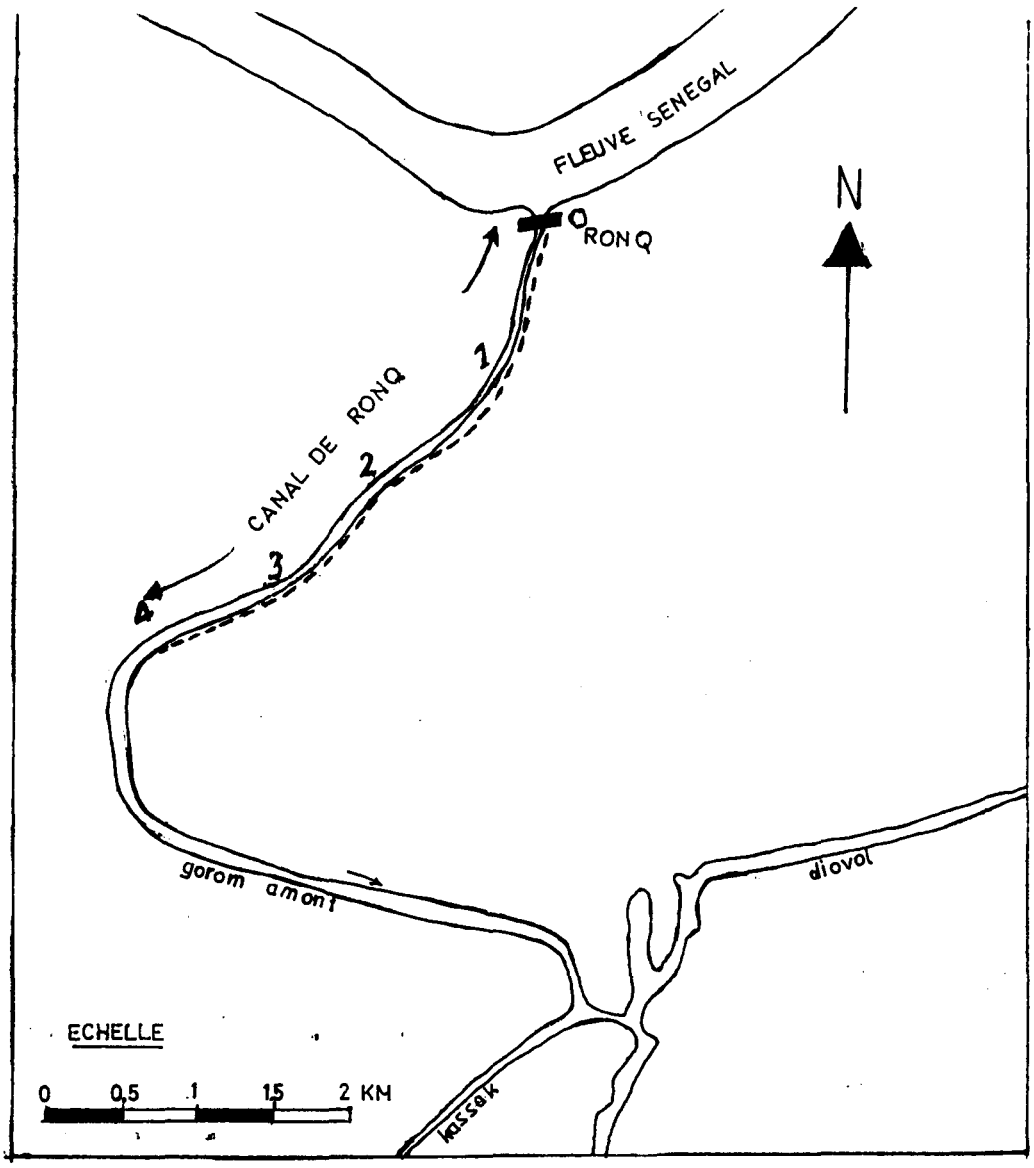
Les contraintes, ainsi énumérées, constituent autant d'obstacles au bon fonctionnement hydraulique de l'axe.

Compte tenu de son importance dans cette partie du delta - approvisionnement en eau de la ville de St Louis, des villages riverains, - consommation du bétail, irrigation, il s'avère nécessaire d'augmenter son débit, son efficacité pour subvenir aux besoins énormes en eau actuels et futurs. Des mesures tendant à atténuer ces défauts , seront traités dans les pages qui suivent.

II - 5 - Les mesures à entreprendre

Pour améliorer l'efficacité du Gorom Amont, dont dépend le Lampsar, des mesures ont été prises.

Elles consistent à un curage périodique du lit. D'après nos enquêtes auprès des populations de Diambar, des opérations de déblaiements de sédiments ont été effectuées en 1989 par la SAED. Mais au bout de 3 ans, nous avons constaté que la sédimentation se pose encore.



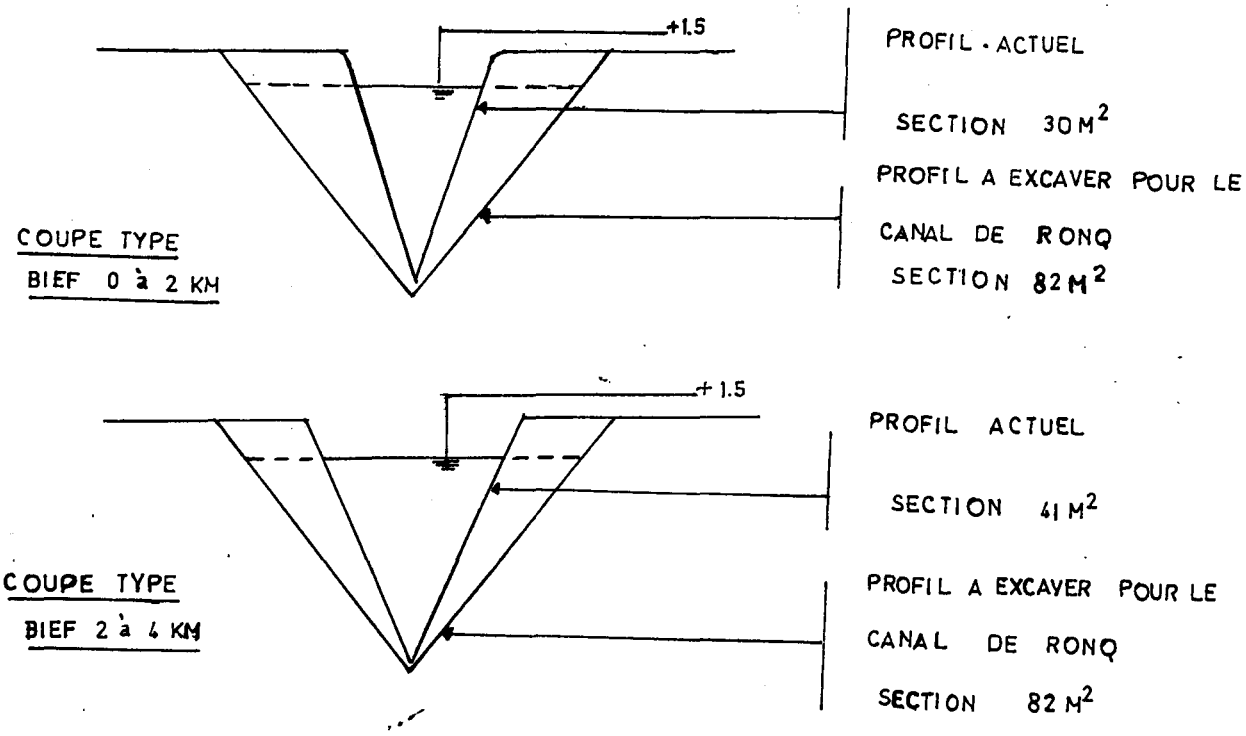


FIG 13 EXCAVATION DU CANAL DE RONQ

Ces actions mécaniques se matérialisant par des désensablements et des desherbages ne sauraient être donc des solutions définitives.

Devant une telle situation, des propositions - solutions ont été présentées dans le P.D.R.G visant à l'amélioration du Gorom Amont et à la satisfaction des besoins en eau dévolus au Gorom.

Le système d'alimentation est déficient. Il a évolué depuis la construction de la digue périphérique principale en 1964. Il doit, à présent, être revu et modifié dans le but de faire face aux demandes des zones de culture qui se sont accrues, pour améliorer les conditions de l'environnement (remplissage des dépressions) et correspondre au régime hydrologique modifié et régulé du Fleuve, provoqué par la mise en service des barrages de Diama et de Manantali.

Le caractère déficient actuel du réseau résulte entre autre de la faible capacité de l'ouvrage de Ronq et de l'étranglement du lit à son extrémité amont près de Ronq, dans les 4 premiers km. L'ouvrage de Ronq se compose d'une prise gravitire et d'une station de pompage; et il a été vérifié que théoriquement la prise gravitaire peut passer de 30 m3/s pour un niveau amont de 1,5 m IGN.

Néanmoins, le P.D.R.G signale lors d'un jaugeage effectué le 18 Mars 1988 que le débit d'entrée n'était que de 5,5 m3/s. L'installation en 1988 de 2 nouvelles pompes a accru la capacité de la station de pompage à 9 m3/s.

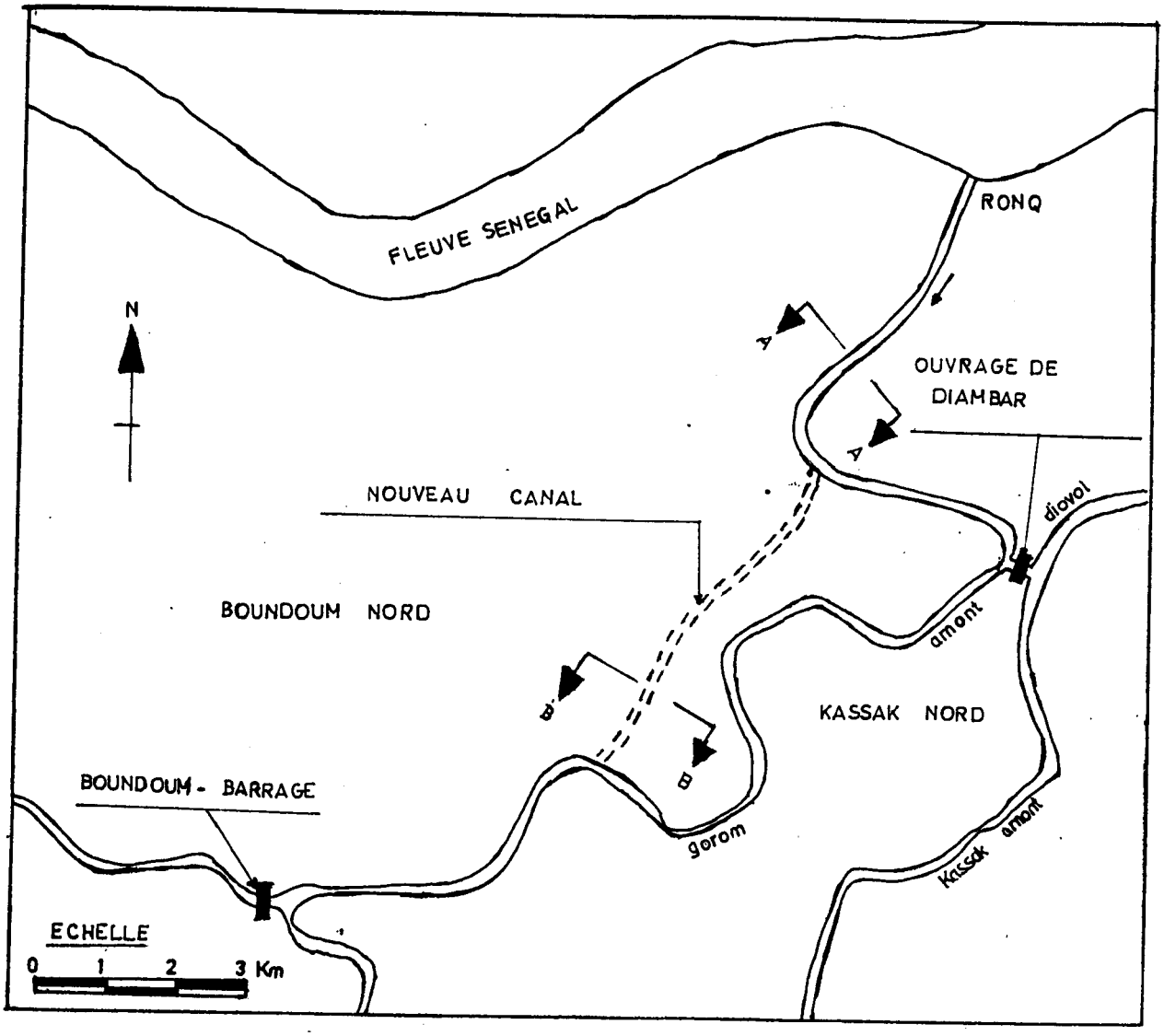
C'est dire que l'alimentation en eau reste nettement inférieure à la demande actuelle et cette contrainte n'est que légèrement soulagée avec le maintien de la retenue de Diama à 1,50 m IGN.

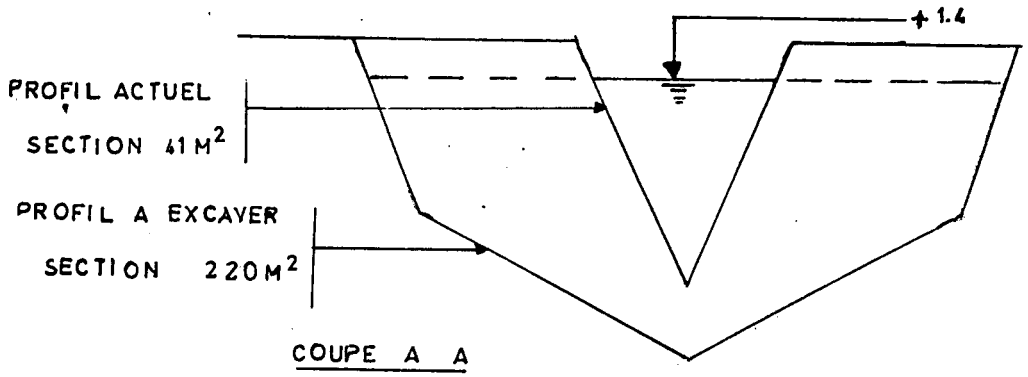
Face à cette situation, des besoins futurs à long terme surgiront à la suite de l'extension des superficies irrigables chiffrées à 66.240 hectares pour un besoin de 84.6 m3/s.

Devant ces exigences actuelles et futures, des améliorations du Gorom Amont s'avèrent nécessaires.

D'abord, elles passent par l'excavation du canal de Ronq (figure 13) qui accroîtrait la capacité du chenal de 7 m3 à 16 m3/s environ. Cela ne suffit pas à faire face aux besoins de pointe des périmètres existants qui sont de 24 m3/s à Ronq. Cette capacité n'est pas adéquate pour satisfaire les besoins futurs, après le développement proposé de l'agriculture irriguée sur les terrains adjacents à l'axe Gorom/Lampsar.

En définitve, pour alimenter le Lampsar à partir du Gorom Amont, à long terme, il faudrait que le chenal actuel subisse d'importantes modifications. Face à cette situation, la solution la plus économique,selon le P.D.R.G, consiste à creuser un nouveau canal sur une partie du Gorom Amont et d'élargir le reste du chenal.





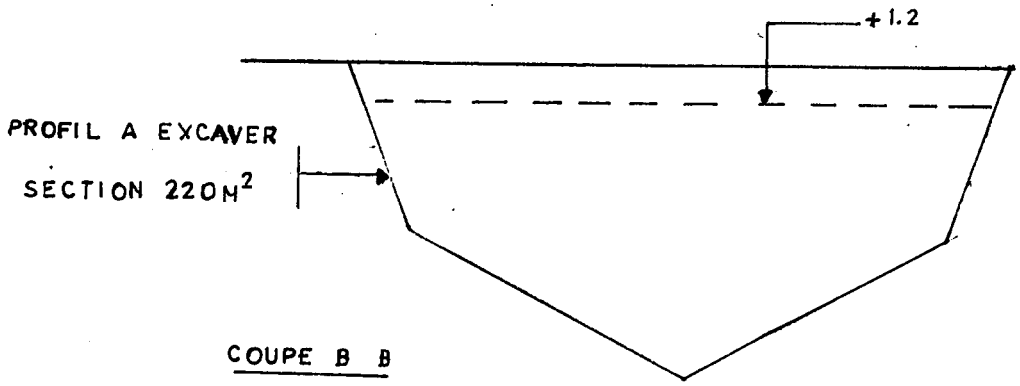


FIG 14 EXCAVATION D'UN NOUVEAU CANAL

Cette situation est représentée sous forme de graphique à la figure 14 et entraînerait une pente de chute de 0,5 m dans le Gorom Amont pour un débit de 47,8 m3/s.

Toutefois, bien que théoriquement., l'eau puisse être transportée de manière adéquate jusqu'à Boundoum-Barrage, les débits voulus ne peuvent être acheminés à la réserve de Dakar-Bango du fait des étranglements du Lampsar.

III - LE GOROM AVAL ET LA PROBLEMATIQUE DU DRAINAGE DANS LE BASSIN

INTRODUCTION

L'aménagement hydro-agricole en vue de la culture aquatique du riz dans le delta doit permettre la réalisation de deux fonctions hydrauliques essentielles : l'irrigation et le drainage.

L'axe Gorom assure ces deux fonctions à la fois par l'intermédiaire de ses deux biefs distincts.

Rappelons que le Gorom Amont constitue le principal adducteur d'eau douce dans le delta.

Quant au Gorom Aval, il sert de drainage aux périmétres irrigués de la cuvette de Boundoum principalement. C'est un axe segmenté en deux sections matérialisées par deux digues en travers sur son cours (voir carte hors texte).

La section allant de Boundoum - Barrage à la digue de Gaéla constitue le drain proprement dit, tandis que le reste, c'est à dire de Gaéla au fleuve Sénégal, reçoit de l'ouvrage du Gorom Aval une alimentation destinée au Parc de Djoudj principalement.

Notre étude s'intéresse, en grande partie, au drain que constitue le Gorom Aval. La nécessité de drainage reste liée à plusieurs objectifs, et en particulier à la salinité des terres.

III - 1. Le problème de la salinité des terres

La présence du sel dans les formations deltaïques constitue un des obstacles majeurs d'une mise en valeur optimale des superficies.

Selon J. TRICART (1961), le sel dans le delta du fleuve Sénégal a une double origine.

Il est d'abord résiduel et hérité d'un régime lagunaire qui correspondrait au maximum de la transgression nouakchottienne.

C'est après cette phase que les sels sont repris par le vent transformant les cuvettes à submersion temporaire en véritables **SEBKHAS**.

Ensuite ces sols ont subi une longue évolution caractérisée par un double jeu saisonnier : intrusion de la langue salée lors de la saison des basses eaux fluviales et, mobilisation et évacuation progressive du sel pour la crue annuelle.

Ce phénomène d'apport de sel s'est estompé du fait de l'existence du barrage de Diama qui bloque l'entrée du biseau salé dans le bassin du Gorom.

Mais dans le bassin du Gorom, le sel est incorporé dans les dépôts argileux et sablo-argileux et évolue en circuit fermé, d'après J. TRICART (1961) :

- l'évaporation de saison sèche fait concentrer le sel vers la surface où il favorise des phénomènes éoliens surtout sur les levées.
- lors de la saison pluvieuse, dans les parties non submergées des levées, une partie du sel redescend en profondeur, et prêt à remonter à la saison suivante, soit sous la forme d'une cristallisation diffuse, soit sous la forme d'efflorescence.
- le vent transporte, avec le limon, une quantité de sel. Les gros agrégats, ceux dans lesquels la proportion de cristaux de sel est plus considérable, sont trop lourds pour aller loin. Ils s'arrêtent selon J. TRICART (1961) à la première touffe de végétation, au premier marigot (ici le Gorom). Ce sel est remanié sur place.
- l'eau de ruissellement dissout un peu de sel et recharge en sel le fond des sebkhas où elle se concentre finalement. Ces SEBKHAS jouent le rôle de relais et de centre de distribution du sel.

Conclusion

En définitive, la majeure partie de ce sel semble être de nature résiduelle, hérité du régime post -nouakchottien et mis en marche selon un circuit presque fermé et avec unsystème accéléré par l'existence d'une saison sèche accentuée et durable qui favorise les processus semi-arides pendant les 2/3 de l'année.

L'aménagement de ces terres oeuvre pour améliorer leur qualité agronomique. Cet objectif passe par un bon drainage des terres.

C'est dire que la salinité et le drainage sont deux problèmes liés : les besoins de drainage sont accrus du fait que d'une part l'eau servant à l'irrigation contient du sel comme nous le verrons dans les analyses physico-chimiques; et d'autre part la nappe phréatique reste peu profonde et saline à la fois.

Cette pratique hydraulique qu'est le drainage passe donc entre autre par un lessivage des profils d'autant plus que le sel, rencontré dans cette partie du delta, est essentiellement constitué de chlorures donc des sels solubles.
Mais avant d'aborder le problème du drainage, voyons les fonctions du Gorom Aval.

III - 2. Fonctions du Gorom Aval

Initialement, le Gorom Aval a été conçu pour servir d'émissaire d'eau douce dans le complexe hydraulique de l'axe Gorom- Lampsar. Ce n'est qu'avec la modification de l'écosystème créé par les aménagements hydro-agricoles de la SAED qu'il a été transformé pour recevoir les eaux de drainage du périmétre de Boundoum.

III - 2-1. Le Gorom Aval et le Parc de Djoudj

Le Gorom Aval intéresse la vie du Parc de Djoudj de la digue de Gaéla au fleuve Sénégal. Cette section constitue un élément de l'écosystème du Parc National des oiseaux de Djoudj; car le Gorom Aval constitue un marigot très poissonneux qui sert d'habitat à des millions d'oiseaux (Herons - Pélicans - Canards - Oies). En outre, ses berges sont des lieux de perche et de nidification de grande importance. En plus, il sert d'alimentation en eau sanitaire du secteur Sud du Parc, des différents campements et postes installés dans le domaine du Parc.

Par contre, l'alimentation en eau potable reste assurée par des camions -citernes.

