

(B) DDC. 20.47
M550

ETUDE HYDRO-AGRICOLE
DU BASSIN DU FLEUVE
SENEGAL

RAF 65/061



R A P P O R T T E C H N I Q U E
D E F I N D E M I S S I O N

Décembre 1973

N. BENSOUSSAN
Expert Hydro-Agricole

"Le présent rapport n'a pas encore été approuvé par l'Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture qui ne partage donc pas nécessairement les opinions qui y sont exprimées".

T A B L E D E S M A T I E R E S

	Page
INTRODUCTION	1
A - CARTOGRAPHIE ET TOPOGRAPHIE	3 à 5
B - HYDROLOGIE	7
Stations de jaugeage	7
La Crue 1972	9
La Crue 1973	9
Etiage 1972/1973	10
Remontée de la Salure	11
Mesures 71/72 - 72/73	12
Etude SOGREAH	23
Cultures de décrue	25
Problème du maintient des cultures de décrue après régularisation	26
C - AMENAGEMENTS PREVUS SUR LE FLEUVE EN PREMIERE PHASE	28
PRINCIPES GENERAUX D'AMENAGEMENT	29
Endiguement	29
Station de pompage	30
Réseau d'irrigation	31
Régularisation	32
Réseau d'assainissement	32
L'aménagement à la parcelle	34
PERIMETRE DE MATAM	36
Situation	36
Topographie et Cartographie	36
Endiguement	36
Station de pompage	37
Réseau d'irrigation	38
Planage aménagement des terres	39

D - BARRAGE DU DELTA	58
Rôle du Barrage	58
Choix du site	59
But à atteindre	59
Conditions géotechniques et topographiques	59
Description du Barrage	59
Endiguement	60
Ouvrages	61
Fonctionnement de l'ouvrage	61
Choix de la cote de l'ouvrage	61
E - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	64
Topographie et Cartographie	64
Hydrologie	64
Principes d'aménagement	65
BIBLIOGRAPHIE	67

- au 1/5.000e = par levé direct les plans des casiers-pilotes de Nianga et Matam (environ 1.000 ha chacun)
- au 1/20.000e par stéréorestitution les périmètres de Matam, Saldé-Wala, (10.000 ha et 5.000 ha)

On s'aperçoit que les levés au 1/20.000e ne permettent pas de réaliser les projets d'exécution car le micro-relief est important. Ceci a été noté à Nianga où la carte existante au 1/20.000e ne laissait pas supposer un micro relief aussi tourmenté.

Il serait donc plus avantageux au moment de l'avant projet d'effectuer directement un levé au 1/5.000e sans passer par le 20.000e qui est suffisant pour une telle étude mais largement incomplet pour la deuxième étape.

Aftout-Es-Sahel : La zone de l'Aftout-es-Sahel était comprise dans le projet d'étude de la vallée. Mais sa situation marginale a fait qu'elle a été peu étudiée. La Mauritanie vient de lancer un appel d'offres pour l'étude générale de cette région. La proposition retenue comporte la fourniture d'une carte au 1/50.000e avec un maillage et des profils tous les 2 km. Ce qui permettra enfin d'avoir une carte de cette région.

Travaux topographiques dans la Vallée : En prévision des grands travaux futurs dans la vallée il est recommandé de mettre en place un réseau géodésique de base permettant de rattacher les différentes polygonales effectuées jusqu'à présent et qui ne servent que localement.

Il faudrait également procéder à une remise en état du nivellement de premier ordre pour l'ensemble de la vallée, l'ancien réseau mis en place par l'IGN présente des discordances dûes sûrement à des mouvements de bornes. La route de Diéri sur la rive gauche récemment construite permet de poser sur les ouvrages nouveaux des repères de nivellement stables.

L'Institut de Géographie Nationale avait été consultée pour un tel travail et les propositions fournies se trouvent dans le rapport de fin de mission de M. JUTON (Juin 1972).

Il faut également procéder à un nouveau tarage de toutes les stations car certaines mesures sont discordantes et ne peuvent s'expliquer que par une modification du lit du fleuve.

La Crue 1972

La crue 1972 est celle d'une année déficitaire de fréquence centennale. Nous donnons ci-joint son graphique.

L'hivernage 1972 a été très déficitaire au point de vue pluviométrique, la conséquence s'en est fait ressentir dans la vallée, par les apports très faibles du fleuve qui contrairement aux autres années n'a pas débordé de son lit mineur. Il faut pour que le débordement ait lieu, que le débit passant à Bakel dépasse $2.000 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui n'a pas été le cas le débit maximum de pointe ayant culminé à $1.423 \text{ m}^3/\text{s}$. Les seules inondations ont été le fait de marigots peu importants qui ont rempli quelques cuvettes. La date de démarrage de la crue a été normale 21 Juin. La date de pointe crue est aussi celle d'une année normale le 8 Septembre, alors que statistiquement elle est prévue pour le 10 Septembre. Par contre les apports ont été parmi les plus faibles connus.