III - 2-2. Le Gorom Aval : axe de drainage

Cet axe intéresse le secteur endigué allant de la station de Gaéla au Boundoum-Barrage. Il reçoit les eaux de drainage issues du périmétre de Boundoum par l'intermédiaire de deux stations d'exhaure installées sur sa rive droite : GAELA et N'DONG (voir carte hors texte).
Son rôle de drain se situe généralement à trois niveaux :
- évacuer les eaux pluviales excédentaires
- vidanger les parcelles rizicoles du périmétre de Boundoum.
- évacuer les excédents d'eau d'irrigation.

III - 2-3. Les ouvrages du Gorom Aval (voir carte hors texte)

Ce sont des stations d'exhaure installées sur la rive droite du Gorom Aval.

Leurs sites respectifs constituent des points de ralliement de l'ensemble des eaux de drainage du périmétre de Boundoum. Ces eaux arrivent au niveau de ces stations par le système de réseau de drains allant de la catégorie de drains primaires aux drains tertiaires.
Ces stations sont au nombre de deux : la stations de Gaéla et celle de N'DONG.

III-3 - Les modifications prévues sur le Gorom Aval

Elles sont en rapport avec l'insuffisance caractéristique du Gorom Amont dans la satisfaction des besoins en eau des zones intéressées d'une part et d'autre part dans le but de rétablir des conditions optimales pour un équilibre de l'écosystéme dans le Parc.

Elles consistent essentiellement à l'utilisation du Gorom Aval comme adducteur d'eau douce intégré dans le complexe hydraulique Gorom-Lampsar.

Ainsi, selon des études menées dans le cadre du PDRG (1989), le Gorom Aval peut offrir une capacité de débit de 40 m3/s pour une chute de niveau de 50 cm c'est à dire une différence de hauteur entre 1,50 m IGN de l'ouvrage du Gorom Aval sur le fleuve Sénégal à 1,0 m IGN à son confluent avec le Gorom Amont à Boundoum-Barrage sur une distance de 40 km.

De ce fait, le Gorom Aval posséde une capacité hydraulique bien supérieure à celle du Gorom Amont.

Pour pouvoir passer un débit de 40 m3/s, il faudrait au préalable, d'après toujours le PDRG, que la capacité de l'ouvrage du Gorom Aval soit accrue et que le barrage et la digue de Boundoum soient démolis.

Ensuite, dans certains biefs, la construction de digues latérales pour éviter un débordement de l'eau s'avère nécessaire.

Enfin, d'après M. SALL*, pour convertir le Gorom Aval en axe d'eau douce, le calibrage de son profil en long est obligatoire.
Mais, à présent ,le Gorom Aval malgré son profil tranversal assez large et son bon potentiel de débit n'est utilisé que pour recevoir les eaux de drainage du périmétre de Boundoum.

*** Communication orale**

III - 4- La problématique du drainage dans le bassin

III - 4-1. Définition du drainage

Le drainage est une pratique hydraulique qui consiste à l'évacuation de l'eau se trouvant en excédant en surface ou dans dans le sol.

On distingue deux types de drainage.

Le drainage superficiel vise à évacuer l'eau de la surface des terres tandis que le drainage souterrain a pour objectif d'éliminer la nappe souterraine ou à défaut de la maîtriser de façon à la maintenir à la profondeur voulue pour obtenir une bonne production agricole.

Cette pratique trouve, dans le delta en général, des conditions liées à la structure et à la salinité des sols tout intérêt.

En résumé, le drainage assure 2 rôles essentiels.

D'une part, son rôle d'assainissement consiste en l'évacuation des excédents d'eaux d'irrigation et d'eaux pluviales et en la vidange des parcelles agricoles. Nous y reviendrons plus en détail.

D'autre part, le drainage se voit aussi attribuer une fonction de contrôle de la salinité grâce aux différents dissolements. A développer dans les pages qui suivent.

III - 4-2. Importance du drainage

III - 4-2-1 Objectifs

III - 4- La problématique du drainage dans le bassin

III - 4-1. Définition du drainage

Le drainage est une pratique hydraulique qui consiste à l'évacuation de l'eau se trouvant en excédant en surface ou dans dans le sol.

On distingue deux types de drainage.

Le drainage superficiel vise à évacuer l'eau de la surface des terres tandis que le drainage souterrain a pour objectif d'éliminer la nappe souterraine ou à défaut de la maîtriser de façon à la maintenir à la profondeur voulue pour obtenir une bonne production agricole.

Cette pratique trouve, dans le delta en général, des conditions liées à la structure et à la salinité des sols tout intérêt.

En résumé, le drainage assure 2 rôles essentiels.

D'une part, son rôle d'assainissement consiste en l'évacuation des excédents d'eaux d'irrigation et d'eaux pluviales et en la vidange des parcelles agricoles. Nous y reviendrons plus en détail.

D'autre part, le drainage se voit aussi attribuer une fonction de contrôle de la salinité grâce aux différents dissolements. A développer dans les pages qui suivent.

III - 4-2. Importance du drainage

III - 4-2.1 Objectifs

III - 4-2.1 1. Assainissement des zones irriguées

Le drainage des casiers rizicoles doit être envisagé à différentes périodes de la culture du riz.

L'assainissement des zones irriguées passe par la réalisation d'assechements qui visent deux buts : assurer un meilleur développement radiculaire en début de végétation et provoque une aération du sol à la fin de la floraison.

Selon les développements de la SAED, ces assechements ont une influence non négligeable sur la rigueur des plantes et par voie de conséquence sur les rendements.

En outre, ils offrent la possibilité de compléter les moyens de lutte indispensables contre les plantes advantices que les sarclages des rizières.

En fin de période végétative, cette phase d'assainissement permet de péparer et effectuer la récolte dans les meilleures conditions possibles. Car l'asséchement du sol facilite les travaux de moisson et de transporthors du périmétre des récoltes d'autant plus que ces travaux se font manuellement ou mécaniquement.

III - 4-2-1. 2. Contrôle de la salinité

La salinité des terres, expliquée plus haut, constitue un des obstacles de mise en valeur du delta. Le contrôle de la salinité se fait par le biais de deux procédés hydrauliques : l'un est superficiel et concerne l'eau de la surface du sol et l'autre souterrain et intéresse la nappe phréatique.

III - 4-2-1- 2. 1. Dessalement superficiel

Il poursuit les processus et mécanismes suivants :

- losrqu'une rizière est submergée en début de la saison de croissance, le sel présent en surface se dissout directement. Il est en poutre transporté vers le bas lorsque la teneur en eau du sol est complétée jusq'à saturation.
- sous l'effet de la diffusion, il se produira un déplacement progressif du sel de la couche superficielle du sol vers la couche d'eau de submersion.
- en évacuant régulièrement l'eau de surface et en la remplaçant par la nouvelle eau d'irrigation, ou maintient dans la couche superficielle des conditions favorables pour le développement du système radiculaire du riz.

De ce fait, le renouvellement de la couche d'eau est nécessaire pour évacuer le sel provenant du sol mais aussi pour compenser la concentration de sel de l'eau d'irrigiation rendue possible parles effets de l'évaporation et des échanges entre l'eau et le sol.

Néanmoins, cette technique présente deux inconvénients.

D'une part, elle nécessite une mobilisation de grosses quantités d'eau pour dessaler la zone d'enracinement, maintenir la qualité de l'eau de submersion et neutraliser les apports de sel par l'eau d'irrigation.

D'autre part, le deuxième handicap demeure la minceur de la zone d'enracinement à dessaler. Cette caractéristique explique non seulement sa vulnérabilité mais aussi les risques de ressalinisation en période non irriguée du fait de l'ascension capillaire de l'eau de la nappe souterraine salée.

III - 4-2-1. 2.2. Dessalement souterrain

Il consiste à l'installation d'une hiérarchie de drains, sorte de canaux souterrains, allant des drains principaux ou primaires aux drains tertiaires.

Contrairement au dessalement superficiel, le dessalement de la couche superficielle par drainage souterrain est plus rapide et plus efficient.

Selon EUROCONSULT (1988), le contrôle de la salinité par drainage superficiel exige beaucoup plus d'eau que le drainage souterrain, soit 2 à 3 mm par jour pour le premier contre 0,5 mm par jour pour le second.

Ainsi, grâce au drainage souterrain, toute l'aquifère superficielle (jusqu'à 6 m où se trouve un substrat imperméable) sera à long terme déssalinisée : l'eau salée de la nappe sera progressivement remplacée par l'eau douce provenant de l'irrigation.

Toutefois, ce processus est assez lent et a une durée de l'ordre de plusieurs années.

Le drainage souterrain et la vitesse de dessalement varient fortement d'un endroit à un autre et sont déterminés par la résistance verticale de la couche superficielle argileuse qui est elle-même fonction de son épaisseur.

En conditions normales, dans le périmétre de Boundoum, le processus de dessalement du profil du sol et de l'aquifère superficielle est estimé dans le tableau 18.

Tableau 18 : Pourcentage de sel évacué selon la durée de dessalement

ANNEES	POURCENTAGE DE SEL EVACUE
5	20 %
10	35 %
25	65 %
50	85 %

Source : EUROCONSULT 1988

III - 4-2-1. 2.3 Quantité d'eau et de sel à évacuer

EUROCONSULT (1988) a calculé la quantité de l'effluent du drainage dans l'axe Gorom à 21,5 millions de m3 provenant des 3500 ha du périmétre de Boundoum qui se répartit comme nous le montre le tableau 19.

Tableau 19 : Quantité d'eau évacuée en 1 an pour 1 ha de terre irriguée

	mm/jour/ha	mm/an/ha
Drainage souterrain	0.5	100
Assainissement	2	400
Ecoulement averse	variable	100
TOTAL		600

Source : EUROCONSULT 1988

Ceci correspond à une quantité de sel évacué hors du périmétre, calculée dans le temps comme l'illustre le tableau 20.

Tableau 20 : Quantité de sel évacué par le Gorom Aval étalé dans le temps

Au début	200.000 t/an
10 ans après	130.000 t/an
Après 25 ans	70.000 t/an

Source : EUROCONSULT 1988

Le tableau 20 dénote une dimunition graduelle de la salinité du périmétre du fait des opérations de dessalement. Cette chute est représentée à la figure 15.

68

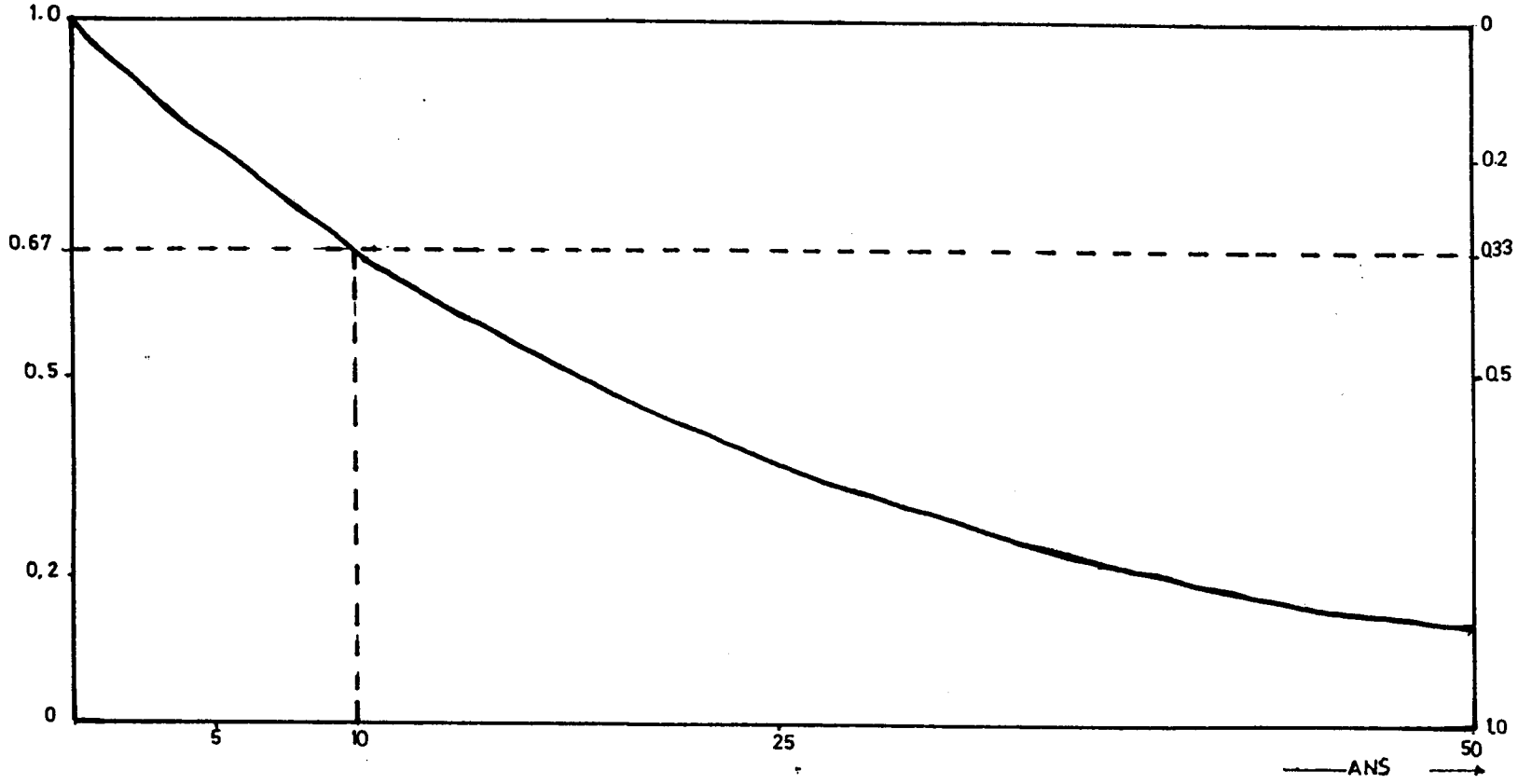


FIG 15 DIMINUTION AU COURS DES ANNEES DE LA PROPORTION D'EAU SOUTERRAINE SALÉE DANS L'EFFLUENT DE DRAINAGE (d'aprés Euroconsult, 1988)

Conclusion

En définitive, cette partie du delta du fleuve Sénégal reste caractérisée par la présence de sols salés et d'une nappe salée à faible profondeur contenue dans des terrains à texture fine, de faible profondeur.

Cette nappe à surface libre dont la cote piézométrique moyenne dans les terrains non cultivés inférieure au niveau de la mer reste sans exutoire et demeure en relation étroite avec l'évaporation.

La mise en culture du bassin de Gorom en particulier et du delta en général nécessite une irrigation qui aura pour effet de réduire considérablement l'évaporation agissant sur la nappe et de la recharger par apport d'eau infiltrée.

Mais la nappe reste soumise par des remontées capillaires entraînant deux types de risques

- asphyxie des racines si celles-ci se trouvent dans la zone saturée
- contamination des terrains par le sel; ce qui interdira définitivement tout aménagement agricole.

C'est dans ce cadre qu'il faut situer toute l'importance du drainage. Mais celui-ci se trouve confronté à des contraintes de tout ordre.

III - 4-3 Les contraintes du drainage

Elles sont nombreuses et restent soumises à la nature des cuvettes et des levées, aux défauts d'aménagement et aux difficultés résultant de l'évacuation des eaux de drainage.

III - 4-3. 1 Contraintes liées à la nature du terrain

Comme précédemment énoncée, l'étude des caractéristiques morphologiques du bassin de Gorom nous permet de dire que la texture du terrain, surtout des levées et des cuvettes, est fine et constituée de limon argileux et d'argile. Cette texture est peu perméable. De ce fait, elle demeure un obstacle aux opérations de dessalement.

Cette contrainte est d'autant plus insurmontable que l'épaisseur de la couche d'argile dépasse 1 m d'après M. DIAKHATE (1988) citant M. AUDIBERT (1970).

En dehors de cette caractéristique texturale, la faiblesse des pentes et le niveau très proche de la nappe phréatique par rapport à la surface du sol constituent autant d'obstacles pour établir les conditions d'une drainabilité efficace.

III - 4-3. 2. Contraintes causées par les défauts d'aménagement

La culture du riz dans le bassin voit se juxtaposer deux types de périmétre.

D'une part, le grand périmétre - tel que le périmétre de Boundoum reste sous tutelle de la SAED et bénéficie d'un bon réseau de drainage.

D'autre part, le petit périmétre communément appelé PIV qui reste sous la gérance des paysans individuellement ou regroupés en associations. Cette unité agraire est née avec la réforme territoriale de 1972 qui s'était fixée comme objectif " un périmétre, un village ". C'est donc l'émergence des PIV qui se caractérise par l'absence de réseau de drainage adéquat.

Ainsi, l'absence ou l'insuffisance de drainage combinée à la remontée de la nappe phréatique salée conduit à l'intrusion d'eau salée dans la zone radiculaire. Cela explique le nombre élevé des abandons; et ces terres non irriguées constituent des zones de propagation du sel.

III - 4-3. 3. L'évacuation des eaux de drainage

Plus haut, nous avons donné grâce aux travaux d'EUROCONSULT (1988) un volume d'eau draîné dans la cuvette de Boundoum équivalant à 21.5 millions de m3. Cette quantité d'eau devrait être acheminée vers la mer en aval de DIAMA.

Dans la pratique, on utilise la partie amont du Djeuss pour servir de zone d'épandage des eaux de drainage des périmétres de Boundoum, de Lampsar et de quelques PIV à l'Ouest du Lampsar.

Avec les risques écologiques évoqués tantôt et en rapport avec la quantité de sel à mobiliser et à évacuer, il est souhaitable de mettre en exécution l'Emissaire du Delta le plus vite possible.

La construction dans le delta de ce grand drain permettrait de résoudre le problème de l'évacuation des eaux de drainage.

Ce principal canal de drainage devrait partir du Nord à proximité de Ronq, prendre une direction Nord-Est-Sud-Ouest avant de joindre le fleuve Sénégal juste en aval du barrage de Diama. (fig 16).

Du coup, il libérerait le Gorom Aval qui deviendra un axe d'amenée d'eau douce.

Dans la partie Amont du bassin du Gorom, la dépression du N'Diael sert de zone d'épandage des eaux de drainage des périmétres de Kassak Nord, Kassak Sud, Grande Digue, Tellel (voir carte hors texte). Ainsi cette dépression, ancienne sebkha d'environ 8700 ha, constitue le seul exutoire possible pour l'évacuation de ces eaux de drainage issues de 2627 ha.

Mais cette solution demeure incompatible avec le projet de mise en eau du N'Diael. Ce projet profiterait des avantages que procure la réalisation des barrages de Diama et de Manantali. L'existence de la retenue de Diama permet de procéder à des lâchures vers le N'DIAEL via le Niet Yone (voir carte hors texte). Ce projet vise aussi la réhabilitation de l'ancien écosystème.

Enfin, un autre avantage est la création de ce lac artificiel qui faciliterait la gestion du Djoudj. Dans l'optique des responsables des Parcs Nationaux, le N'Diael servirait de base de repli pour les populations d'oiseaux autochtones une fois les marigots du Djoudj asséchés et nettoyés.

Conclusion

En résumé, nous pouvons dire que le drainage et l'irrigation sont deux opérations indissociables. L'irrigation entraîne le drainage. Et s'il n'y a pas de drainage, il ne peut y avoir une bonne pratique agricole. Donc, il serait nécessaire de les combiner pour une meilleure gestion de l'eau.

Dans le bassin du Gorom, le drainage rencontre des contraintes difficiles à surmonter surtout celles liées à la nature du terrain (topographie basse, texture fine, matériel peu perméable).

Le rejet des eaux de drainage dans le Gorom Aval constitue des risques écologiques pour l'écosystème du Parc des oiseaux de Djoudj.

L'épandage des eaux de drainage dans les dépressions ou éventuellement dans le fleuve Sénégal par l'intermédiaire du Grand Emissaire pose le problème de sa réutilisation à d'autres fins. Celle-ci dépendra de la qualité de ces eaux.

Nous verrons cette éventualité dans la dernière partie.

72

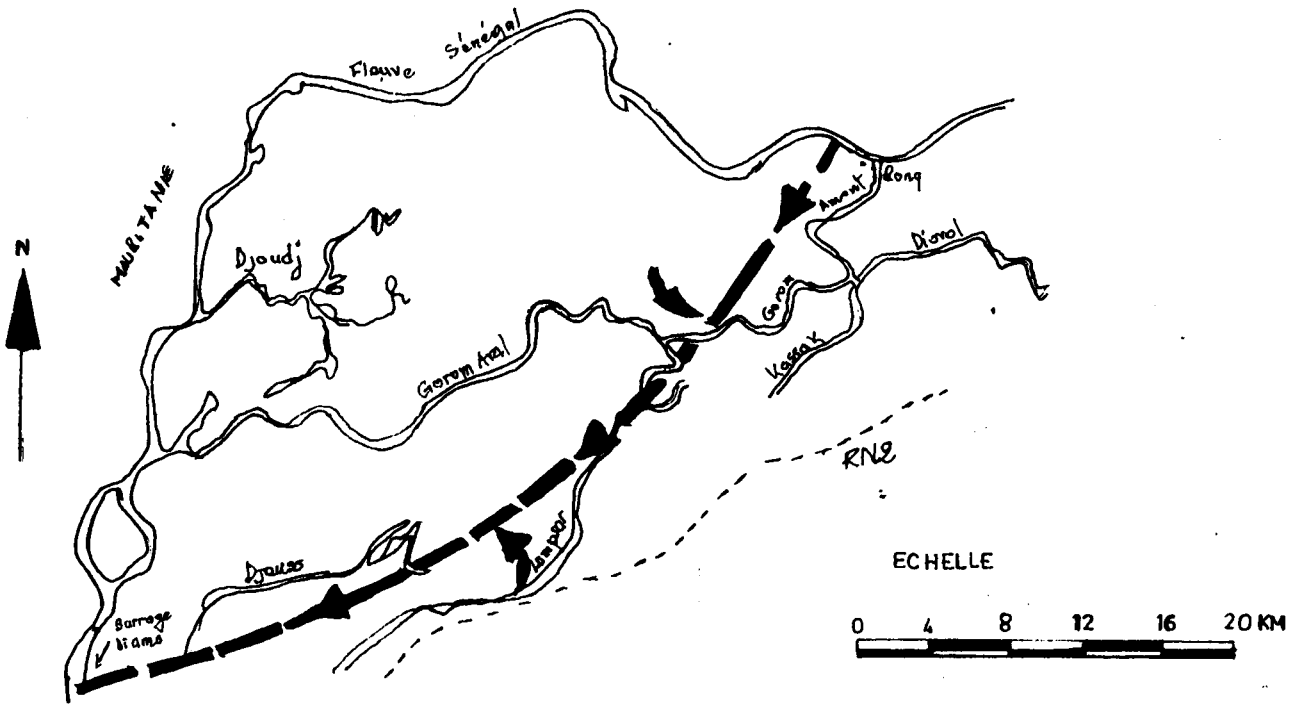


FIG 16 TRACE DU GRAND ÉMISSAIRE DU DELTA (en projet)

3ème PARTIE : LES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES ET LEURS IMPACTS SUR LA GRANULOMETRIE SABLEUSE ET SUR LA NATURE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DU GOROM

I - LES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES

INTRODUCTION

Les expériences d'aménagements hydro-agricoles avaient commencé dès le début du XIXe siècle, afin de satisfaire les besoins de productions massives et d'importations régulières. De ce fait, la métropole passe du ramassage des produits à la mise en valeur.
La colonisation agricole du Delta date de cette époque, suite aux expériences avortées du Baron ROGER.

Lors de la seconde guerre mondiale, les difficultés puis l'arrêt des approvisionnements en riz en provenance d'Indochine incitèrent les autorités françaises à produire sur de grandes surfaces le riz nécessaire au Sénégal.

Les aménagements hydro-agricoles, dans le moyen et le bas Delta du fleuve Sénégal, datent de 1945 à la suite de la sollicitation des populations auprès de l'Administration selon A. DIA (1986).
Le régime hydrologique, la topographie des terres et la répartition de la pluviométrie donnaient un contexte favorable à la culture du riz en submersion.

Ces aménagements hydro-agricoles sont constitués de digues et de canaux ayant pour but de rendre les hauteurs de plan d'eau dans le fleuve, les chenaux et les cuvettes indépendantes les uns des autres sous réserve d'une hiérarchisation correcte de ces niveaux et d'organiser la circulation de l'eau dans les sous-ensembles ainsi constitués durant les phases de remplissage, d'entretien et de vidange de manière à satisfaire les conditions imposées par la croissance normale du riz.

Depuis la seconde guerre mondiale, ils ont subi une évolution allant dans le sens de la maîtrise complète de l'eau.

I - 1 - Types et Evolution des Aménagements hydro-agricoles

I - 1-1. Les aménagements primaires ou aménagements de submersion semi-contrôlée de 1945

Ce sont les premiers aménagements en vue d'un contrôle de la submersion.
On essaye de se dégager des contraintes hydrologiques et pluviométriques par retention de l'eau dans une cuvette endiguée dans le but d'une sécurisation des cultures de décrue (voir fig 17).

Ce premier stade d'acquisition de la maîtrise de l'eau peut se définir comme celui de la limitation du niveau susceptible d'être atteint par le plan d'eau dans chacune des cuvettes rendues indépendantes les unes des autres.

Ce qui veut dire qu'on va se prémunir contre une hauteur de submession excessive sur l'ensemble de la superficie de chaque cuvette et exclusivement contre cela.

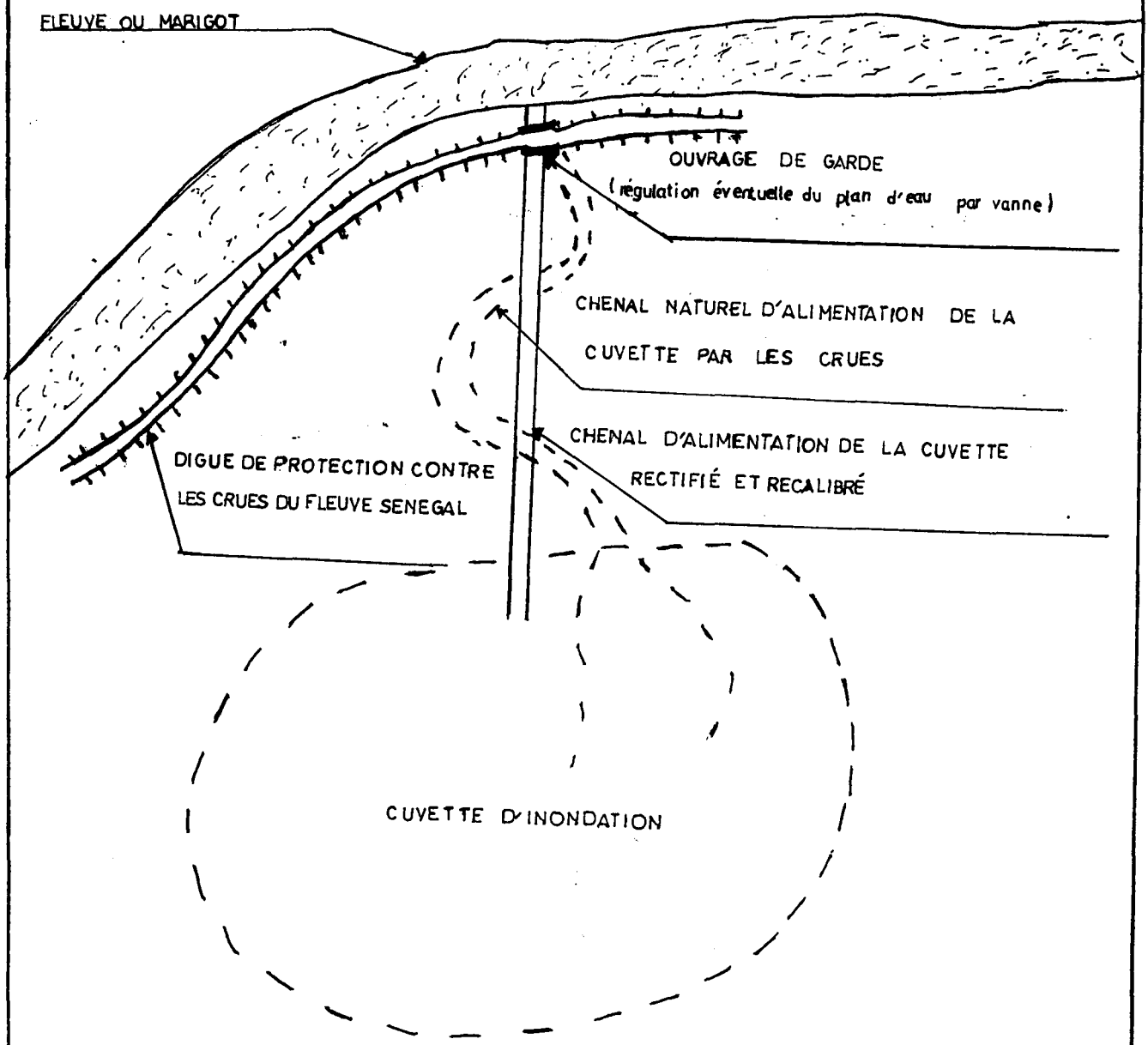
Dans la pratique, l'aménagement primaire consiste à rendre le plan d'eau des cuvettes indépendant de celui du fleuve Sénégal ou du chenal durant la période de crue par la construction de la digue périphérique.
La cuvette doit être submergée par la crue 8 années sur 10 et avoir une dénivelée de 0,75 à 2,00 m, c'est-à-dire une différence entre les hauteurs extrêmes de submersion.

Les semis se font sous la pluie, donc au début d'hivernage en attendant la crue pour la croissance du riz. Par conséquent, la récolte s'effectue dans l'eau.

Une autre caractéristique, cette fois technique, consiste à l'installation d'ouvrages de prise vannés à l'entrée des chenaux naturels.
Ces ouvrages ont un double objectif : assurer l'acheminement des eaux vers les cuvettes lorsque celles-ci forment le lit majeur de ces chenaux et limiter le niveau atteint par le plan d'eau en aval.

Mais ce système était loin d'être performant. Certains obstacles ont concourru à sa disparition : nécessité d'une bonne corrélation entre pluie et crue, faiblesse des rendements des variétés à paille longue (ou riz flottant), pertes excessives durant la récolte car celle-ci se faisiat dans l'eau.

FIG 17 AMENAGEMENTS PRIMAIRES SCHEMA TYPE



I - 1-2. Les aménagements secondaires ou de submersion contrôlée

I - 1-2. 1. Les aménagements secondaires gravitaires de 1960

Le système va être amélioré d'une part par la mise en place de digues intermédiaires permettant de limiter les denivelées du terrain dans chaque parcelle, et d'autre part par le creusement d'un canal à fond plat du point le plus bas de la parcelle. Cela pourra même les faibles crues (voir fig nr 18).

Autrement dit, ce nouveau système consiste à la construction de digues internes dans la cuvette considérée de manière à isoler les uns des autres secteurs à l'intérieur desquels la denivelée maximale n'excéde pas 0,50 m.

Ainsi, le système de digues est complété par des canaux de fond plat qui désservent obligatoirement le point le plus bas de chaque secteur et sont donc utilisables pour l'irrigation et pour le drainage des différents secteurs.

Pour résumer, nous pouvons affirmer que la caractéristique de ce type d'aménagement est double : d'une part, le principe de l'irrigation par l'aval sous forme de creusement d'un canal plat et d'autre part, la confusion des ouvrages d'irrigation et de vidange.

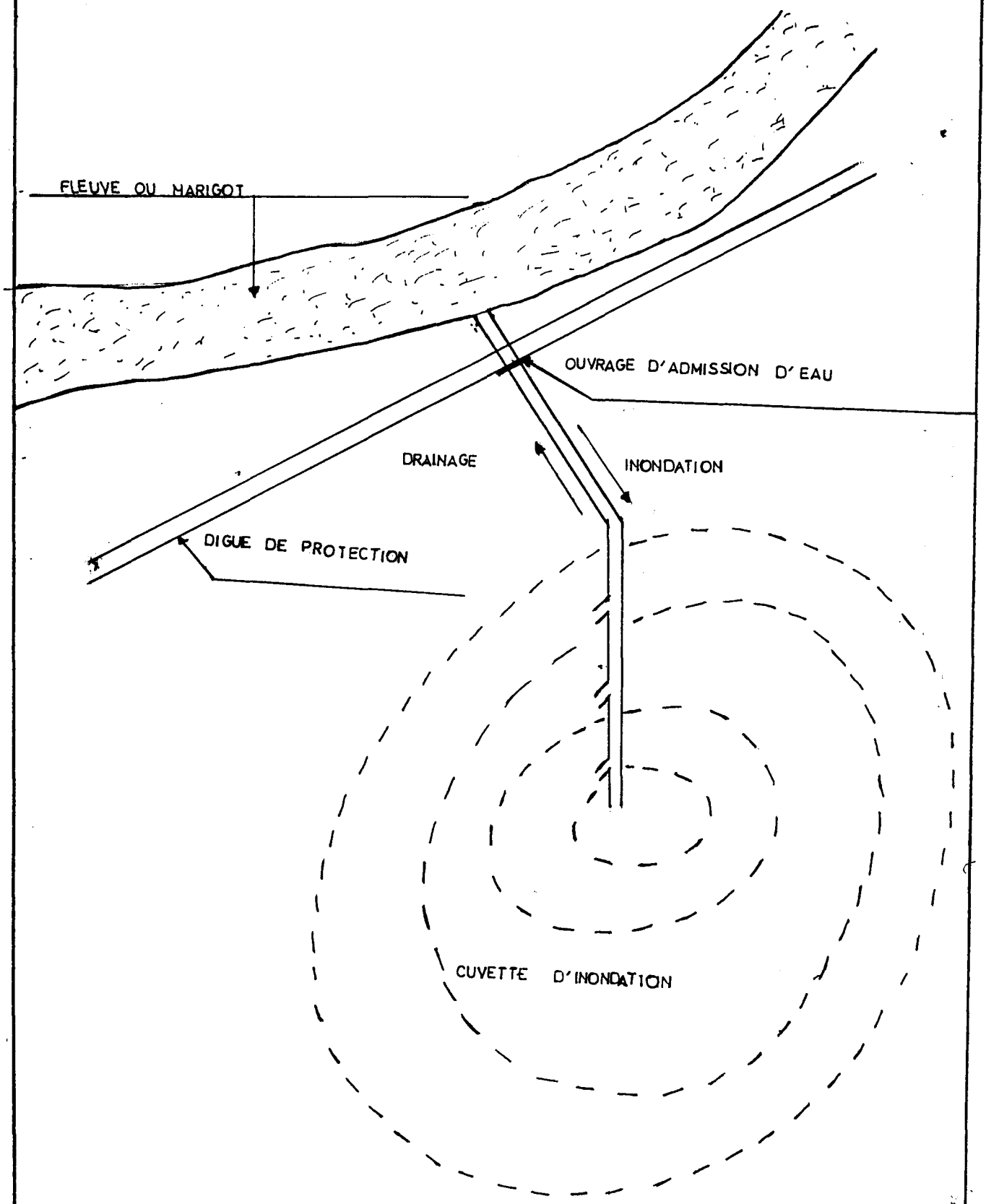
Cette forme d'aménagement à entrée gravitaire connaît des problèmes communs avec l'aménagement primaire : nécessité d'une bonne corrélation entre pluie et crue, rentabilité faible des variétés bien que celles-ci soient plus productives que les précédentes du fait de la denivelée atténuée à 0,50 m.

Mais l'inconvénient majeur demeure que le système d'irrigation par l'aval ne permet pas d'assurer un contrôle rigoureux de la vitesse de la montée des eaux.

I - 1-2. 2. Les aménagements secondaires ameliorés avec pompage de 1968

Pour éviter les risques de sinistre occasionnés par une crue tardive, une station de pompage d'appoint va être associée à l'ouvrage vanné capable de remplir la cuvette même à partir du niveau d'étiage.

FIG 18 AMENAGEMENTS SECONDAIRES SCHEMA TYPE



Cet aménagement se caractérise par la multiplication des digues annulaires et de diguettes permettant une réduction de la denivelée de moitié par rapport à la précédente c'est-à-dire à 0,25 m d'une part et le relais d'irrigation après levée sous pluie par pompage d'autre part, si la crue est tardive ou faible.

Ces améliorations s'expliquent par la crue gravement déficitaire de 1968. Cette année plus de 90 % des surfaces ensemmencées n'ont pas été récoltées dans le delta selon A. DIA (1986).

Cela amène l'administration de la SAED à concevoir l'aménagement secondaire avec pompage qui dérive directement du précédent par adjonction à l'ouvrage de prise primaire d'une station de pompage prélevant directement l'eau du fleuve pour la délivrer au chenal adducteur à une cote assurant la garantie totale de submersion contrôlée des cuvettes concernées.

Dans ce cas, le pompage n'intervient que si l'ouvrage vanné n'est pas en mesure d'assurer les entrées d'eau dans la cuvette. Ce complément a été rendu possible dans le bassin du Gorom par la création le 1er juillet 1969 de la station de pompage de Ronq.
Un an plus tard, les superficies désservies par cette station sont mentionnées au tableau 21.

Tableau 21 : Puissance de la station de Rong en 1970

STATION	CUVETTES DESSERVIES	SURFACES DESSERVIES	DEBIT MAXIMUM M3/ SEC
RONQ	DIAMBAR - KASSAKNORD BOUNDOUM OUEST-KASSAK SUD - TELLEL - GRANDE DIGUE - DJEUSS - SAVOIGNE	6797	17

Source : SAED - CNAPTI - 1970

Mais deux faits majeurs ont limité le fonctionnement de ce système amélioré.

D'une part, la maîtrise de l'eau reste aléatoire d'autant plus que, à partir de 1968, l'hydraulicité du fleuve c'est à dire la puissance des crues commence à diminuer.

D'autre part, la mauvaise qualité du planage (dénivelée égale à 0,25 m) et du drainage fait que les rendements, malgré l'introduction de meilleures variétés, restent faibles et stagnent entre 1,5 et 2 t /ha.

Conclusion

Le sytème reste vulnérable puisqu' il demeure trop dépendant des contraintes du milieu naturel pluies et crues du fleuve. Cela dénote l'état de crise très avancé du système Waolo-Jeeri dont parle M. THIONE (1988).

La submersion contrôlée marque ainsi la transition entre le système Waolo-Jeeri et le système de culture irriguée avec maîtrise complète de l'eau.

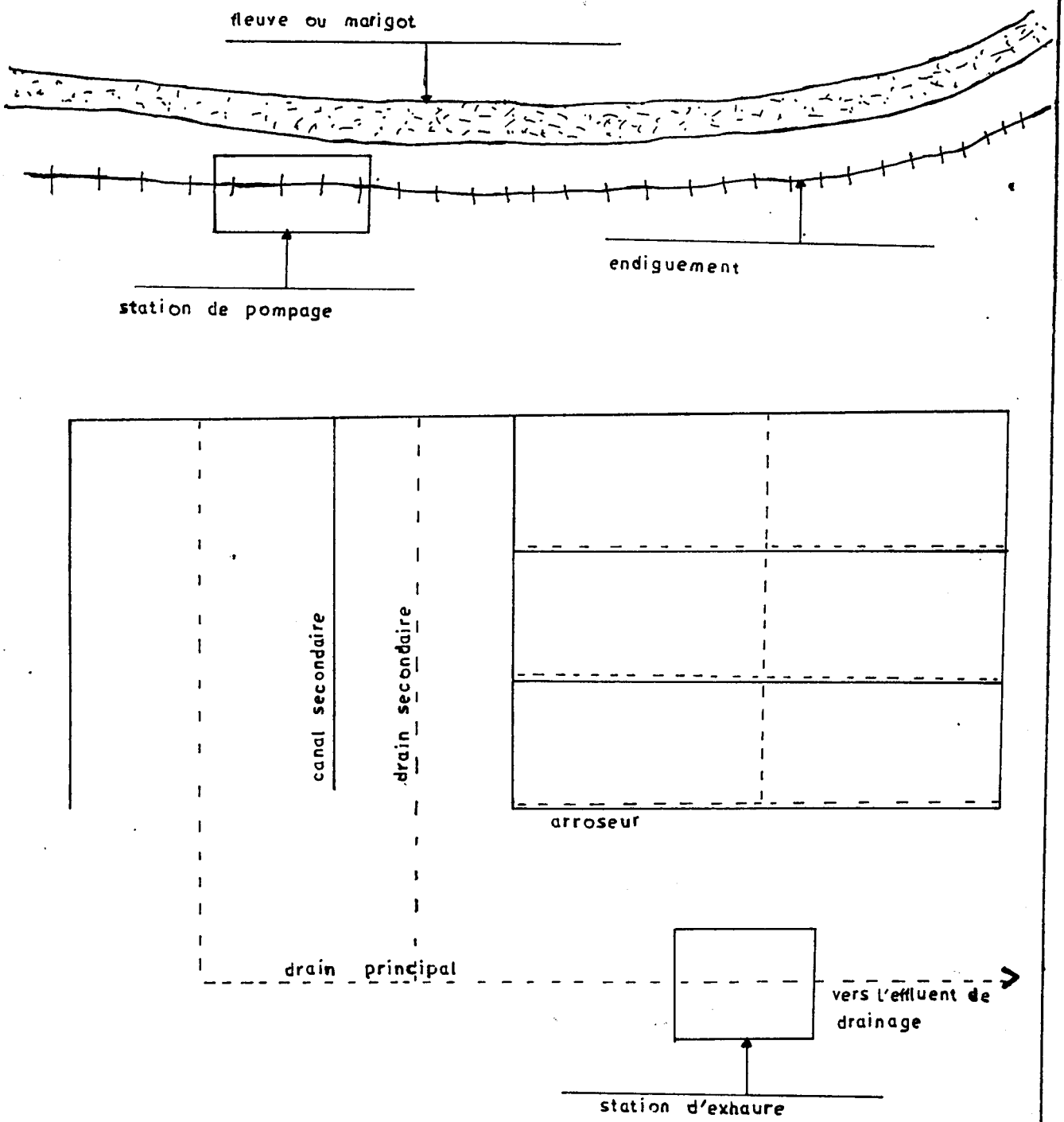
Ainsi, les raisons de l'introduction effective de l'irrigation depuis 1972, semblent être liées à l'influence et aux aléas du système traditionnel de production, à la forte pression démographique, à la diminution des stocks vivrières, aux changements d'habitude alimentaire basée en grande partie sur le riz au détriment des autres denrées tel que le mil.

II - 1-3. Les aménagements tertiaires ou de submersion dirrigée de 1972 (fig 19)

Les raisons de l'introduction effective de l'irrigation depuis 1972, semblent être liées à l'influence et aux aléas du système traditionnel de production, à la forte pression démographique, à la diminution des stocks vivrières, aux changements d'habitude alimentaire basée en grande partie sur le riz au détriment des autres denrées tel que le mil.

Ces aménagements sont appelés "Aménagements en maîtrise totale de l'eau" ou encore " Grands périmétres". A partir de 1972, tous les aménagements secondaires améliorés du delta ont été transformés en " Grands Périmétres ".

FIG 19 AMENAGEMENTS TERTIAIRES SCHEMA TYPE



Ce système se caratérise par la réalisation d'un cloisonnement permettant de limiter l'intervalle de variation de la hauteur de submersion à 0,10 m au maximum. C'est dire que le planage est mieux assuré avec une dénivelée qui passe de 0,25 à 0,10 m.

L'autre innovation consiste à la subdivision en sous-secteurs hydrauliquement indépendants de l'ordre de 20 à 50 ha, afin d'assurer une conduite efficace de l'irrigation et de drainage : chaque parcelle de 1 à 3 ha est bordée d'un canal d'irrigation ou aroseur et d'un drain comme le schématise la figure 18.

Ce système s'inscrit sous le double aspect de la maîtrise de l'eau : de l'amenée à la répartition. Il essaye de libérer l'agriculteur des aléas pluviométriques et hydrologiques dont l'ampleur augmente considérablement à partir de 1972-1973.

Les rendements, à cette époque, tournaient autour de 3 à 4 tonnes/ha grâce à l'utilisation des variétés plus productives.

Le premier aménagement tertiaire du delta a été réalisé en 1971 dans le périmètre de Boundoum-Barrage sur une superficie de 185 ha. Son extension touchait en 1972 un casier de 400 ha dans la partie Nord du périmétre de Boundoum.

A l'heure actuelle, avec les possibilités qu'offrent les barrages de Manantali (crue artificielle garantie) et de Diama (retenue d'eau pour le Delta), le système s'intensifie et concerne des superficies non négligeables dans le bassin du Gorom de l'ordre de 3.350 ha en 1990, comme l'indique le tableau 22.