La Crue 1973

En 1973 la crue est également faible et d'une fréquence de sécheresse décennale. Le fleuve a quand même débordé de son lit mineur puisque la pointe de crue a été à Bakel de $2.546 \text{ m}^3/\text{s}$. Le démarrage de la crue a été lui précoce 10 Juin, et la pointe de crue a été très précoce 25 Août pour une date extrême connue le 22 Août.

RICHARD-TOLL - Distance au Pont Faidherbe à Saint-Louis 145 km

Prélèvements - (Salinité en Micromhos)

Date	Surface	- 2 m	- 4 m	Fond
27/1	920	540	1.770	2.540
30/1	1.460	1.500	4.900	5.600
5/2	2.310	2.220	2.260	4.900
7/2	2.360	2.400	2.430	5.600
10/2	2.100	2.060	2.160	6.500
13/2	1.810	1.590	5.500	7.400
16/2	1.750	1.650	1.770	2.100
20/2	2.710	2.670	2.730	3.500
23/2	3.300	3.500	3.900	4.500
27/2	4.400	4.400	5.300	6.000
2/3	3.500	3.600	3.900	5.600
6/3	7.000	6.950	7.000	8.700
13/3	6.300	7.400	9.600	10.000
23/3	6.600	6.500	6.800	7.400
27/3	6.500	6.500	8.700	9.400
9/4	7.400	8.500	12.900	13.300
17/4	9.600	10.000	11.100	13.000
25/4	10.400	10.500	11.000	12.500
30/4	13.300	12.900	13.500	14.400
8/5	10.500	10.600	10.900	11.000
14/5	14.400	17.100	17.800	17.900
27/5	16.000	15.800	16.400	17.400
9/7	760	750	760	1.650
16/7	367	132	126	125

DAGANA - Distance au Pont Faidherbe à Saint-Louis 170 km

Prélèvements - (Salinité en Micromhos)

Date	Surface	- 2 m	- 4 m	Fond
27/2	65	57	59	52
2/3	560	500	340	320
6/3	250	243	240	250
13/3	420	380	390	-
23/3	1.260	1.170	1.170	1.600
27/3	845	800	860	890
9/4	1.660	1.710	2.100	3.400
17/4	3.400	3.500	3.500	4.000
25/4	3.400	3.400	3.500	3.800
30/4	5.400	6.950	7.400	7.600
8/5	5.800	5.800	6.000	6.400
14/5	7.400	7.900	8.200	8.600
21/5	8.100	8.000	7.900	8.200
23/5	8.500	8.550	8.900	9.300
4/6	8.800	8.600	8.600	10.000
12/6	11.500	11.400	12.400	12.900
3/7	1.100	1.240	1.560	2.010
9/7	350	345	340	440
16/7	78	80	76	75

BOXHOLE - Distance au Pont Faidherbe à Saint-Louis 190 km

Prélèvements - (Salinité en Micromhos)

Date	Surface	- 2 m	- 4 m	Fond
9/4	360	400	400	405
17/4	740	730	720	760
25/4	300	290	300	310
30/4	1.760	2.130	2.210	2.300
8/5	2.130	2.140	2.220	2.350
14/5	2.770	4.000	4.300	4.500
21/5	4.200	4.100	4.400	4.400
23/5	4.450	4.500	5.000	5.550
4/6	4.000	4.100	4.500	5.100
12/6	6.600	7.100	7.450	7.500
19/6	7.400	7.000	7.000	7.100
3/7	96	95	95	94

DAR-ES-SALAM - Distance au Pont Faidherbe à Saint-Louis PK 220

Prélèvements - (Salinité en Micromohos)

Date	Surface	- 2 m	- 4 m	Fond
23/5	340	350	350	400
4/6	810	840	960	990
12/6	2.570	2.490	2.500	2.500
13/6	2.870	2.790	2.750	2.720

GOUREL MOUSSA - Distance au Pont Faïdherbe à Saint-Louis 223 km

Prélèvements - (Salinité en Micromhos)

Date	Surface	- 2 m	- 4 m	Fond
4/6	530	550	550	560
12/6	2.210	2.200	2.200	2.210
18/6	2.300	2.390	2.380	2.400