Tableau 22 : Etat actuel des aménagements dans le bassin du Gorom Amont

AMENAGEMENTS	CUVETTE GOROM AMONT	SUPERFICIES EN HA.
SAED	BOUNDOUM SUD	600
	KASSAK NORD	700
	KASSAK NORD	250
	GRANDE DIGUE TELLEL	1800

Source : Projet Irrigation IV SAED 1990

Conclusion

En plus de leur coût relativement élevé, ces grands périmètres sont difficiles à mettre en valeur et à entretenir. C'est pourquoi, des morcellements se sont opérés depuis 1974 avec l'émergence des PIV. Mais, leur caractéristique reste l'absence de réseau de drainage avec comme conséquence une accentuation de la salinité des terres du fait des abandons répétés après quelques années d'irrigation sans drainage.

II - CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES SABLEUSES DE QUELQUES UNITES ETUDIEES DANS LE BASSIN DU GOROM

Au cours de ce T.E.R, il nous semble intéressant d'intégrer l'étude de la granulométrie grossière sableuse.

La granulométrie argileuse n'a pu être réalisée faute de matériel. L'étude concerne 3 unités : la cuvette de Boundoum, les fonds de canalisations et les levées subactuelles.

Les résultats des paramètres texturaux sont représentés à travers différentes figures.

Des courbes cumulatives des échantillons ont été établies permettant de saisir le mode de transport et de dépôt des sédiments de même les courbes de fréquence.

II - 1 - Variations des paramètres texturaux dans les unités étudiées

II - 1-1. Cuvette de Boundoum (Fig 20 a)

. Le grain moyen MZ

Il varie entre 2,78 et 1,83 sur l'ensemble de la cuvette et diminue au fur et à mesure qu'on s'approche du chenal.

. L'écat - type SI

La représentation graphique en forme de pic indique une seule valeur en hausse de 1,25. Pour le reste, les valeurs ne dépassent pas 0.50. Ce qui fait que 75 % des sédiments sont bien classés. Cette forte concentration se rencontre dans la partie centrale de la cuvette.

. L'asymétrie SKI

Ce paramètre textural sert à mesurer la symétrie de la distribution granulométrique. Dans l'ensemble de la cuvette. On note une certaine symétrie; seul l'échantillon 2 présente une asymétrie de - 0,66 symbolisant un excédent en éléments grossiers.

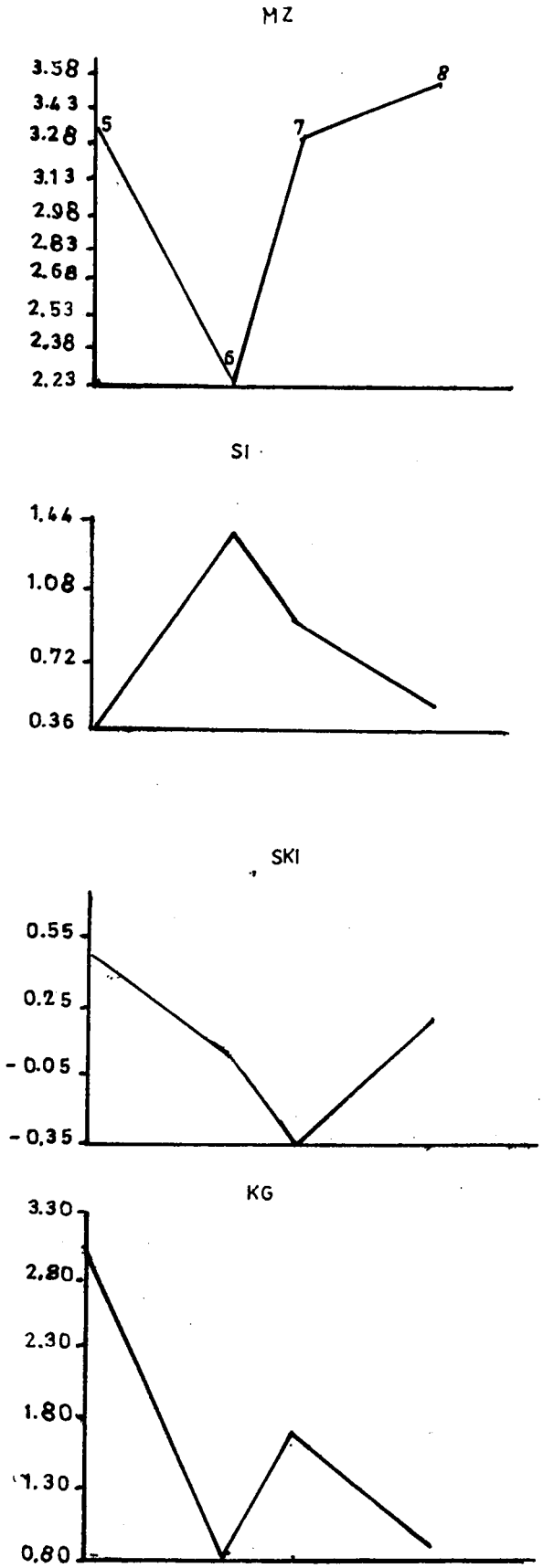


FIG 20b DISTRIBUTION DES PARAMÈTRES TEXTURAUX : FONDS DE CANALISATIONS

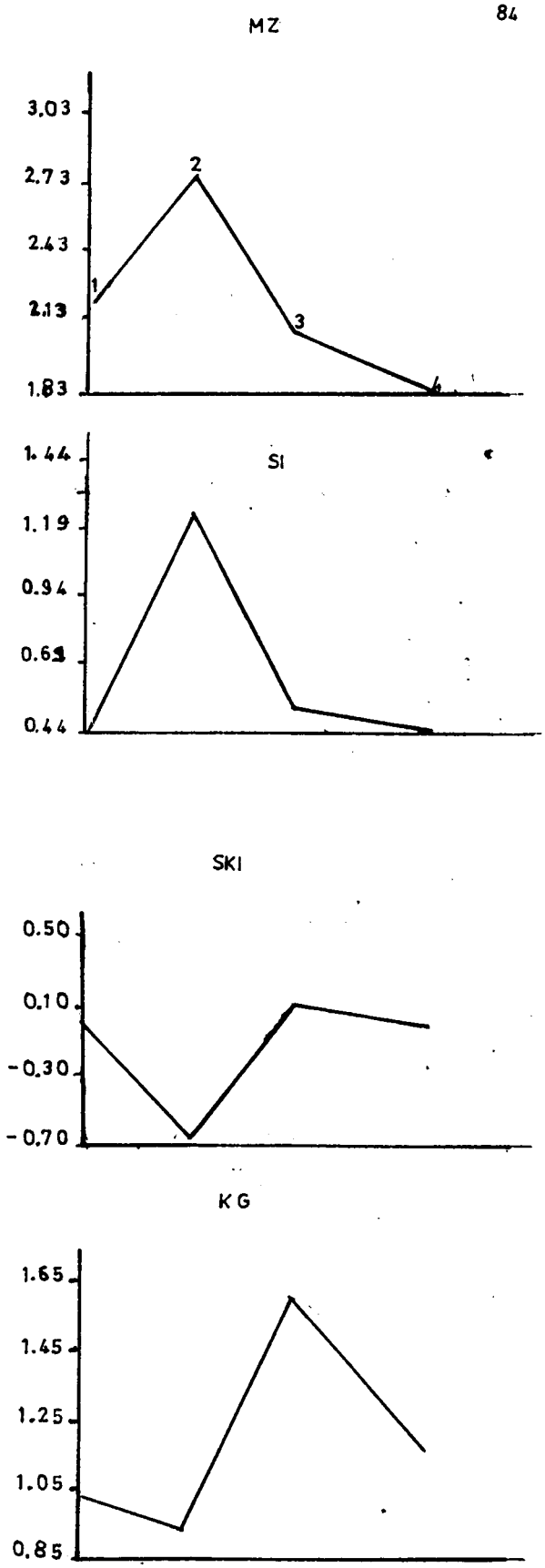


FIG 20a DISTRIBUTION DES PARAMÈTRES TEXTURAUX : CUVETTE DE BOUNDOUM

. L'angulosité **K G**

D'après le KG, deux cas de figures se dessinent.
Les échantillons 1 et 2 sont proches de 1 avec respectivement 0,99 et 0,89. Ce qui signifie une tendance vers la normale.
Les autres échantillons proches du chenal avec un KG de 1.62 et 1.16 dénotent que les sédiments sont bien triés.

II - 1-2. Fonds de canalisations (fig 20 b)

Quatre échantillons ont été prélevés : deux au fond de canalisations à N Dong servant de drains et deux au niveau des canaux d'irrigation.

. Le grain moyen Mz

Il varie de 2,23 à 3,55. Le minimum se rencontre dans le drain tandis que le maximum se trouve dans les canaux d'irrigation. Cela signifie que l'affinement du grain est plus effectif dans les arroseurs que dans les drains.

. L'écart - type SI

Les drains concentrent les valeurs extrêmes (minimum 0,36 maximum 1.43), traduisant en même temps une concentration des sédiments allant des sédiments bien classés aux mal classés.
Les canaux d'irrigation se caractérisent par des sédiments moyennement à moyennement bien classés avec des valeurs de 0,93 et de 0,43.

. L'angulosité K.G

Le coefficient d'angulosité reste compris entre 2,85 et 0,80. Pour les échantillons 5 et 7, les valeurs sont supérieures à 1 et traduisent un bon tirage du sédiment dans sa partie centrale.
Les 2 autres valeurs s'approchent de la normale.

II - 1-3. Les levées subactuelles (fig 20 c)

Les échantillons ont été effectués sur les berges du Gorom Amont.

. Le grain moyen Mz

Cette unité concentre les valeurs les plus élevées de l'ensemble des échantillons effectués. Ceci traduit un affinement très poussé des sédiments. Le MZ évolue de 3.04 à 3,87.

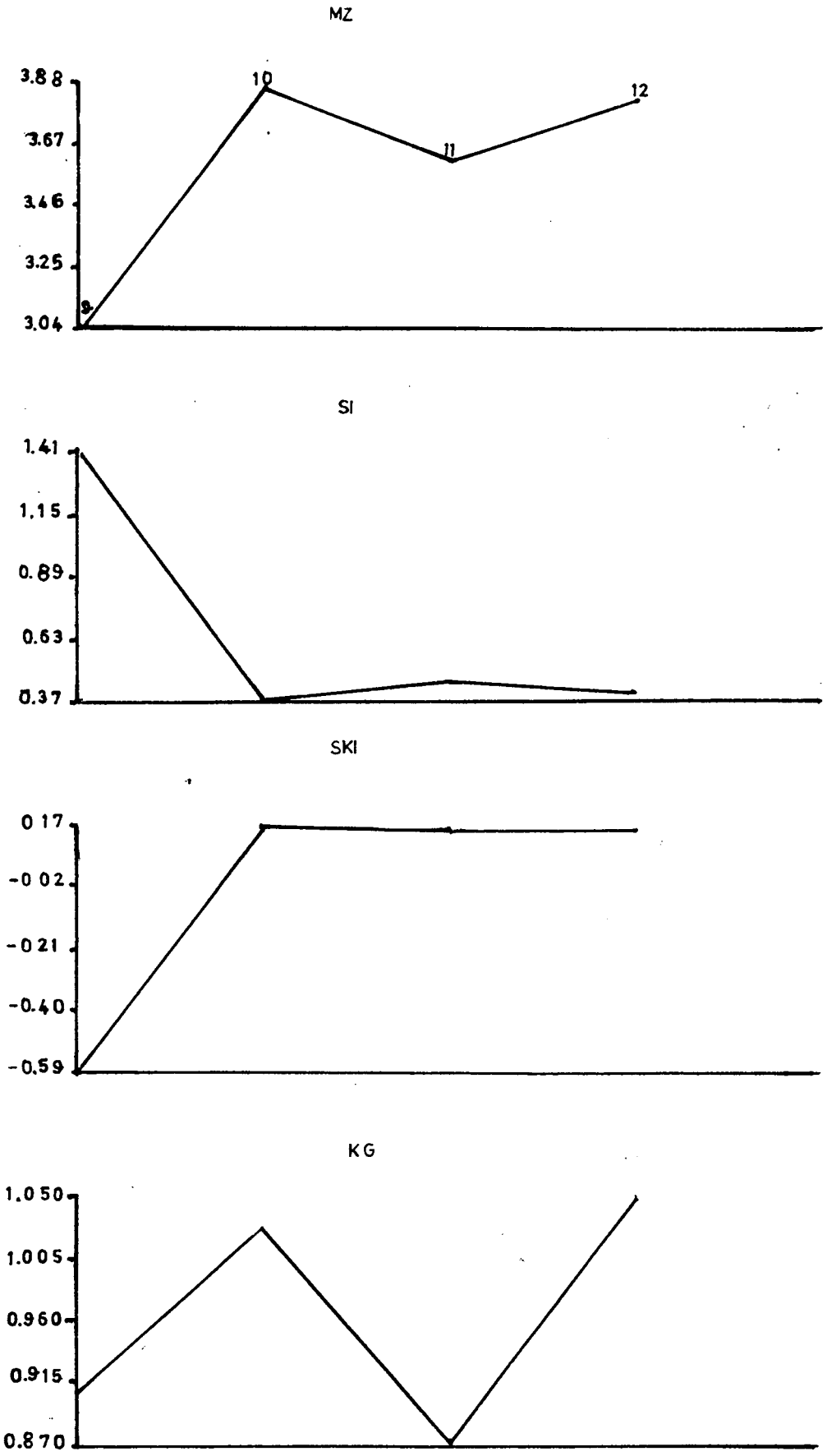


FIG 20c DISTRIBUTION DES PARAMÈTRES TEXTURAUX

UNITE : LEVÉES SUBACTUELLES

. L'écart - type Si

Il varie de 1,35 à 0,37. Dans ces levées 75 % des sédiments se traduisent par un bon tirage et appartiennent à la catégorie des sédiments très bien classés.

. L'asymétrie Ski

Sur les 4 échantillons, un seul avoisine - 1 (-0.59); les autres tournent autour de 0.16. Donc il y a un excés en particules fines de 75 % par rapport au total.

. L'angulosité Kg

Les valeurs varient faiblement et présentent une moyenne de 0,96 inférieure à 1 et un écart - type minime de 0,07. Cette moyenne proche de 1, explique la normalité dans le tirage.

II - 2 - Granulométrie des sables des 3 unités étudiées

II - 2-1. Les sédiments de la cuvette (fig 21 a-a')

Les courbes de fréquence sont unimodales sauf celle de l'échantillon 2, qui se caractérise par trois modes.

Les trois courbes des échantillons (1 - 3 - 4) ont leurs maxima étalés sur les mailles des tamis 0,25 et 0,315 et présentent 88,6 % de concentrations en grains moyens.

Les courbes cumulatives sont toutes de formes variables.

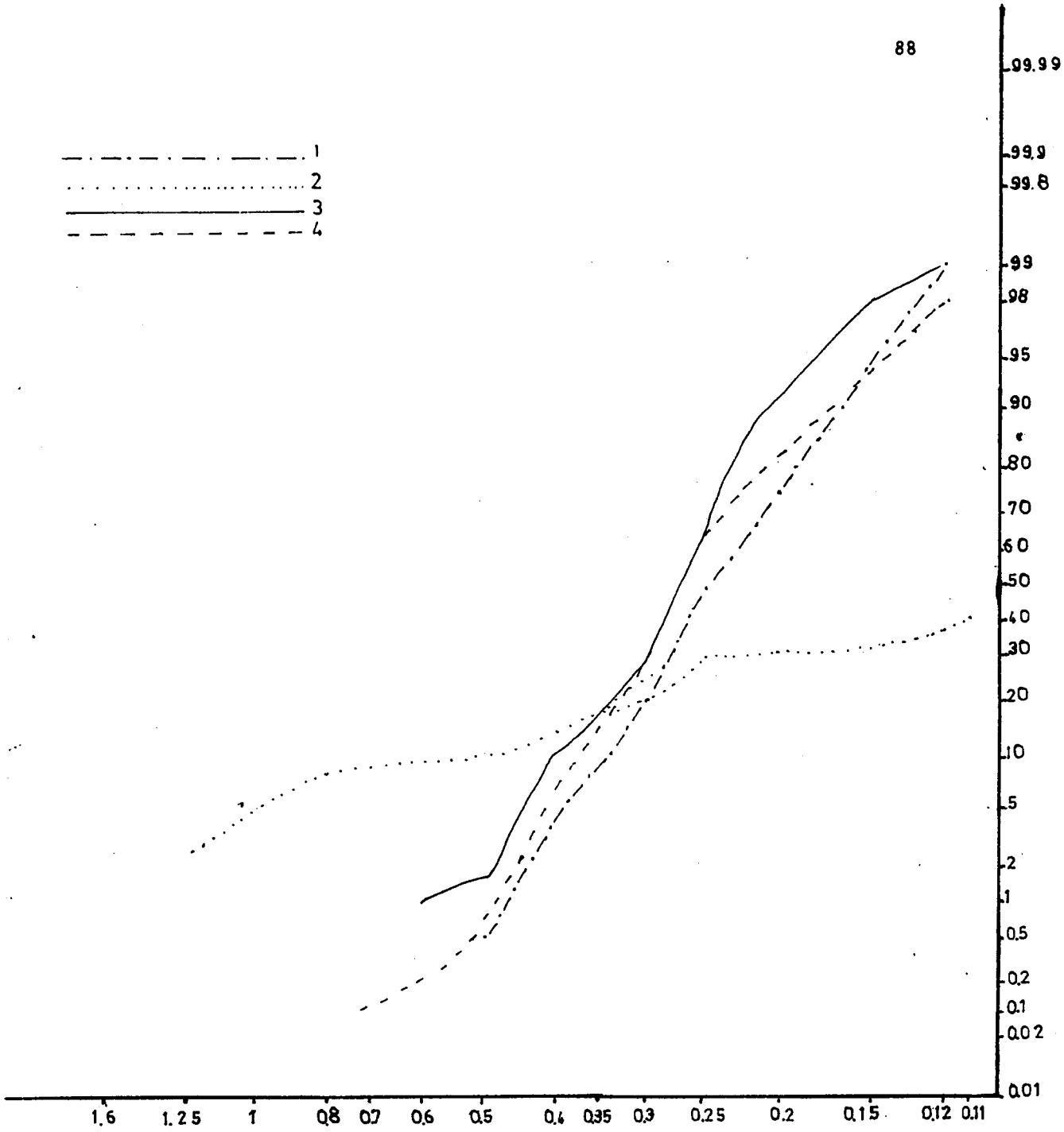
II - 2-2. Les sédiments des canalisations (fig 21 b-b')

Deux échantillons (5 et 7) ont des courbes de fréquence unimodales et les deux autres (6 et 8) sont bimodales.

Les sédiments des fonds de drains sont fins à 50 % à très fins à 18 % et ceux des canaux d'irrigation sont fins à 52,8 %. à très fins à 36,8 % .

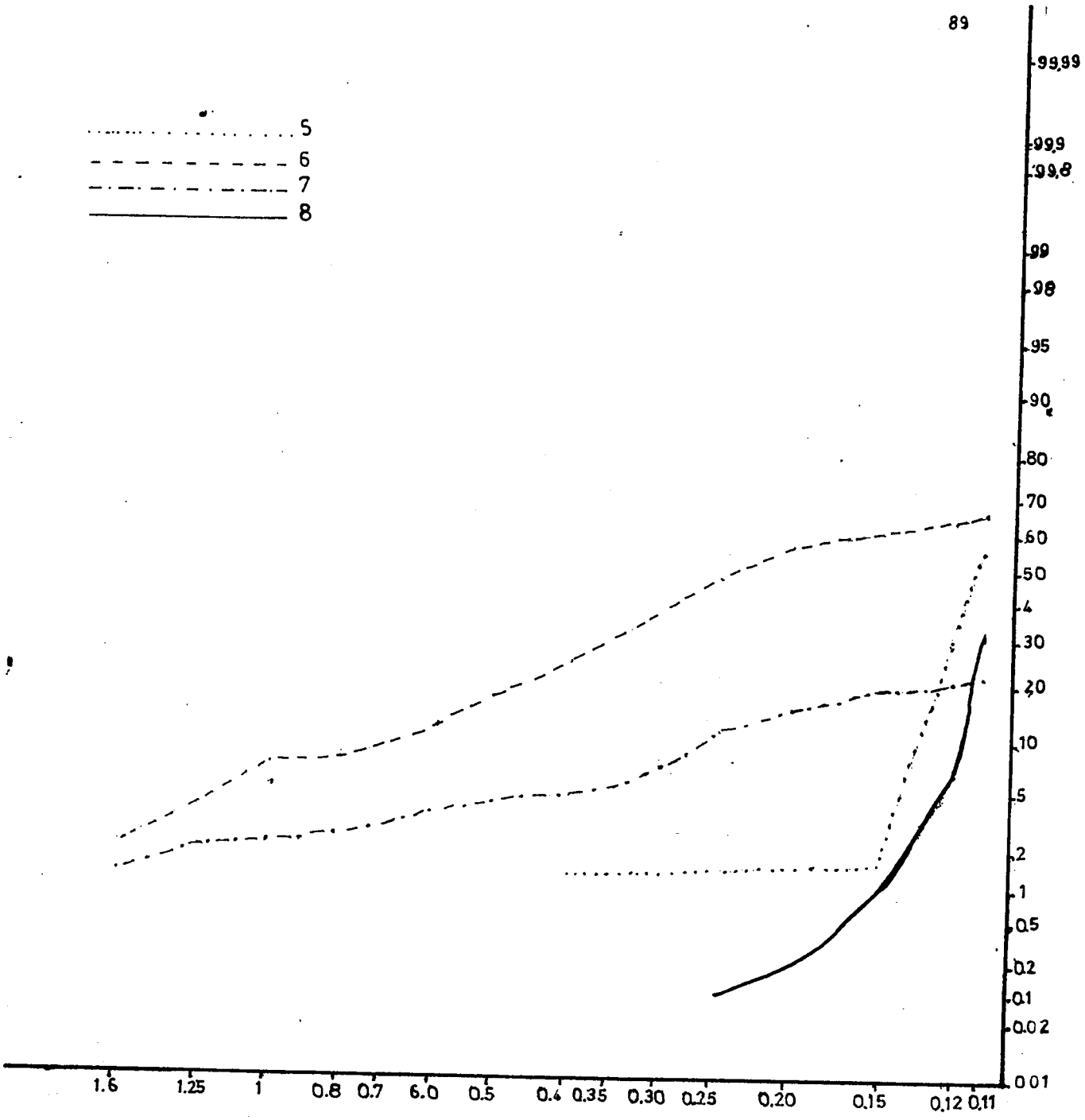
Cette forte proportion en éléments fins à très fins, recueillie de la maille 0,062 à la maille 0,125 serait certainement due aux apports de poussières éoliennes.