CARACTERISTIQUES ANNUELLES

Année	Date origine (Q=50m ³ /s) (45 m ³ /s à Bakel)	Date arrivées crue maximale BAKEL	Date salinité maximale	Nombre de jours	Abscisse maximale (km origine embouch.)	Observations	Dates de retrait	
							RICHARD-TOLL (km 158 PK 145 de St-Louis)	SAINT-LOUIS (km 18)
						Extraits du rapport G	ROCHETTE (ORSTOM 1964)	
1930	16/3	(5/6)	(10/6)	86	177		28/6	24/7
1931	11/3	(10/6)	(18/6)	99	187		3/7	24/7
1932	12/3	(5/6)	(15/6)	95	185		4/7	27/7
1933	18/3	?	(20/6)	(94)	(182)		28/6	18/7
1934	3/3	(19/6)	(25/6)	114	196		16/7	11/8
1935	27/2	?	(15/6)	(108)	(192)		6/7	22/7
1936	22/3	(5/6)	(10/6)	80	175		28/6	27/7
1937	3/4	(25/6)	(5/7)	93	182		24/7	6/8
1938	1/3	(25/6)	(5/7)	126	200		19/7	3/8
1939	18/3	15/6	21/6	95	183		12/7	3/8
1940	21/2	(15/6)	(20/6)	119	196		14/7	15/8
1941	25/2	3/7	13/7	138	205		26/7	9/8
1942	10/2	(1/7)	(10/7)	141	205		23/7	6/8
1944	1/3	(20/6)	(25/6)	116	192		16/7	15/8
1945	14/2	(25/6)	(1/7)	137	201		19/7	7/8
1946	1/3	(25/6)	(1/7)	122	192		20/7	8/8
1947	8/3	(5/7)	(10/7)	124	193		23/7	8/8
1948	20/2	14/6	24/6	125	192		10/7	25/7
1949	25/2	20/6	30/6	125	188		21/7	7/8
1950	21/2	30/6	10/7	139	195		22/7	3/8
1951	15/3	6/6	16/6	93	171		27/6	1/8
1952	28/3	14/6	24/6	88	167		6/7	30/7
1953	7/3	16/6	22/6	103	177		29/6	22/7
1954	12/3	26/5	5/6	84	165		12/6	12/7
1955	3/4	1/6	(11/6)	(68)			non salé	9/7
1956	1/4	16/6	19/6	79	140	valeurs observées	non salé	28/7
1957	28/3	11/6	18/6	82	150	" "	(23/6)	17/7
1958	1/4	3/6	7/6	67	135	" "	non salé	16/7
1959	9/4	28/5	4/6	56	145	" "	non salé	19/7
1960	11/3	11/6	21/6	102	180	" "	5/7	25/7
1961	11/3	15/6	24/6	105	189		4/7	25/7
1962	13/3	9/6	19/6	98	193		5/7	28/7
1963	16/3	30/6	1/7	107	188	valeurs observées	16/7	4/8
						Années postérieures au tableau ORSTOM		
1964	6/3	1/6	11/6	97	(177)			
1965	23/3	21/6	29/6	98	(180)			
1966	26/3	30/5	18/6	84	(170)			
1967	28/3	11/6	20/6	84	(170)			
1968	5/4	28/6	26/6	82	(170)			
1969	21/2	21/6	(2/7)	131	(200)		15/7	
1970	18/3	6/6	20/6	94	(170)			
1971	23/2	30/6	(7/7)	134	(210)		20/7	
1972	15/2	22/6	2/7	139	220	moins de 0,1gr/l	17/7	
1973	8/2	10/6	21/6		252		10/7	

Etude SOGREAH

La SOGREAH a étudié sur modèle mathématique l'évolution du coin salé en s'inspirant des études faites sur le Delta du Rhône. Pour mener à bien cette étude elle a réactualisé les études ORSTOM en intégrant les nouvelles campagnes de mesures faites en 1972 et 1973. On s'aperçoit que les relations liant la salinité au temps écoulé n'est pas applicable. Cela est peut être dû aux durées très importantes des débits d'été durant ces deux années (110 jours moyens pour 140 et 150 jours en 1972 et 1973).

SOGREAH a essayé également d'établir les équations d'écoulement des deux fluides eau douce, eau salée, d'après les équations généralisées de Saint-Venant. Mais la longueur du coin salé pose un grave problème car l'interface entre les deux fluides n'est pas bien marquée et il se produit une diffusion ; de plus les observations ne sont pas suffisamment précises et l'interface n'est pas assez localisée. Pour pouvoir intégrer les éléments dans un modèle il faudrait des campagnes de mesures systématiques très onéreuses.