Les courbes cumulatives sont toutes de formes variables.



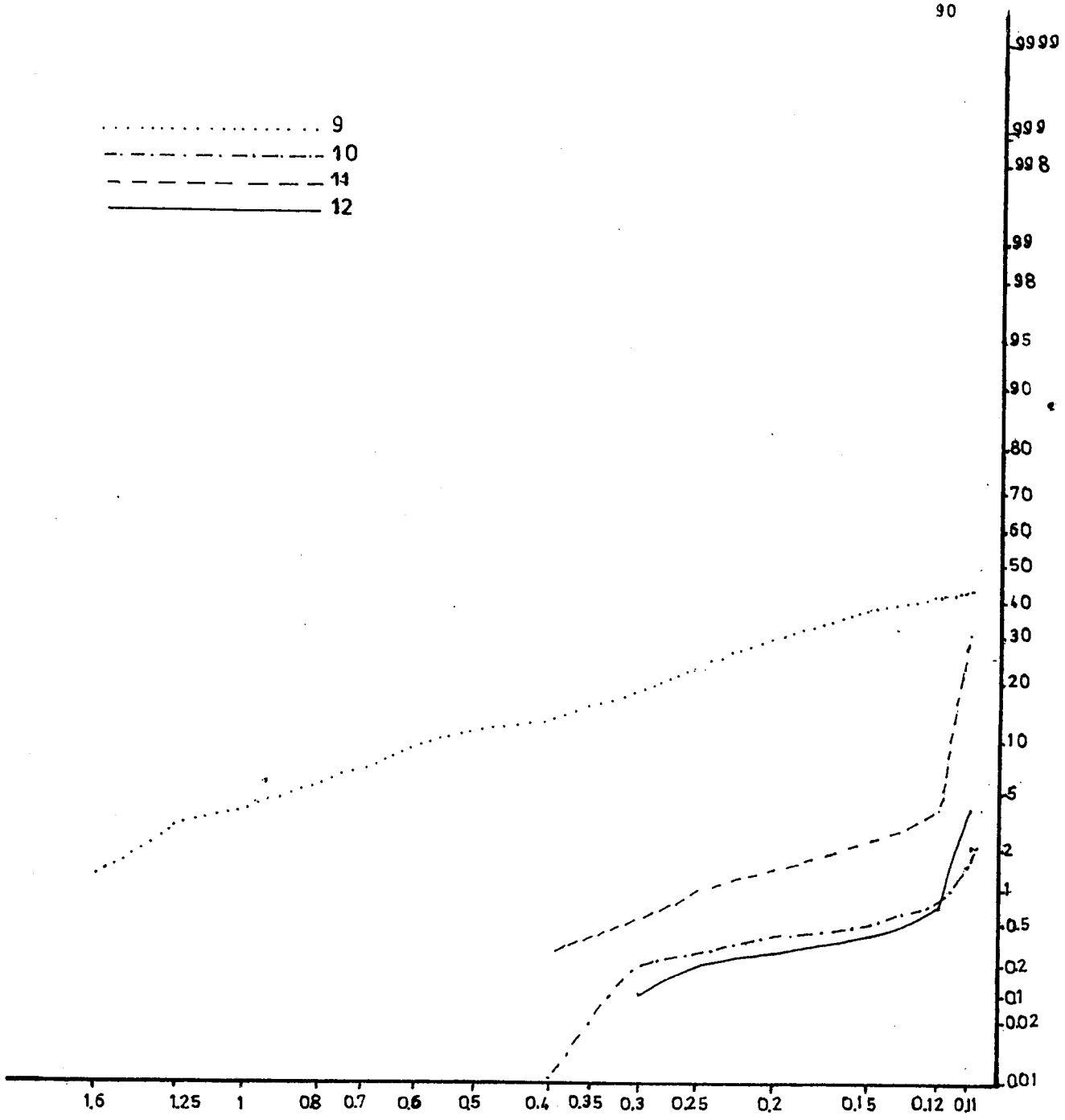
ÉCHANTILLONS	MZ	SI	SKI	KG
1	2.21	0.44	0.08	0.99
2	2.74	1.25	- 0.69	0.89
3	2.08	0.49	0.17	1.62
4	1.83	0.44	0.03	1.16

FIG 21a COURBES CUMULATIVES DES ÉCHANTILLONS DE LA CUVETTE DE BOUNDOUM



ECHANTILLONS	MZ	SI	SKI	KG
5	3.36	0.96	0.67	2.85
6	2.23	1.43	0.11	0.80
7	3.32	0.93	- 0.35	1.77
8	3.55	0.43	0.19	0.81

FIG 21b COURBES CUMULATIVES DES ÉCHANTILLONS DE FONDS DE CANALISATIONS



ÉCHANTILLONS	MZ	SI	SKI	KG
9	3.04	1.35	- 0.59	0.90
10	3.87	0.37	0.17	1.02
11	3.55	0.41	0.16	0.87
12	3.83	0.38	0.16	1.05

FIG 21c COURBES CUMULATIVES DES ÉCHANTILLONS DE LEVÉES SUBACTUELLES

FIG 21a' COURBES DE FRÉQUENCE DES ÉCHANTILLONS DE LA CUVETTE DE BOUNDOUM

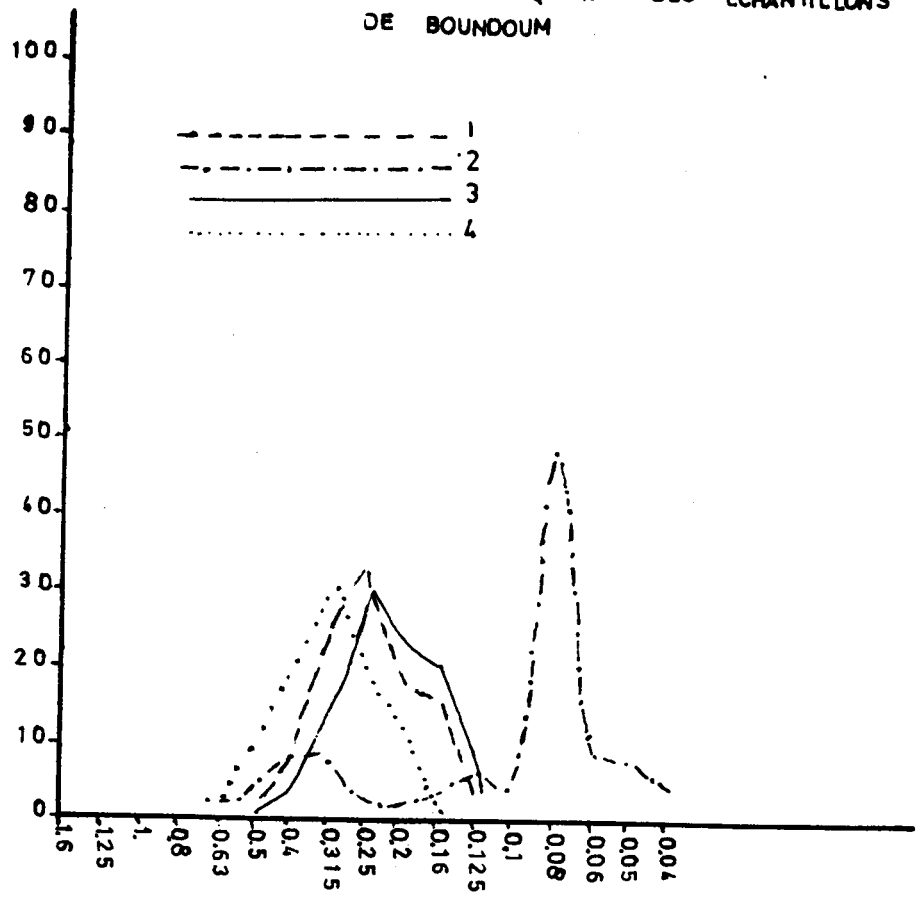


FIG 21b' COURBES DE FRÉQUENCE DES ÉCHANTILLONS DE FONDS DE CANALISATIONS

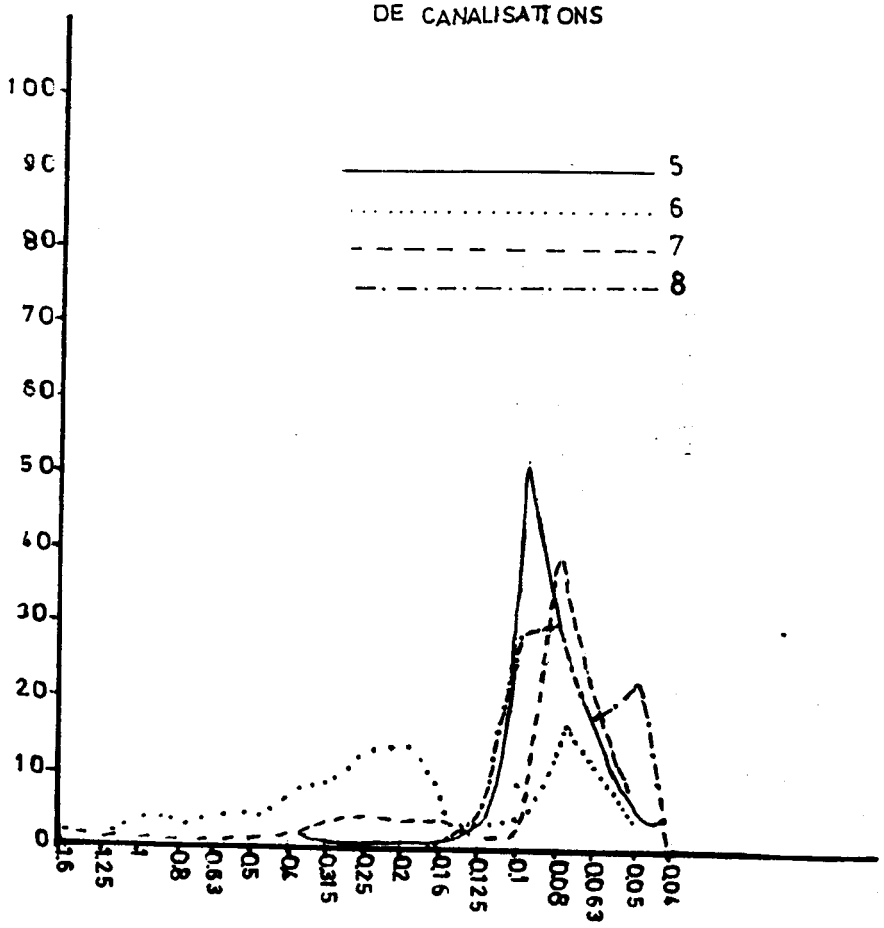
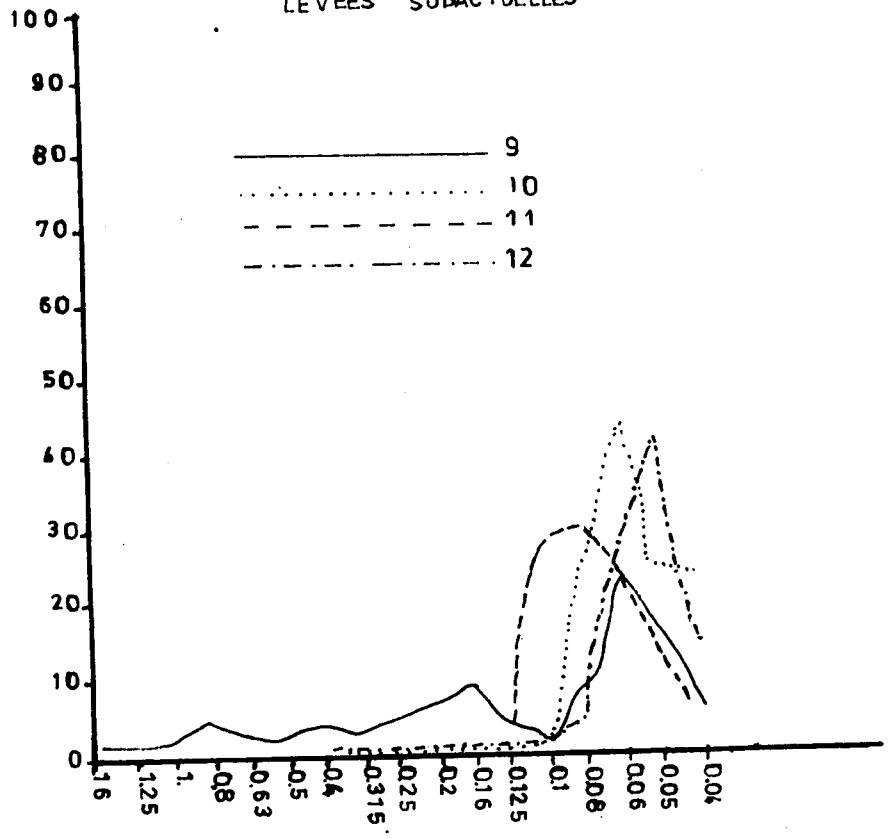


FIG 21c' COURBES DE FRÉQUENCE DES ÉCHANTILLONS DE LEVÉES SUBACTUELLES



92

II - 2-3. Les sédiments des levées subactuelles(fig 21 c c')

Toutes les courbes de fréquence sont toutes unimodables exceptée celle de l'échantillon 9 qui est bimodale.
Contrairement aux autres unités précédentes, l'affinement du sédiment annoncé plus haut se vérifie par l'entassement des maxima au niveau des mailles caractéristiques des sédiments très fins. Ces mailles partent de 0,04 à 0,063. Cette section concentre 56,39 % du total des sédiments.
Les courbes cumulatives sont toutes signoïdes.

Conclusion

Au terme de cette étude consacrée à la granulométrie sableuse dans le bassin du Gorom, nous remarquons que l'affinement du sédiment s'affirme de la cuvette aux levées en passant par les canaux.

La cuvette se caractérise par une forte proportion d'éléments moyens. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que c'est une zone aménagée. L'irrigation assure une protection contre l'érosion éolienne d'une part et d'autre part l'effet de dessalement (dissolution du sel) bloque l'action de la déflation éolienne sur le sol.

Les fonds de canalisationssont composés en grande majorité de sédiments fins (51.4 %) à très fins (27.4 %). Cette caractéristique reste liée au mode de dépôt par saltation et par piégeage. Au niveau des canaux d'irrigation, la végétation aquatique bloque certains éléments fins et les autres poursuivent leurs parcours en suspension.

Les levées subactuelles sont à 56,35 % constituées de sables très fins, c'est l'affinement le plus aïgu de l'ensemble des unités étudiées. Ceci est à mettre en relation avec l'origine du matériel.

Ces levées sont le résultat d'un travail de sapement intense des berges du fleuve Sénégal. Les éléments constituants auraient parcouru un long trajet. Ainsi, ces sédiments ont vu le diamétre du grain diminuer.

Combinés aux argiles et aux limons, les sables sont dans leur grande majorité fins à très fins. Cette caratéristique texturale est à la fois bénéfique pour l'irrigation et contraignante pour le drainage.

III - CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DU GOROM

INTRODUCTION

La connaissance physico-chimique des eaux du Gorom,nous paraît indispensable pour essayer d'appréhender l'impact du milieu et du caractère hydraulique de l'axe sur les eaux.
Deux campagnes d'échantillonnage ont été effectuées.
La première a été faite au mois de Décembre 1991. Les résultats ont été obtenus au laboratoire de la SONEES à St Louis. Mais ils ont été annulés car ces analyses ne portaient que sur peu de paramètres et excluaient du coup l'essentiel de l'intérêt du travail.

C'est pour cette raison qu'une deuxième campagne a été réalisée au mois d'Août 1992.
Cette prise d'échantillon coincide avec l'installation effective de la saison des pluies et une forte hydraulicité dans l'axe.
Ces échantillons au nombre de 10 s'échelonnent du Gorom Aval au Gorom Amont et sont inscrits dans le tableau 23.

Les résultats sont consignés dans le tableau 24.

Certains paramètres n'ont pas été obtenus. Les températures des eaux n'ont pas été mesurées faute de matériel de même l'oxygène dissous n'a pas fait l'objet de dosage car le matériel était en panne.

Toutefois, deux paramètres physiques ont été analysés : le potentiel hydrogène (P.H) et la conductivité électrique exprimée en micromhos/cm.
Le bilan ionique dans sa globalité a été établi de même que le résidu sec.

III - 1 - Les paramètres physiques

III - 1 - 1. Le P.H

Il est régi par l'équilibre dioxyde de carbone - bicarbonate carbonate.

D'une manière générale, le Gorom Aval concentre des P.H identiques de 8,6 proches de l'alcanité. Ceci peut s'expliquer par le fait que cet axe reçoit des eaux de drainage composées de résidus d'engrais et de pesticides lui conférant ce caractère alcalin. Ce P.H dépasse de peu la norme de la CEE fixée à 8,5 (voir tableau 25).

Tableau 23 : Distribution des prises d'échantillonnage le long du Gorom.

ECHANT.	LIEUX DE PRISE	ECHANT.	LIEUX DE PRISE
E1	GOROM AVAL : GAELA	E6	GOROM AMONT : RIVE GAUCHE BOUNDOUM- BAR.
E2	GOROM AVAL : N DONG	E7	GOROM AMONT KASSAK NORD
E3	GOROM AVAL : RIVE DROITE BOUNDOUM-BAR.	E8	GOROM AMONT: DIAMBAR
E4	GOROM AVAL : RIVE GAUCHE BOUNDOUM-BAR.	E9	GOROM AMONT : RONQ RIVE DROITE
E5	GOROM AMONT : RIVE DROITE BOUNDOUM-BAR.	E10	GOROM AMONT : RONQ RIVE GAUCHE

TABLEAU 24 : RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DU GOROM AOUT 1992

NUMERO D'ECHANT	P.H	CE 25 C micromhos /cm	CATIONS mg/l					ANIONS mg/l				RESIDU SEC mg/l
			Ca++	Mg++	Na+	K+	SOMME	Cl-	So4--	Hco3-	SOMME	
E1	8.6	1257	168.93	314.58	30,36	4,69	518,56	747,50	535,05	213,57	1496,12	890
E2	8.6	1254	168.93	314.58	30.36	4.69	518.56	668.77	636.00	213.57	1537.22	890
E3	8.6	1260	168.93	314.58	29.67	4.69	517.87	638.28	678.66	213.57	1530.51	900
E4	8.6	1250	163.32	314.33	29.21	4.69	511.55	593.60	740.62	213.57	1547.79	890
E5	7.4	107	7.41	4.50	1.38	2.74	16.03	11.34	10.09	21.36	42.18	80
E6	6.9	89	7.41	4.50	0.92	0.78	13.61	10.99	10.09	20.75	41.83	60
E7	6.8	91	7.41	4.50	1.15	0.78	13.84	11.34	20.66	20.75	52.75	70
E8	6.8	97	7.41	4.50	1.15	0.78	13.84	10.99	10.09	20.75	41.83	70
E9	6.8	89	7.41	4.50	1.15	0.78	13.47	10.99	20.65	21.36	53.00	60
E10	6.6	88	7.41	4.50	1.15	0.59	13.65	10.64	10.09	20.75	41.48	60

Tableau 25 : Norme de potabilité des eaux, CEE (1975)

DOC. AFB SEINE - NORMANDIE

PARAMETRE	NIVEAU GUIDE	CONCENTRAT. MAXIMALE ADMISSIBLE	CONCENTRATION MINIMALE REQUISE
P.H.	6.5 - 8.5	9.5	6.0
CONDUCTIVITE u /cm	400	1250	
MINERALISA - TION TOTALE RESIDU SEC Mg/l		1500	
CALCIUM Mg/l Ca++	100		10
MAGNESIUM Mg++ Mg/l	30	50	5
SODIUM Na+ Mg/l	< 20	100	
POTASSIUM K+ Mg/l	<= 10	12	
CHLORURES Cl- Mg /l	5	250	
SULFATES So4 - - Mg/l	5	200	
BICARBONATES Hco3	-		

Dans le Gorom Amont, bien que son P.H reste proche du neutre, son évolution devrait aboutir à une acidité de ces eaux compte tenu du caractère décroissant de la valeur du P.H d'aval vers l'amont.

III - 1-2. La conductivité électrique

Elle dépend de la force ionique de l'eau et reste liée à la nature des différentes substances dissoutes notamment les sels minéraux, car comme le souligne Ch. GUYOT (1974), l'eau pure est très mauvaise conductrice de courant électrique ; si elle contient du sel, elle le laisse passer davantage.

Les échantillons du Gorom Aval donnent des valeurs supérieures à la concentration maximale admissible (1250). Ces concentrations diminuent d'amont en aval passant de 1257 à la station de Gaéla à 1250 à Boundoum-Barrage. Cette variabilité reste néammoins faible avec un écart-type de 3,70 micromhos/cm comme le suggère la figure 22.

Cette forte C.E témoigne de l'alcalinité et de la salinité de ces eaux de drainage.

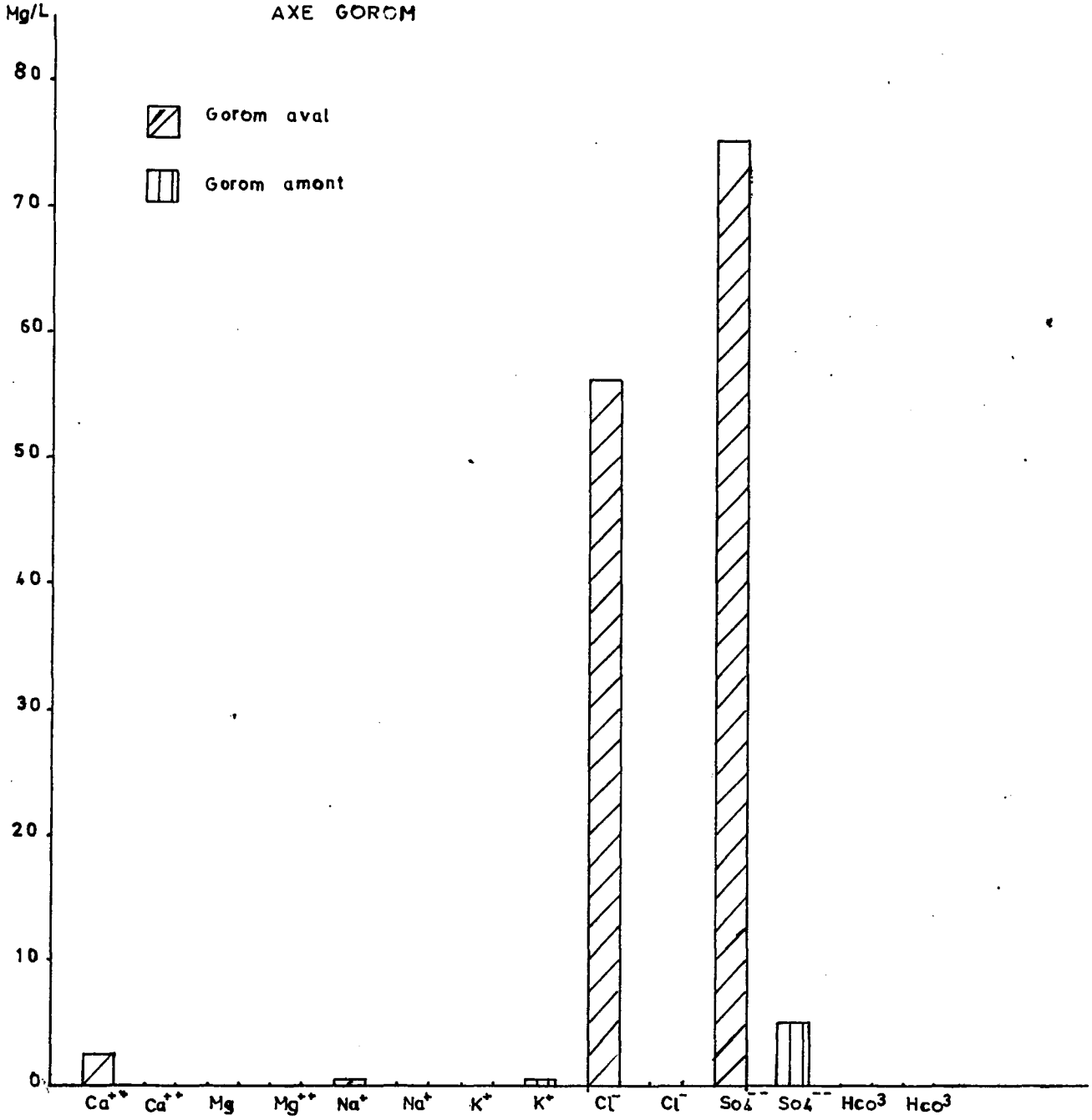
Dans le Gorom Amont, la C.E aussi décroît d'aval vers l'amont, reste relativement faible et se situe en dessous du niveau normal admis chiffré à 400 micromhos/cm.

La variation spatiale est de 6,73 micromhos/cm dans tout le bief amont. Le maximum de 107 se trouve à Boundoum-Barrage et le minimum de 88 à Ronq.

Conclusion

Au terme des analyses portant sur ces paramètres physiques, nous pouvons affirmer que le rejet des eaux de drainage augmente la C.E et renforce l'alcalinité tandis que la crue en cette période renforce l'alcalinité tandis que la crue en cette période de forte hydraulicité entraîne une dilution des sels dans l'eau.

FIG 22 VARIATIONS SPATIALES DE QUELQUES ELEMENTS DU BILAN IONIQUE PAR RAPPORT A LA MOYENNE AXE GOROM



N.B. Seules les valeurs ≥ 0.50 sont représentées

III - 2 - Les paramètres chimiques du bilan ionique

Les cations **Ca++**, **Mg++**, **Na+** et **K+** et les anions **CL- -**, **SO4- -** et **Hco3 -** ont été dosés au laboratoire de la SAED à Ross-Behtio.

III - 2-1. Le calcium Ca + +

Dans le Gorom Aval, les teneurs en calcium sont très élevées dépassant de loin, le niveau maximum admis de 100 mg/l. Elles sont presque constantes comme en témoigne la faible variation spatiale des valeurs représentées. L'écart-type affiché est de 2,43 mg/l.
Dans le Gorom Amont, c'est la constante parfaite avec une teneur en Ca++ de 7,41 mg/l. Ceci dénote la faiblesse de ce paramètre tout au long de l'axe amont. Cette valeur reste en dessous de la teneur de concentration minimale requise de 10 mg/l.

III - 2-2. Le Magnésium Mg ++

Ce paramètre présente des valeurs dans le Gorom Aval supérieures à la valeur de concentration maximale admise.
Les teneurs en Mg++ se caractérisent par leur faible variation spatiale identique à celle du précédent paramètre.

Dans le Gorom Amont, le Mg++ est constant. Il reste faible et inférieur à la concentration minimale requise qui est de 5 mg/l.
Mais selon Ch. GUYOT (1974), cette faible teneur en Mg++ constitue un élément dangereux pour la consommation humaine.

III - 2-3. Le Sodium Na+

Les eaux de drainage concentrent des teneurs tournant autour de 30 mg/l. Ces valeurs sont partout inférieures à la concentration maximale admise chiffrée à 100 mg/l.
Le Gorom Amont présente des valeurs très faibles inférieures à 1,50 mg/l.

Dans l'ensemble des deux biefs, leur variable spatiale reste faible comme en témoigne leur écart-type inférieur à 1 mg/l.

Le maximum de 11,34 mg/l est rencontré à Boundoum-Barrage tandis que la plus faible teneur à Ronq. Le chlorure décroît d'aval vers l'amont.

Cette faible concentration serait due au lessivage subi par ce bief durant cette période de remplissage coincidant avec une forte hydraulicité du Gorom. Mieux, en ce mois d'Août, l'arrivée de la crue contribue à la réduction de la teneur en chlorure dont la variation spatiale tout au long de cet axe reste dérisoire.

III - 2-6. Les sulfates So 4-

Les sulfates constituent avec les chlorures les paramétres les plus représentatifs du point de vue quantité.

Les teneurs en sulfates dans le Gorom Aval augmentent d'aval vers l'amont. Le maximum de 740.02 mg/l a été enregistré à Boundoum-Barrage et la plus faible teneur à Gaéla se chiffre à 535.05 mg/l.

Une autre caractéristique est constituée par la grande variation spatiale avec un écart par rapport à la moyenne de 74.48 mg/l.

Dans le Gorom Amont, les valeurs en sulfates sont faibles et ne dépassent pas 12 mg/l,sauf l'échantillon pris à Diambar qui affiche 20,66 mg/l.

III - 2-7. Les bicarbonates Hco3

Ils se caractérisent par leur constance dans la répartition spatiale : écart-type inférieur à 1 mg/l.

Très élevés dans le Gorom Aval, ils atteignent partout 213,57 mg/l et restent faibles dans le Gorom Amont avec un maximum de 21,36 mg/l enregistré à Diambar.

III - 2-8. Le résidu sec

Il représente le poids des éléments restants après évaporation de l'eau soumise à l'analyse. Au cours de cette opération, les gaz dissous disparaissent et seuls restent accessibles à la mesure pondérable les éléments pré-existants soient dissous, soient en suspension.

Les plus grosses quantités sont rencontrées dans le Gorom Aval avec un maximum de 900 mg/l à l'échantillon 3 pris à Boundoum-Barrage(rive droite). Ces fortes teneurs semblent être liées à la grande concentration de sels rencontrés dans les différents paramétres.

Par contre, dans le Gorom Amont le résidu sec est relativement faible avec un maximum de 80 mg/l à Boundoum-Barrage (Rive Droite). Cependant, les eaux du Gorom Amont sont plus troubles que celles du Gorom Aval.

Ainsi, il en résulte que l'importance du résidu sec, semble plus obéir à la concentration en sels qu'à la quantité de substances solides.

Conclusion

En résumé, nous pouvons affirmer qu'il y a une nette dichotomie entre les 2 axes du point de vue de la composition physico-chimique de ces eaux.

La caractéristique principale demeure leur évolution en sens inverse. Si la minéralisation globale a été excessive dans le Gorom Aval, il n'en est pas de même pour le Gorom Amont marqué par une faible concentration en sels dissous.

La forte minéralisation semble être liée à la vocation du Gorom Aval comme axe de drainage. Ces eaux sont très chargées et sont composées de résidus d'engrais et de pesticides, tandis que la très faible minéralisation du Gorom Amont s'explique en cette période d'hivernage par la dilution, suite à l'arrivée de la crue et à l'impact des pluies dans le chenal.

C'est dire que la minéralisation est en rapport avec la présence du sel dans l'eau. Autrement dit, nous notons une forte correlation entre la salinité représentée par la conductivité électrique et la minéralisation globale.

L'analyse de ces paramétres pose le problème de l'utilisation des eaux de drainage pour servir à l'irrigation d'autres spéculations.

Cette éventuelle réutilisation reste fonction de la valeur du Sodium Absorption Ratio (SAR), en rapport avec la conductivité électrique.

Le SAR d'une eau exprime le rapport entre la concentration du sodium et celle des alcalino- terreux seon M. DA BOIT (1993).

Le SAR s'obtient par la formule suivante :

SAR :Na /racine carrée de (Ca + Mg) x 2 (en miliéquivalent/l)

La valeur du SAR est une mesure de la nocivité du sodium vis-à-vis du sol (us. salinity laboraty , 1954).

La connaissance de ce paramétre nous permet d'avoir une estimation globale de la qualité des eaux en tenant compte du couple conductivité-SAR et de procéder à une classification des eaux dans un tableau- figure 23.

Après calcul, les résultats pour chaque échantillon sont inscrits dans le tableau 26 :

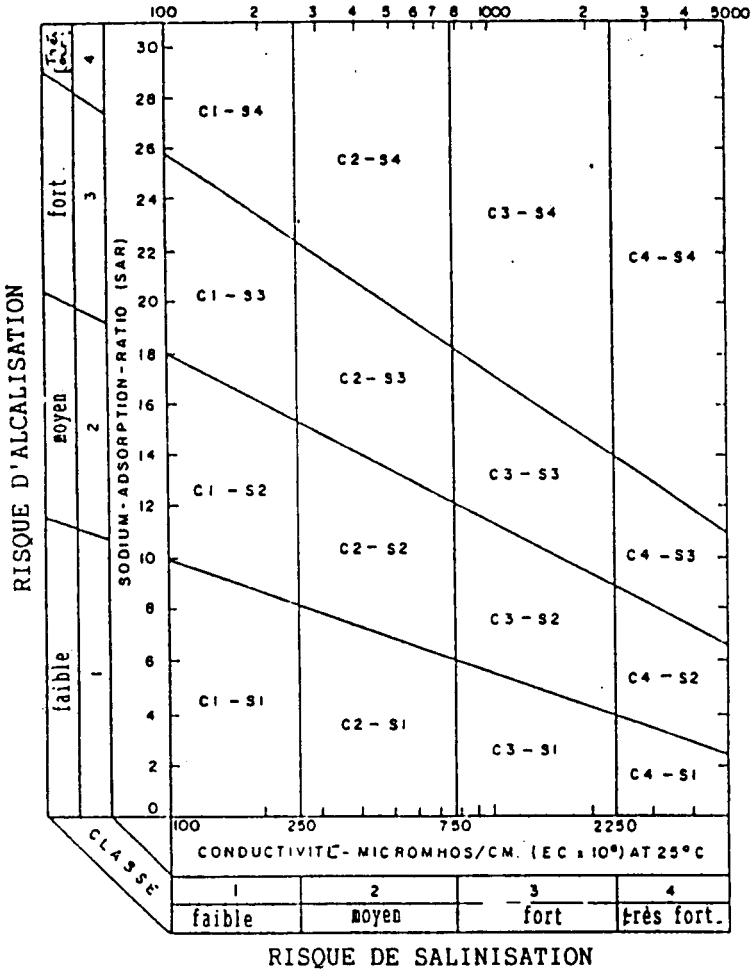
Tableau 26 : Le SAR dans l'axe Gorom

ECHANTILLON	SAR méq/l	ECHANTILLON	SAR méq/l
E1	0,16	E6	0,09
E2	0,16	E7	0.10
E3	0,15	E8	0.10
E4	0,15	E9	0.04
E5	1,52	E10	0.10

D'après le tableau 26 et la figure 23, nous pouvons affirmer que les eaux du Gorom Aval appartiennent à la classe C_3 - S_1 dont la qualité est jugée "admissible" et ne devraient pas faire l'objet d'une évacuation directe vers la mer (cf Emissaire du Delta).

Ainsi, ç'aurait été plus économique d'acheminer ces eaux vers d'autres zones pluviométriquement et hydrologiquement déficitaires et présentant des qualités pédologiques adéquates (bonne drainabilité) pour des spéculations tolérant le sel.

FIG.23 Diagramme de la classification des eaux d'irrigation
(de USDA manuel N°60,"la réutilisation des eaux usées" p.118
Valiron-BRGM 1983)



Degré	Qualité	Classes	
1	"Excellente"	C1-S1	Eau utilisable sans danger pour l'irrigation de la plupart des cultures, sur la plupart des sols
2	"Bonne"	C2-S1 C2-S2	En général, eau pouvant être utilisée sans contrôle particulier pour l'irrigation de plantes moyennement tolérantes au sel, sur sols ayant une bonne perméabilité Principaux problèmes dus aux plantes trop sensibles, au sodium et aux sols à forte capacité d'échange d'ions (sols argileux)
3	"Admissible"	C3-S1 C3-S2	En général, eau convenant à l'irrigation de cultures tolérantes au sel, sur des sols bien drainés. L'évolution de la salinité doit cependant être contrôlée Principaux problèmes dus aux plantes trop sensibles, au sodium et aux sols à faible perméabilité
4	"Médiocre"	C4-S1 C4-S2 C3-S3	En général, eau fortement minéralisée pouvant convenir à l'irrigation de certaines espèces bien tolérantes au sel et sur des sols bien drainés et lessivés
5	"Mauvaise"	C3-S4 C4-S3 C4-S4	Eau ne convenant généralement pas à l'irrigation, mais pouvant être utilisée sous certaines conditions : sols très perméables, bon lessivage, plantes tolérant très bien le sel

CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce travail d'étude et de recherche, nous notons que le climat sahélien imprime sa marque dans le bassin du Gorom.

Par la faiblesse des précipitations, le remplissage de l'axe amont s'effectue grâce à la crue du fleuve Sénégal.

L'évaporation reste élevée. Elle tire une quantité d'eau 14,5 fois supérieure à la pluviométrie moyenne annuelle. En saison sèche, les vents agissent par leur dynamique érosive sur les terrains dépourvus de couvert végétal capable d'empêcher la mobilisation de particules solides. En saison humide, le caractère sahélien du comportement hydrologique du fleuve Sénégal est révélateur. La crue et l'érosion des berges du fleuve acheminent des particules dans le chenal.

Les unités morphologiques étudiées ne reçoivent plus la crue qui reste canalisée dans le chenal. Il en résulte leur exondation et leur exposition aux effets érosifs des vents. Ces unités constituent, à l'heure actuelle, un important réservoir de sédiments mobilisables.

Ce caratère artificiel du fonctionnement hydrologique rendu possible par des ouvrages notamment ceux de Diama et de Manantali constitue un coup de frein à l'épanouissement de la végétation naturelle du bassin.

A cet effet, les aménagements hydro-agricoles ont joué un grand rôle dans l'artificialisation de l'axe et les ouvrages installés le long du Gorom Amont constitue des obstacles au bon fonctionnement de l'axe. Ainsi, ils freinent la vitesse du courant. Le phénomène hydraulique de l'axe favorise la décantation des sédiments et le développement de la végétation aquatique.

Avec la mise en service des barrages de Diama et de Manantali, l'alimentation en eau douce du Gorom devrait être assurée tout au long de l'année. Cependant, l'après-barrage a crée une concurence entre les utilisateurs de la réserve. De ce fait, on note la multiplication des périmétres irrigués alimentés par le Gorom Amont.

A cela, s'ajoute l'approvisionnement en eau potable des populations de plus en plus nombreuses.

Tous ces éléments ont conduit à un accroissement des besoins en eau.

L'axe n'a pas connu de modification qui lui permettrait de prendre en compte cette nouvelle donne.

Il se pose des problèmes de mobilisation, de répartition et de distribution de l'eau dans le bassin en particulier, et dans le delta en général.

Certaines contraintes bloquent l'axe dans son fonctionnement.

* Les facteurs limitant l'hydraulicité de l'axe se matérialisent par la présence de seuils, un enherbement excessif et une sinuosité très marquée du cours.

* La capacité de pompage reste limitée à la station de Ronq. Celle-ci est passée de 7.5 m3/s à 9 m3/s. Ce qui est toujours insuffisant par rapport aux demandes actuelles chiffrées à 26 m3/s.

* L'incapacité de l'ouvrage de Ronq de remplir la simultanéité des fonctions de pompage et d'alimentation gravitaire.

* Le développement non planifié des aménagements hydro-agricoles le long de l'axe avec comme conséquence la multiplication des branchements non autorisés.

* La cohabitation d'utilisateurs aux intérêts parfois divergents : privés agro-industriels , eau potable, Parc de Djouddj .

* Les problèmes d'ordre organisationnel restent liés à l'absence d'une structure de gestion et d'entretien de l'axe.

Tous ces faits constituent autant d'obstacles pour une meilleure optimisation des ressources en eau de surface du bassin de Gorom.

Sur ce, des mesures doivent être prises pour profiter au mieux des potentialités hydrauliques de l'axe.

Les plus importantes sont techniques.

Elles consistent à un calibrage de l'axe amont, à la planification des aménagements hydro-agricoles et surtout à un entretien permanent et performant de l'axe.

Le Gorom Aval assure aujourd'hui le drainage des terres cultivées du périmétre de Boundoum. Le drainage et l'irrigation sont deux pratiques hydrauliques inséparables. Mais l'utilisation du Gorom Aval comme axe de drainage reste incompatible avec le projet de conversion du Gorom Aval, comme adducteur d'eau douce. Cette future fonction passe par le calibrage de son profil en long.

L'adjonction du Gorom Aval dans le fonctionnement hydraulique en vue de soutenir le Gorom Amont dans son rôle de réserve d'eau douce serait profitable à l'ensemble des utilisateurs de l'axe.

Ainsi, comme précédemment expliqué, le Gorom, du fait de ses blocages, n'est pas en mesure de satisfaire les besoins.

Actuellement, le drainage trouve des conditions défavorables liées à la topographie, à la texture fine du matériel et à la prolifération des PIV dépourvus de réseau de drainage performant.

Néanmoins, l'utilisation efficiente des terres du delta passe par un bon drainage. L'analyse physico-chimique des eaux du Gorom révèle une nette dichotomie entre les eaux faiblement minéralisées du Gorom Amont et les eaux fortement chargées du Gorom Aval. Ces dernières posent actuellement le problème de son évacuation. A cet effet, le projet du Grand Emissaire tentera d'y remédier. Mais sa conductivité électrique combinée au SAR révèle une possible réutilisation de ces eaux vers d'autres zones dépourvues de ressources hydriques de surface.

Toutes ces entraves sont révélatrices d'un manque de gestion de l'eau adéquate dans le bassin en particulier et dans le delta en général.

Cette gestion doit consister à appliquer la technologie et une gamme étendue de qualification en matière de gestion, à la mise en valeur et à l'utilisation des ressources hydrauliques.

Le caractère limité de ces ressources dans le delta constamment agressé par la sécheresse, la multiplication des utilisateurs en situation concurrentielle et la nécessité de disposer d'une eau de bonne qualité et de rentabiliser les ouvrages communs à l'O.M.V.S militent en faveur d'un bonne gestion des eaux hydrauliques de surface.

REFERENCES BIBIOGRAPHIQUES

1 - ARCHAMBAULT, J. (1954), Données pour servir à l'étude de la nappe du Delta. Arch-M.A.S Bull no 39 Neuilly fev 1954.

2 - AUDIBERT, M (1970) : Delta du fleuve Sénégal. Etude hydrogéologique. IV - drainabilité - Rapport de mission SAINT-LOUIS, 1970.

3 - BRASSEUR, G (1970) : Le problème de l'eau au Sénégal. Ed - Swets Zeithunger - AMSTERDAM 1970. 99 PAGES.

4 - BURKER, T (1981) : Maîtriser l'eau, la richesse la plus précieuse pour l'homme. UNESCO - Information no 767 - 1981 PP 1-6.

5 - DA BOIT, M (1993) : Impact des aménagements hydro-agricoles sur la nappe superficielle de la basse vallée du fleuve Sénégal. Mem DEA Géologie appliquée - univ. DAKAR Avril 1993, 110 pages.

6 - DIA, A (1986) : Les aspects de la gestion des ressources en eau dans le Delta du fleuve Sénégal - Thèse de 3ème cycle - Univ Paul Valery MONTPELLIER II - 1986, 196 pages.

7 - DIAGNE, P.S (1974) le Delta du fleuve Sénégal. Problèmes de d♪0veloppement - Thèse de 3ème cycle Economie Régionale et Aménagement. PARIS I 1974. pp-5-122.

8 - DIAKHATE, M (1988) : Ecodynamique des milieux et effets d'impact potentiels du barrage de Diama dans le Delta du fleuve Sénégal. Thèse de Doctorat LYON - Juillet 1988.

9 - DIALLO, A.M. et DIEME, I (1984) . Eléments pédologiques. Sommaire sur les sols en général et les sols du Delta et de la vallée en particulier. SAED - Cellule pédologique - SAINT-LOUIS, Avril 1984 - pp 1-29.

10 - DIELMAN, P.J. (1969) : Problème de drainage dans la région du Delta. SAINT-LOUIS - OEMS/FAO - Mars 1969, 32 pages.

11 - DUBOIS, J (1962) : Etude de la nappe phréatique dans le Delta du Sénégal SCET COOP, PARIS 1962.

12 - EUROCONSULT /AGROTECHNIK (1988) : Réhabilitation du périmètre irrigué de Boundoum. Etude de factibilité complémentaire. Rapport de synthèse - Vol 2 Annexes A-B-C-D-F. ARNHEM (P.B) FRANCFORT - Sur - LE - MAIN (R.F.A) Juin 1988.

13 - FAYE, A (1990) : Eau et milieu physique dans le bassin de l'axe Gorom-Lampsar : Mem - Maîtrise - Univ DAKAR 1990. 17 fig - 13 tabl - 3 années - 81 p.

14 - FAO (1973) : Drainage des sols salins - Bull FAO Irrigation et drainage nr 16. ROME 1973.

15 - FAO (1988) : La qualité de l'eau - Bull FAO Irrigation et drainage nr 29 ROME 1988.

16 - FRECAUT, R (1982) : Hydrologie et dynamique fluviales des régions. Ed Univ. NANCY II 1982, 147 pages.

17 - FURON, R (1963) : Le problème de l'eau dans le monde . Importance biologique de l'eau Ed. Payot - PARIS 1963, 251 pages.

18 - GUILBER, A (1979) : Précis d'hydrologie marine et continentale. Masson 2e ed PARIS - NEW YORK - BARCELONE 1979, 344 pages.

19 - GUYOT, ch (1974) : L'hydrologie . Que sais-je ? no 804 3e ed PUF. PARIS 1974 - 126 pages.

20 - HARTMAN, L (1987) : Evaluation environnementale intégrée du développement des ressources en eau - directives méthologiques PHI - PNUE - UNESCO 1987 pp 12-62.

21 - I.R.A.T. SOGETHA. SOGEAH. (1966) : Etude pédologique et des conditions de drainabilité de l'ensemble Richard-Toll-Diovol. T3 : Etude de la pédologie et de mise en valeur des terres.SAINT-LOUIS MAS - Cartes au 2000e - graph - Tabl - coupe 88 pages.

22 - KANE, A (1985) : Le bassin du Sénégal à l'embouchure. Flux continentaux dissous et particulaires. Invasion marine dans la basse du Fleuve. Thèse de 3e cycle - Univ. NANCY II 1985 205 pages.

23 - KHALIFA, O (1978), Bassin du fleuve Sénégal : étude des aspects climatologiques du bassin pendant trois ans. Esquisses de la démarche à suivre. SAED - SAINT-LOUIS 1978. 30 pages.

24 - LACOSTE, A ET SALANON, R (1986) : Eléments de Biogéographie et d'Ecologie Ed Nathan - POITIERS 1986, 183 pages.

25 - LALEYE, J (1964) : Etude hydrogéologique de la nappe phréatique du haut - delta - BRGM - MAS - SAINT-LOUIS 1964 - 1 pl 2 courbes - 1 profil 70 page.

26 - LE BORGNE, J (1988) : La pluviométrie au Sénégal et en Gambie - Département de Géographie - ORSTOM - DAKAR 1988.

27 - LEROUX, M (1983) : Le climat in Atlas Jeune Afrique Sénégal. Ed J.A - 1983 pp.12-17.

28 - LOUP, J (1974) : Les eaux terrestes . Hydrologie continentale. Ed Masson. PARIS 1974 171 pages.

29 - LOYER, J-Y et DIALLO, M.A. (1979) : Notes sur les sols et les nappes de la cuvette de N'DELLE N'DIAYE (Vallée du Lampsar -Région du fleuve Sénégal) ORSTOM/SAED 1979.

30 - MARCHE-MARCHARD, J (1983) : Le monde végétal en Afrique intertropicale. Ed de l'Ecole PARIS Univ. Dakar 1983, pp 23-30.

31 - M'BODJ, A (1978) : Le bassin du fleuve Sénégal. Etude géographique. - Thèse 3e cycle. Lettres Univ DAKAR 1978, 268 pages.

33 - MICHEL, P (1973) : Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géo-morphologiques - Thèse STRASBOURG - ORSTOM - PARIS 1973 752 pages.

34 - MICHEL, P; NAEGELE, A et TOUPEP, ch (1968) : Contribution à l'étude biologique du Sénégal Septentrional. I : Le milieu naturel. Bull IFAN T31 NO 3 SENEGAL, 20 fig. La photo pp-756 - 839.

35 - MIELTON, M et HUMBERT, J (1991) : Le projet de remise en eau du N Diael(Sénégal) - Pre - faisabilité - Univ. Louis Pasteur. STRASBOURG OCT 1991 5 annexes - 75 pages.

36 - M.P.C, PNUD, BIRD (1989) : Plan directeur de développement intégré pour la rive gauche de la vallée du fleuve Sénégal. Annexe C- Schéma hydraulique Juin 1989. 142 pages.

37 - MUTAARS, M, et VAN DER VELDEN, J (1972) : Prospection pédologique de nouvelles extensions de la SAED dans la cuvette de Boundoum, Nord. SAINT-LOUIS SAED juin 1972 30 pages.

38 - MUTAARS, M et VAN DER VELDEN, J (1972) : Le déssalement des terres du delta du fleuve Sénégal- Bilan de 3 années d'expérimentation.

39 - N'DIAYE, A (1978) : Les vallées du Lampsar - Djeuss(Sénégal) : Le milieu naturel dans ses rapports avec l'aménagement rural - Thèse de 3e cycle STRASBOURG 1978, 198 pages.

40 - N'DIAYE, B (1989) : Etude hydrogéologique du Delta du Fleuve Sénégal. Colorado STATE University - Civil engineering. Department Sulbright. Scholar Juillet 1989. 43 fig. 2 tabl. 6 annexes - 1 résumé - 101 pages.

41 - NEUVY, G (1991) : L'homme et l'eau dans le domaine tropical. Ed Masson Géographie Paris 1991.

42 - O.M.V.S (1977) : Etude de factibilité du barrage de Diama. Note de synthèse. Cartes - Plans - graph. annexes- SAINT-LOUIS Juillet 1977.

43 - O.M.V.S (1986) : Etude de la gestion des ouvrages communs de l'OMVS - Rapports. Phase 2. Volume 2 c. Examen des structures de gestion Juin 1986.

44 - ORSTOM (1967) : Monographie hydrologique du fleuve Sénégal, 2e partie analyse des éléments du régime hydrologique. 45 fig 108 pages.

45 - REMENIERAS, G (1960) : Eléments d'hydrologie appliquée. Que sais-je ? NO 43. PUF PARIS 1960 126 pages.

46 - RODIER, J.A (1960) : Lanalyse chimique et physico-chimique de l'eau. Eaux naturelles. Eaux usées - Ed Dunod - PARIS 1960, 358 pages.

48 - RODIER, J.A (1975) : Evaluation de l'écoulement annuel dans le Sahel tropical africain. ORSTOM PARIS 1975, 121 pages.

49 - SAED (1985) : Les aménagements hydro-agricoles et la gestion de l'eau à la SAED. CNAPTI/SAED 1985. 122 pages.

50 - SAED (1986) : Méthodologie pour la conception et la réalisation des P.I.V Mai 1986.

51 - SAED (1989) : Plan directeur du développement intégré pour la rive gauche de la vallée du Sénégal. Schéma Directeur du Delta. Annexe C. Schéma hydraulique. GERSAR CACG - Tabl fig SAED juin 1989 92 pages.

52 - SALL, M.M (1982) : Dynamique et morphogenèse actuelles au Sénégal occidental. Thèse d'Etat STRASBOURG 1982.

53 - SCET - COOP (1967) : Projet hydro-agricole - Drain vers le N'Diael Août 1967, 57 pages.

54 - SCET (1969) : Aménagement du Delta du Sénégal : Synthèse hydraulique du fonctionnement de l'axe Gorom-Lampsar.

55 - S.E.D.A G.R.I. (1970) : Etude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal. Etude pédologique. Résumé et conclusions générales. PARIS 1970 106 pages.

56 - SUNBORG, A (1986) : Problèmes d'érosion, de transport solides et de sédimentation dans les bassin-versants. Dir Publication WR WHITE P.H.I UNESCO 1986 pp 37-70.

57 - THIOUNE, M.M (1988) : L'économie paysane dans la vallée du fleuve Sénégal. Du système agraire Waolo-Jeeri aux barrages de Diama et de Manantali. Thèse 3e cycle és Scien.Econo PARIS I Avril 1988. 24 fig, 52 tabl, 9 annexes 291 pages.

58 - TRICART, J (1954) : Notice de la carte géomorphologique du Delta du Sénégal- T1, arch MAS Bull nr 12 SAINT-LOUIS Août 1954. 70 pages.

59 - TRICART,J (1954) : Aspects géomorphologiques du Delta du Sénégal, Revue de géomorphologie dynamique NO 4 pp. 112-137.

60 - TRICART, J, (1954) : Notice de la carte géomorphologique du Delta du Fleuve Sénégal - Feuille de Djoudj - arch M.A.S Bull NO 17 SAINT-LOUIS 1954.

61 - TRICART,J (1954, a) : Influence des sols salés sur la déflation éolienne en basse Mauritanie et dans le Delta du fleuve Sénégal. RGD FR. T5 NO 3 pp. 124 - 132.

62 - TRICART,J (1954,b) : Notice de la carte géomorphologique du Delta du fleuve Sénégal - Feuille de N'Diael - arch M.A.S Bull NO 16 SAINT-LOUIS 1954.

63 - TRICART,J (1961) : Notice explicative de la carte géomorphologique du Delta du Sénégal - Mem - BRGM, 9 pl-photos 3 cartes - PARIS NO 8 1961, 137 pages.

64 - USAID/DAT (1985) : Accroissement et gestion des ressources en eau de la république du Sénégal. pp 7- 63.

65 - VAILLANT, J.R. (1977) : Accroissement et gestion des ressources en eau . Ed Eyrolles - PARIS 1977, 246 pages.

66 - VATAN. A (1964) : Manuel de sédimentologie . Ed Technip. PARIS 15e.

LISTE DES ABREVIATIONS

B.I.R.D : Banque Internationale pour la Reconstitution et le Développement.

C.A.B : Cellule Après- Barrage

C.N.A.P.T.I : Centre National d'Application et de Perfectionnement aux Techniques d'Irrigation.

D.A.T : Direction de l'Aménagement du Territoire.

F.A.O : Organisation Mondiale pour l'Alimentation et l'Agriculture.

G.E.R.S.A.R : Groupement d'Etudes et de Réalisation des Sociétés d'Aménagement Rural.

I.G.N : Institut de Géographie National.

I.R.A.T : Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières

I.S.R.A : Institut Sénégalais de Recherches Agronomiques.

M.A.S : Mission d'Aménagement du Sénégal.

M.D.R.H : Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique

M.P.C : Ministère du Plan et de la Coopération.

O.M.V.S : Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal.

O.R.S.T.O.M : Office de Recherche Scientifique et d'Outre-Mer.

P.D.R.G : Programme pour le Développement de la Rive Gauche.

P.I.V : Périmétre irrigué villageois.

P.N.U.D : Programme des Nations Unies pour le Développement.

S.N.G : Service National de Géographie

S.A.E.D : Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta et de la Falémé.

S.A.E.D.I.C : Société Africaine d'Equipement pour le Développement de l'Industrie et du Commerce.

S.C.E.T. COOP : Société Centrale d'Equipement du Territoire Coopération.

S.O.GE.T.H.A : Société Générale des Techniques Hydro-Agricoles.

SO.GR.E.T.A-H. : Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques.

SONEES : Société Nationale d'Exploitation des eaux du Sénégal.

T.E.R : Travail d'Etudes et de Recherches.

USAID : Organisme Américain pour l'Assistance au Développement.

LISTE DES FIGURES

1 - Carte de situation

2 - Carte des isohyétes en mm - valeurs normales 1931-1960.

3 - Variations interannuelles des précipitations à N'Diol et à N'Diaye de 1982 à 1992.

4 - Fréquences moyennes mensuelles en pourcentage de la direction du vent au sol à la station de N'Diaye de 1985 à 1992.

5 - Balancement du F.I.T

6 - Courbes de températures : station de Richard-Toll de 1989 à 1992.

7 - Courbes de températures à N'Diaye de 1985 à 1992.

8 - Courbes de températures : station de Richard-Toll.

9 - Humidité relative moyenne mensuelle de 1989 à 1992: station de N'Diol de N'Diaye et de Richard-Toll.

10 - Evaporation moyenne mensuelle - bac (1985 à 1992) à la station de N'Diaye.

11 - Carte d'isovaleurs de la profondeur de la nappe en métre.

12 - Profil du Gorom Amont : de Rong à Diambar

13 - Excavation du canal de Ronq

14 - Excavation d'un nouveau canal.

15 - Diminution au cours des années de la proportion d'eau souterraine salée dans l'effluent de drainage.

16 - Tracé du Grand Emissaire du Delta

17 - Aménagements primaires.schéma type

18 - Aménagements secondaires. Schéma type

19 - Aménagements tertiaires. Schéma type.

20a- Distribution des paramétres texturaux : cuvette de Boundoum

20b- Distribution des paramétres texturaux : fonds de canalisation

20c- Distribution des paramétres texturaux : levées subactuelles.

21a- Courbes cumulatives des échantillons de la cuvette de Boundoum.

21a'- Courbes de fréquences des échantillons de la cuvette de Boundoum.

21b - Courbes cumulatives des échantillons de fonds de canalisations

21b' - Courbes de fréquence des échantillons de fonds de canalisations.

21c - Courbes cumulatives des échantillons des levées subactuelles.

21c' - Courbes de fréquence des échantillons des levées subactuelles.

22 - Variations spatiales de quelques éléments du bilan ionique par rapport à la moyenne.

23 - Diagramme de la classification des eaux d'irrigation.

LISTE DES TABLEAUX

1. Pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle (mm) à la station de N'Diol (de 1982 à 1992)

2. Pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle (mm) à la station de N'Diaye (de 1983 à 1992)
3. Pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle (mm) à la station de R - TOLL (de 1989 à 1992)
4. Vitesses moyennes mensuelles du vent au sol (m/s) à la station de N'Diaye (de 1989 à 1992)
5. Vitesses moyennes mensuelles du vent au sol (m/s) à la station de N'Diol (de 1989 à 1992)
6. Amplitudes thermiques mensuelles à R-Toll (de 1989 à 1992)
7. Amplitudes thermiques mensuelles à N'Diaye (de 1985 à 1992)
8. Amplitudes thermiques mensuelles à N'Diol (de 1982 à 1992)
9. Principales espèces en fonction de la salure et de l'inondation
10. Dates des maxima de crue à Dagana
11. Les réserves en eau de Diama et de Ronq en fonction du plan d'eau
12. Les cotes de fond et les pentes de fond du lit du Gorom Amont
13. Volume d'eau évaporé dans la réserve au cours de l'année
14. Besoin en eau d'un hectare de riz irrigué
15. Chronogramme des activités culturales
16. Capacité du Gorom Amont
17. L'efficience du Gorom entre Ronq et Boundoum-Barrage durant l'hivernage
18. Pourcentage de sel évacué selon la durée de dessalement
19. Quantité de sel évacuée en un an pour un hectare de terre irriguée
20. Quantité de sel évacuée par le Gorom Aval étalé dans le temps
21. Puissance de la station de Ronq en 1970
22. Etat actuel des aménagements dans le bassin du Gorom Amont
23. Distribution des prises d'échantillonnage le long du Gorom.
24. Résultats des analyses physico-chimiques des eaux du Gorom Août 1992.
25. Norme de potabilité des eaux, CEE (1975). Doc AFB SEINE - NORMANDIE.
26. Le SAR dans l'axe Gorom.

LISTE DES ANNEXES

I - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE QUELQUES OUVRAGES ET STATIONS DE POMPAGE ET D'EXHAURE
Document du B.E.C SAED

II - DANGERS SUR LE GOROM-LAMPSAR : Article du "SOLEIL" datant du 22 Octobre 1991.

III - L'AXE GOROM-LAMPSAR REHABILITE GRACE A LA SAED. LE CHANTIER DE L'ESPOIR : Article du "SOLEIL" datant du 19 Juin 1993.

IV - BESOINS EN EAU POUR UN HECTARE DE RIZ IRRIGUE
Document de la SAED.

V - PERIMETRES LONG TERME. SUPERFICIES ET BESOINS EN EAU. AXE GOROM-LAMPSAR : Document du P.D.R.G

VI - PERIMETRES LONG TERME. SUPERFICIES ET BESOINS EN EAU.
Document du P.D.R.G

VII - ELEMENTS D'INCITATION POUR AMELIORER LA GESTION DE L'EAU
Document extrait de l'"Etude de la Gestion des Ouvrages Communs de l'O.M.V.S". Annexe M. 1986.

ANNEXE I

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE QUELQUES OUVRAGES ET STATIONS DE POMPAGE ET D'EXHAURE.

- STATION DE POMPAGE DE RONQ

Ouvrage B de RONQ

- 8 Passes vannées et batardeaux

  Radier : -1,30 m IGN

  Digue : 4,3 m IGN

- Cuvette de Boundoum : superficie : 3.200 ha
- Station de pompage
  - Débit = 17 m3/s

    5 pompes - PHE 2,20

Ouvrage C de DIAWAR

- 3 Passes vannées et batardeaux

  Radier : 0,00 m IGN

  Digue : 4,16 m IGN

- Station de pompage
  - Débit = 7 m3/s

    2 pompes - débit 3 m3,5/s PHE 2,30

Ouvrage de N'DONG

- 2 Passes vannées et batardeaux (drainage)

  Radier : -0,50 m IGN

  Digue : 2,00 m IGN

  Pertuis : 0,08 x 1,25

Ouvrage G de GOROM

- 1 Passe vannée et batardeaux

  Radier : - 0,60 m IGN

  Digue : 3,25 m IGN

Barrage de DIAMA

- 10 Passes vannées de 13.50 x 11
- 9 Piles de 3.50 m

SAINT-LOUIS

ALIMENTATION EN EAU

Dangers sur le Gorom-Lampsar

S'il est un point névralgique du dispositif hydrique de la vallée, c'est bien l'axe Gorom-Lampsar. Alimentant en eau potable la ville de St-Louis, et arrosant sur son passage une partie du Boundoum, le Kassak, les périmètres de Lampsar, etc. Pour l'état que son défaut d'entretien régulier a provoqué, ajoute à une panne de la centrale électrique de Ronkh, un pompage anarchique et un statut inadéquat dans un monde rural en pleine mutation, elle met toute une région en ébullition. Et il y a de quoi.

Les pertes d'abord. Les plus remarquées sont les coupures d'eau intempestives dans la ville de St-Louis *"depuis quelques années, à la même période"*, précise au récent Comité régional de Développement le rapport de Youssoupha Bâ, chef de l'Exploitation régionale de la Société nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal (SONEES). Même si au fond, et indirectement, la SONEES est en partie responsable en tant que gérant de ce défluent du fleuve Sénégal, elle a dit son impuissance face aux pannes de la centrale de la SENELEC à Ronkh qui empêchent le remplissage correct de l'axe, mais encore aux attributions anarchiques de périmètres tout le long de la voie d'eau, ramenant le débat à la seconde phase de la Réforme administrative, territoriale et locale. La SONEES n'a pas manqué de mettre en garde contre l'utilisation de produits dans des parcelles se trouvant dans la réserve même. *"C'est la pollution la plus pernicieuse, difficile à détecter et enrayer"*, avertit le service des Eaux.

En plus des désagréments sur le réseau st-louisien, se pose notamment le problème de la gestion des crédits alloués par la CNCAS aux exploitants installés sur l'axe. La panne de la centrale de la SENELEC affecte douloureusement les exploitations en ce sens qu'elle ne permet pas à la majorité d'entre elles, de bénéficier des quantités d'eau nécessaires. Ainsi, rendus incapables de produire assez, les emprunteurs ne peuvent solder ses créances bancaires dans les délais prescrits. *"Nous ne pouvons pas à priori incriminer la probité des exploitants si on se rappelle uniquement*, confie Ousmane Sy, chef de l'agence de St-Louis de la CNCAS, *que lors des campagnes précédentes, les crédits ont été payés correctement. On ne peut pas être bon client durant dix campagnes agricoles et être subitement mauvais pour une campagne"*.

Fallou Fall, adjoint au préfet de Dagana que nous avions interrogé il y a quelques jours sur cette difficulté posée à la juridiction dont il assurait l'intérim, évoque le problème foncier qui, pour les conseils ruraux que l'on peut encore considérer comme en apprentissage de la seconde phase de la Réforme, tient en un impératif: la maîtrise du plan d'ensemble de l'après-barrages qui seule, leur permettra d'affecter ou de désaffecter des terres avec suffisamment de responsabilité. Ces zones jadis *"périmètres pionniers de la SAED et cédées depuis 1987 par décret du président de la République aux conseils ruraux"* dans la mouvance de la responsabilisation prônée par la Nouvelle Politique Agricole (NPA), auront jusque-là été gérées d'une manière anarchique.

C'est pourquoi le séminaire qui a réuni récemment les élus locaux pour les former sur le thème, notamment quant à la responsabilité des organisations locales en matière de gestion du patrimoine foncier de la communauté est bien venu. Comme l'appel pressant des autorités administratives aux organisations locales et aux divers organismes oeuvrant en monde rural en vue d'une collaboration franche sur la base de la politique de l'après-barrages.

D'autres qui auraient besoin de se former aussi, ce sont les exploitants. Désarmés, ils ont désarmé la CNCAS, comme explique M. Sy: *"Il y a que les organismes d'encadrement devraient conseiller aux paysans de se prémunir contre les causes extérieures de ces accidents sur le plan juridique. On devrait leur apprendre comment requérir les services d'un huissier pour faire un constat et situer les responsabilités. C'est à SENELEC qui devrait payer.*

Malheureusement pour la CNCAS et compte tenu du fait qu'il n'y a pas de document l'attestant, évidemment, elle ne peut pas agir quant à l'allègement de cet endettement".

La Société nationale d'Electricité (SENELEC) qui a été interpellée par le dernier CRD, a invoqué *"des difficultés d'exploitation très aiguës, ces derniers temps, dues essentiellement à des indispositions de groupes de la centrale de base et à des contraintes extra-régionales sur la ligne de transport Thiès-Louga-St -Louis"*. Ces groupes devraient être remis en fonction en novembre. En attendant, selon Omar Diallo, chef de région, *"des dispositions ont été prises pour assurer la continuité du service"*.

Seulement, il n'y a pas que cela. Il faut, selon M. Cheikh Seck, chef de la Division régionale de l'Hydraulique de St-Louis, qui nous a situé la lourdeur de cette tâche, observer que *"les axes naturels sont dégradés. Il faut qu'ils soient réhabilités par reprofilage, désherbage et curage"* mais encore il faut que *"soient disciplinées les occupations de ces terres"*. Si en plus, il était appliqué un code de l'eau qui permettrait à l'autorité (unique, propose M. Seck) gérante, grâce aux redevances, d'assurer l'entretien permanent des chenaux, un grand pas serait fait.

Pour la SAED, selon Mouhamadou Touré, il a été *"décidé de surseoir à la mise en culture de certaines cuvettes du Lagbar jusqu'à la contre-saison"*. Du reste, en relation avec la CNCAS, un arrêt des crédits a été appliqué depuis le 15 août. Cette dernière également pense à l'avenir. Son patron estime que *"très certainement, l'Etat devrait d'ores et déjà imaginer des instruments qui permettraient d'amortir ce genre de charges. Par exemple, un fonds de garantie. C'est une possibilité bien que cela soit difficilement gérable dans le contexte actuel. Ce serait un fonds de garantie contre les calamités naturelles, contre les accidents"*. En attendant, exit les crédits pour cette zone.

Avec l'ouverture du barrage de Dakar Bango, St-Louis respire. La montée du *niveau des eaux du fleuve (4,02 m en mi-août à Matam) et Diama qui a maintenu un niveau d'eau de 1,50 m depuis le 9 août déjà, ce qui est rassurant. Mais le CRD a tenu à faire siennes les recommandations du chef de région de la SONEES. En guise de prévention des effets de la pollution du fleuve, "entreprendre des travaux d'entretien pour améliorer l'écoulement dans l'axe. La SONEES s'engage à financer une partie des travaux, interdire toute activité dans la réserve, sensibiliser et éduquer les populations sur les dangers que pourrait entraîner une pollution de cette réserve qui est l'unique source d'alimentation de la ville de St-Louis, remplir convenablement la réserve pour éviter une pénurie d'eau à la ville, enfin, recenser tous les pesticides utilisés dans la zone et bâtir un plan d'action pour une éventuelle catastrophe"*.

Babacar Maurice NDIAYE et Jacques-Moundor DIOUF

L'axe Gorom-Lampsar réhabilité grâce à la SAED

SOCIETE D'AMENAGEMENT ET D'EXPLOITATION DES TERRES DU DELTA

Le chantier de l'espoir

Depuis le 22 avril dernier, l'entreprise Fougerolle entreprend d'importants travaux de curage du cours d'eau sur l'axe Gorom-Lampsar. D'un coût de 200 millions de francs CFA, ce projet, initié par la SAED, couvre environ 10 km sur les 90 km desservis par ce cours d'eau dont la réhabilitation permettra notamment d'améliorer l'approvisionnement en eau potable de St-Louis, de donner une nouvelle impulsion à l'agriculture dans cette zone, voire de revitaliser la vallée de Ndialakhar.

L'AXE Gorom-Lampsar est un défluent du fleuve Sénégal où il prend sa source à partir de deux systèmes : pompage en période de basses eaux et gravité en hautes eaux. De Rong à St-Louis, le parcours est de quelque 90 km, qui traverse toute la zone du Delta. C'est l'unique source d'eau pour l'irrigation de 15.000 ha environ. C'est dire son caractère vital. Outre l'approvisionnement en eau potable des populations de la ville de St-Louis et des villages riverains des communautés rurales de Rosso-Sénégal, Ross-Béthio et Rao, il peut alimenter la dépression de Ndiaël à partir de l'ouvrage de décharge de Ndiawdoune.

Au cours de ces dernières [illegible] de mise en valeur a été très difficile. Retenons l'impossibilité de satisfaire une demande de 6000 ha (déjà faible par rapport aux 15.000 ha de potentialité) à cause notamment d'un envasement très avancé du cours d'eau, d'une section d'écoulement très étroite en certains endroits, et enfin de l'enherbement et de la sinuosité du cours d'eau.

Trois mois de travaux

Depuis 1990, la SAED a entrepris des actions ponctuelles de désherbage (manuel ou mécanique). Même si les résultats ont été bénéfiques, une action d'envergure s'imposait. C'est la raison d'être du programme en cours avec Fougerolle. Le curage en cours de l'axe Gorom-Lampsar, exécuté par Fougerolle pour le compte de la SAED, met en évidence l'importance de ce cours d'eau. Sous l'autorité de son PDG, M. Sidy Moctar Keïta, la SAED a donc inscrit ces travaux dans le cadre global de son programme de mise en valeur des terres du Delta. But de ce grand chantier : améliorer l'hydraulicité du cours d'eau, augmenter le débit d'écoulement et permettre une alimentation gravitaire à des cotes même inférieures à 1,50 m NGS (niveau général Sénégal).

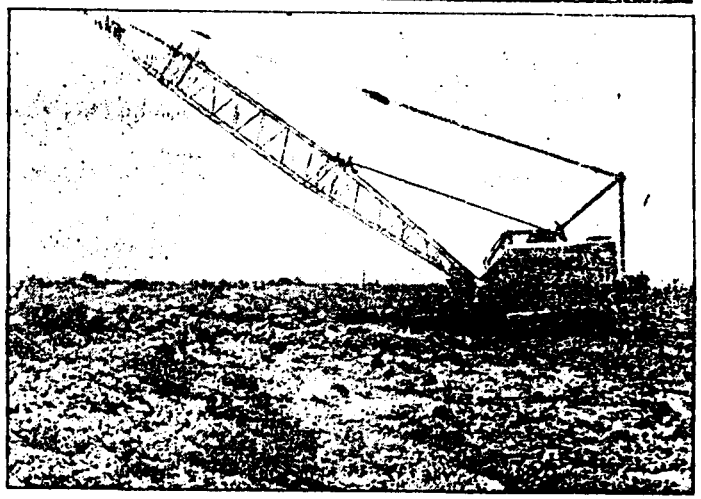
Commencés le 22 avril dernier, les travaux dureront trois mois pour une tranche voisine de 10 km. En quoi consistent-ils ? A enlever la vase qui s'est formée au fil des ans. La section d'écoulement est également élargie pour permettre de transiter un débit de 30 m3/s.

Des moyens considérables ont été mobilisés en un temps record : draglines ou excavateurs à benne trainante, bulldozer super-performant, liaison radio avec Dakar pour un bon suivi, etc.

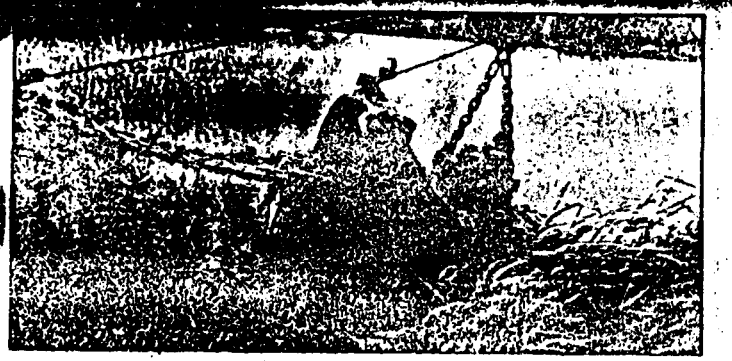
On ressent déjà les premiers effets bénéfiques. Ainsi, le plan d'eau est monté de 50 cm par rapport à la cote de l'année dernière à la même période. La mise en place pour les cultures de contre-saison se déroule bien. Et l'espoir est réel d'avoir suffisamment d'eau de bonne qualité pendant toute l'année. Objectif qui peut être atteint si les travaux se poursuivent sur l'ensemble des 90 km de l'axe.

A Boundoum, ce petit village jouxtant le cours d'eau Gorom-Lampsar, l'ambiance est à la joie. Les populations vous accueillent à bras ouverts. Pour le boutiquier du coin, les affaires marchent plutôt bien depuis le démarrage des travaux de curage. Nouvelle clientèle oblige : techniciens et ouvriers de Fougerolle, en plus des autochtones et du personnel de la SAED.

Aujourd'hui, l'espoir se lit dans les visages de ces villageois qui ont toujours appelé de leurs voeux le dragage du cours d'eau. Cette vieille doléance est en train de s'accomplir sous leurs yeux. Le sous-préfet de Ross Béthio, M. Mamadou Bousso, reconnaît lui-même la qualité du travail de Fougerolle. *«L'eau a atteint un tel niveau,* dit-il encore, *que les populations ont la possibilité d'arroser leurs champs et de boire alors qu'auparavant, cette eau était impropre à la consommation».*



Des moyens considérables ont été mobilisés par la société Fougerolle. Ici un dragline en action.



La SAED est satisfaite de la qualité du travail qu'effectue Fougerolle.

La SAED est satisfaite

Le souhait de tous est qu'on poursuive les travaux sur l'ensemble de l'axe (90 km) afin de régler définitivement le problème de l'eau. Surtout que, nous révèle un cadre de la SAED, il est prévu dans le cadre de l'après-barrages, de mettre en valeur quelque 40.000 ha dans la zone. On apprend par ailleurs que la communauté rurale de Gandou est intéressée par la vallée de Ndialakhar pour une superficie de 4.000 ha. D'après Macoumba Diop, chef de la section Aménagement et Gestion de l'Eau de Boundoum, *«les populations de cette localité n'exercent aucune activité hydro-agricole. Avec le fonctionnement de l'axe Gorom-Lampsar et l'ouvrage de la décharge de Ndialakhar, elles espèrent développer les mêmes activités que dans le Delta».*

Bref, tous accordent un réel intérêt à la poursuite des travaux sur l'ensemble des 90 km, d'autant que la SAED est satisfaite de la qualité du travail déjà effectué par Fougerolle. Assurément, la SAED a initié, avec la réhabilitation de l'axe Gorom-Lampsar, un véritable chantier de l'espoir.

ANNEXE IV : BESOINS EN EAU POUR UN HECTARE DE RIZ IRRIGUE

PERIODE DE CULTURE / PARAMETRES .IRRIGATION	SAISON D'HIVERNAGE						CONTRE SAISON CHAUDE					
	JUILLET	AOUT	SEPT	OCT	NOV	TOTAL	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	TOTAL
E.T.P (MM)	186,5	170	160	190	80	786,5	55,5	230	250	260	120	945,7
K C (Coeff.cultural)	0,73	1,2	1,2	1,25	1	-	0,73	1,2	1,2	1,25	1	-
E.T.M(mm)	78	204	192	237,5	80	791,5	62,5	276	300	325	120	1083,5
IMB.SUBMERSION (mm)	206	69	-	-	-	275	225	75	-	-	-	300
INFILTRATION (mm)	60	124	120	124	60	488	60	124	120	124	60	488
PLUIE EFFICACE (mm)	25	128	81,5	24	-	258,5	-	-	-	-	-	-
BESOINS THEORIQUES (mm)	319	269	230,5	337,5	140	1296	347,5	475	420	449	180	1871,5
EFFICIENCE (%)			74%						74%			
BESOINS REELS (mm)	430,65	363,15	311,17	455,62	189	1749,5	449,12	641,25	567	606,15	243	2526,5
NBRE/HEURES D'IRRIGATION/J	24H/24	12H/24					24H/24	16H/24				
Q. FICTIF CONTINU (l/s/ha)	3,5	1	1,2	1,7	1,4	-	3,8	2,1	2,2	2,3	1,8	-
Q. MAX. DE POINTE (l/s/ha)	-	1,9	2,4	3,4	2,9	-	-	3,1	3,3	3,4	2,8	-

SOURCE : PROJET IRRIGATION IV SAED.

123

PERIMETRES LONG TERME - SUPERFICIES ET BESOINS EN EAU - AXE GOROM LAMPSAR

Localisation	Superficie irrigable (ha)	Besoins unitaires (l/s/ha)	Debit de pointe (m3/s)	Source d'alimentation
Perimetres existants	6940	(var)	23.8	(Voir tableau)
PIVs nouveaux:				
Kassak	1300	3.5	4.6	Gorom amont
Boundoum	400	3.5	1.4	Gorom amont
Grand Digue	1000	3.5	3.5	Lampsar
Gorom Aval	900	3.5	3.2	Gorom aval
Gorom	2000	3.5	7.0	Gorom amont
Amenagements nouveaux:				
Djeuss-amont	1000	3.5	3.5	Gorom aval
Boundoum O	1300	3.5	4.6	Gorom amont
Ngalam	2500	2.0	5.0	Ngalam
Carrefour	3000	1.4	4.2	Lampsar
Mengueye	2200	1.4	3.1	Ngalam
Total	22540		63.7	

PERIMETRES LONG TERME - SUPERFICIES ET BESOINS EN EAU

Localisation	Superficie irrigable (ha)	Besoins unitaires (l/s/ha)	Debit de pointe (m3/s)	Source d'alimentation
Perimetres existants	25340	(var)	84.6	
PIVs nouveaux:				
Debi Est	400	3.5	1.4	Fleuve
Thiagar	1000	3.5	3.5	Fleuve
Kassak	1300	3.5	4.6	Gorom amont
Boundoum	400	3.5	1.4	Gorom amont
Grand Digue	1000	3.5	3.5	Lampsar
Gorom Aval	900	3.5	3.2	Gorom aval
Guiers E	800	3.5	2.8	Lac de Guiers
Gorom	2000	3.5	7.0	Gorom amont
Amenagements nouveaux:				
Djeuss-mid	1200	3.5	4.2	Fleuve
Djeuss-amont	1000	3.5	3.5	Gorom aval
Boundoum O	1300	3.5	4.6	Gorom amont
Caimans	2300	3.5	8.1	Fleuve
Diaouar	1900	3.5	6.7	Fleuve
Diovol	6000	3.5	21.0	Fleuve
Nietty Yone	6200	3.5	21.7	Lac de Guiers
Ngalam	2500	2.0	5.0	Ngalam
Rheune	700	3.5	2.5	Fleuve
Carrefour	3000	1.4	4.2	Lampsar
Guiers O	3000	1.4	4.2	Lac de Guiers
Mengueye	2200	1.4	3.1	Ngalam
Guiers E	1000	1.4	1.4	Lac de Guiers
Dieri	800	1.4	1.1	Fleuve
Total	66240		203.0	

124

Eléments d'incitation pour améliorer la gestion de l'eau
(Extraits de bibliographie 6/)

STIMULANTS ECONOMIQUES ET PROTECTION DE L'EAU CONTRE LA POLLUTION

Les instruments économiques servant à la protection des eaux contre la pollution peuvent se répartir en trois groupes :

a) rémunération d'un service rendu (prix du m^3 d'eau) ;

b) indemnisation pour préjudices et non respect de la législation (sanctions) ;

c) stimulants économiques directs et indirects (redevances, taxes, abattements fiscaux de divers types).

Certains pays accordent un abattement fiscal au titre des installations qui servent à protéger l'eau contre la pollution (égouts, stations d'épuration des eaux usées). Tel est le cas dans les pays très industrialisés, comme la France, la République fédérale d'Allemagne, les Etats-Unis, etc. D'autres pays accordent des prêts et des subventions couvrant une partie plus ou moins grande des dépenses d'investissement pour la construction de réservoirs et de stations d'épuration. Dans d'autres encore, ces installations sont entièrement financées par le Trésor public. Si les subventions et prêts de l'Etat ne couvrent qu'une partie des dépenses (en France 60 %, aux Etats-Unis 55 %, etc.), l'autorité locale contribue pour sa part à la construction de stations d'épuration des eaux.

Le paiement de taxes en cas de pollution de l'eau est un principe généralement accepté, les taux variant très largement selon les conditions locales. Les indemnités sont le plus souvent fixées selon le principe que "le pollueur doit être le payeur". Le taux en est le plus souvent fixé en fonction de la charge de pollution, déterminée par la DBO_5 ou par d'autres indices rapportés aux normes approuvées (Tchécoslovaquie, Hongrie). Dans d'autres pays - par exemple les Pays-Bas - les taxes sont calculées selon la quantité de matières polluantes rejetées, compte tenu de la production annuelle et de ses coûts. En règle générale l'application de taux différenciés encourage à réduire la quantité d'eau rejetée, ainsi que sa toxicité et sa teneur en matières polluantes, ce qui contribue à protéger l'eau contre la pollution.

Il ressort des renseignements fournis que le système des stimulants économiques pour lutter contre la pollution est déjà appliqué depuis plusieurs années dans quelques pays. Aucune précision n'a cependant été fournie quant à leurs effets et aux résultats obtenus sur une moyenne de plusieurs années.

STIMULANTS ECONOMIQUES POUR FAVORISER L'UTILISATION RATIONNELLE DES RESSOURCES EN EAU

Il existe dans tous les pays un système de redevance pour les prélèvements d'eau potable fournie par les services publics de distribution d'eau. L'eau potable provenant de nappes souterraines n'est généralement pas taxée. La tarification dépend de la quantité d'eau prélevée. Dans certains pays, comme l'URSS, une limite est fixée aux prélèvements d'eau potable et tout dépassement est frappé d'une surtaxe. Dans d'autres, comme la Tchécoslovaquie, les taux en vigueur dépendent du type d'utilisation (usages domestique, industrie). En règle générale, l'eau potable est considérée comme un bien économique et traitée comme telle.

Pour ce qui est des prélèvements d'eau de surface, les stimulants économiques sont très divers et visent à favoriser une utilisation rationnelle de ces eaux. Lorsque les ressources en eau sont suffisantes et que les prélèvements n'exigent pas la construction d'installations spéciales, l'eau est fournie gratuitement (Pays-Bas, Pologne). Lorsque les quantités disponibles ne sont pas suffisantes, divers systèmes de tarification sont mis en place : barème unique pour l'ensemble du territoire (Tchécoslovaquie, Hongrie) ou barèmes différenciés selon les besoins (France, Roumanie, Royaume-Uni). L'application progressive de ce système conduit à d'autres améliorations (taxation selon la qualité, la quantité et le type de prélèvement, selon que l'eau utilisée est ou non récupérable, etc..).

Certains pays appliquent un barème plus élevé pour les prélèvements d'eau de haute qualité à partir de sources souterraines ou des réserves publiques d'eau potable. Ceci a pour effet d'accroître l'assistance financière aux fournisseurs publics d'eau et de réduire la consommation d'eau de haute qualité afin d'en fournir à d'autres consommateurs (industrie, agriculture, etc..).

MESURES DESTINEES A STIMULER LES INVESTISSEMENTS DANS LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Il est également admis que les installations d'adduction d'eau coûtent cher, et qu'elles intéressent de vastes territoires et des populations nombreuses. Elles influencent souvent non seulement la production industrielle et agricole, mais aussi, dans un contexte plus large, tout l'environnement. C'est pourquoi des stimulants

économiques ont été introduits dans la plupart des pays pour améliorer ces installations, soit pour lutter contre la pollution ou augmenter les ressources, soit pour protéger la qualité.

Dans les pays à économie planifiée, ces travaux sont entièrement financés par l'Etat. Dans les pays à économie de marché, ce sont les administrations locales ou l'Etat, ou les deux à la fois, qui contribuent à leur exécution en émettant des emprunts (assortis de taux d'intérêt différents), d'aides et de subventions.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Dans la plupart des pays l'expérience a montré qu'en plus des mesures techniques, administratives et législatives, une stimulation économique est absolument indispensable pour parvenir à l'équilibre souhaité entre les besoins et les ressources en eau.

L'importance et la forme de ces stimulants sont très diverses et dépendent de la situation locale et de la politique nationale.

Il est en principe souhaitable à un certain point de la gestion des ressources en eau d'adopter une approche économique globale, à laquelle il convient de subordonner les divers règlements et dispositions. L'expérience de certains pays à montré que cette approche globale est efficace lorsqu'elle s'appuie sur un texte législatif en la matière.

Il est souhaitable, outre ces mesures législatives, d'organiser la structure administrative des organes chargés de gérer les ressources en eau. La pratique la plus courante et la plus efficace consiste à implanter ces organes dans les principaux bassins fluviaux.

L'attribution de stimulants économiques exige un système de surveillance et de contrôle de l'utilisation et de la consommation de l'eau, en quantité comme en qualité, ce qui suppose l'existence d'un certain équipement technique (laboratoire, matériels et instruments, méthodes d'essai et d'évaluation, présence de spécialistes, etc).

L'application du principe selon lequel c'est le pollueur qui paie est recommandée et la pollution de l'eau par le rejet d'effluents doit être taxée à ce titre. Etant donné que les redevances peuvent avoir des répercussions économiques considérables pour le pollueur, il est utile de procéder par étapes (par exemple en fixant un taux de redevances pour une période transitoire avec augmentations progressives et telle ou telle forme de subvention appropriée).

Si les stimulants économiques destinés à protéger la qualité de l'eau ont été introduits dans la majorité des pays ou sont en voie de l'être, ceux qui visent à favoriser une utilisation plus rationnelle des eaux de surface et souterraines ne sont encore appliqués que dans un petit nombre de pays où il existe un grave déséquilibre entre les ressources et les besoins en eau. Ces

stimulants sont à l'étude dans certains pays et leur introduction y est considéré comme inévitable. Dans les pays où l'alimentation en eau est suffisante et ne pose encore aucun problème, les prélèvements d'eau douce ne donnent généralement lieu à aucune rétribution.

L'expérience des pays qui perçoivent des redevances pour les prélèvements d'eaux de surface non traitées a montré que l'introduction de ce système a permis un enregistrement, un mesurage et un contrôle plus efficace des prélèvements ainsi qu'une meilleure utilisation des ressources et une diminution des prélèvements, notamment par l'industrie.

Les subventions des administrations nationales ou locales aux usagers pour la construction et l'exploitation d'installations et d'équipements pour la gestion de l'eau favorisant une utilisation plus rationnelle des ressources et la protection de sa qualité. Il est souhaitable aussi que ce système soit rattaché à une politique économique globale d'utilisation des ressources hydrauliques. Ces mesures peuvent être très diverses et varier avec la situation locale et elles sont de nature à se modeler de très près sur l'évolution de la situation.

La protection et l'utilisation rationnelle des ressources en eau, richesse naturelle et irremplaçable d'un pays, ne se limitent pas à une question d'utilisation rationnelle d'un bien public mais joue un rôle important dans la création et la protection d'un environnement de qualité. Un tel environnement est dans l'intérêt immédiat et quotidien de la population toute entière. L'attribution de stimulants économiques pour la gestion des ressources en eau peut aussi avoir des incidences sociales et économiques.

Il est donc souhaitable de préparer ces stimulants suffisamment longtemps à l'avance en évaluant l'évolution de la consommation d'eau et de la protection de la qualité, et de les introduire par étapes en étudiant leurs répercussions.