Une méthode originale consisterait, si l'on désire avoir des renseignements précis, à utiliser l'écho sondeur existant au Nations Unies pour faire des campagnes systématiques, ce procédé a fait ses preuves sur le Delta du Rhône. Mais de telles campagnes ne seront nécessaires que si les barrages ne sont pas construits dans un proche avenir.

La SOGREAH a déterminé par méthode graphique la nouvelle relation entre la salinité moyenne de base et le temps pour les débits inférieurs à $45 \text{ m}^3/\text{s}$ à Bakel.

De même les besoins en eau à l'amont ayant été définis par une note du projet "Problème de l'utilisation de l'eau dans le fleuve Sénégal". La SOGREAH a déterminé la position maximum probable du front salé pour une année médiane et une année de sécheresse décennale.

Année Médiane	Nombre de jours ⁽¹⁾	L1 = km	L2 = km	Observations
Mars	17	140	142	
Avril	47	156	161	
Mai	78	179	187	Arrivée de l'eau salée à Dagana.
Juin	96	193	204	Arrivée de l'eau salée à Bokhole
<u>Année Décennale</u>				
Mars	39	152	159	
Avril	69	172	185	Arrivée de l'eau à Dagana
Mai	100	176	215	Arrivée de l'eau à Bokhole mi-Mai
Juin	130	222	253	

L1 = Position du front salé sans prélèvement à Richard-Toll dès que le débit à Bakel est inférieur à $45 \text{ m}^3/\text{s}$.

L2 = Position du front salé avec prélèvement à Richard-Toll même lorsque le débit à Bakel est inférieur à $45 \text{ m}^3/\text{s}$ et jusqu'à l'arrivée de l'eau salée au lieu de pompage.

(1) Nombre de jours après l'apparition du débit de $45 \text{ m}^3/\text{s}$ à BAKEL

Ce tableau montre d'une façon précise que :

- le front salin atteindra même en année médiane, la station de pompage prévue à Dagana et que ce périmètre devra créer une réserve pratiquement tous les ans.

- en année de sécheresse décennale, le périmètre de Dagana ne pourra pas faire de double culture, la station de Bokhole étant atteinte par l'eau salée.

Cultures de décrue

Le pédologue du Projet a fait en Janvier 1973 le relevé des cultures de décrue par survol avion de l'ensemble de la vallée. Ceci afin de compléter les résultats déjà trouvés par M. JUTON lors des mesures faites en 1971 et 1972. Nous avons l'intention de vérifier ces chiffres avec ceux de l'agriculture.

L'intérêt de cet inventaire était dû à la sécheresse exceptionnelle (pluviométrie et crue) qui permettait d'apprécier les cultures dans la vallée pour de faibles crues.

Les superficies cultivées ont été les suivantes

Préfectures et Arrondissements	Rive droite	Régions	Rive gauche
<u>DAGANA</u>	825		
<u>PODOR</u>			
Thilé Boubakar	329	Fanaye	425
N'Dioum	397	Dar el Barka	44
Cascas	3.754	Boghé	87 ha
Saldé	485	Kaédi	1.296
Total PODOR	5.028	Gorgol	1.572
<u>MATAM</u>			
Thilogne	1.975	Diovol	70 ha
Ourosogui	1.027		
Kanel	1.889	Wali Magana	1.040
Semmé	-		
Total MATAM	4.891		4.530
TOTAL GENERAL Arrondi	10.740		

En 1974, il serait souhaitable d'effectuer une nouvelle opération d'inventaire de cultures de décrue pour avoir les superficies inondées lors d'une crue de valeur $2.500 \text{ m}^3/\text{s}$ en pointe. Ceci permettra de déterminer les zones inondables pour une telle crue qui sera probablement celle qui sera produite artificiellement lors de la construction du barrage de Manantali pour permettre aux paysans de continuer leurs cultures traditionnelles en attendant les aménagements prévus.

Les études ont été faites afin d'essayer de lier les superficies cultivées en décrue soit aux surfaces inondées soit aux volume des apports. Aucune corrélation n'a pu être trouvée pour les fortes crues. En effet la superficie cultivée dépend énormément de la date de décrue et de la main d'oeuvre disponible pendant un laps de temps déterminé (temps entre la décrue et les premiers froids qui empêchent la germination ou l'épiaison). Ce qui permet de donner une limite supérieure aux superficies cultivées (130.000 ha pour la vallée). Mais une crue importante dont la décrue est rapide et tardive peut avoir pour conséquence une superficie de culture inférieure à celle d'une crue faible mais de décrue lente et précoce.

Problème du maintien des cultures de décrue après régularisation.

Lorsque la régularisation du fleuve sera faite, il faudra maintenir les cultures de décrue dans les zones non aménagées. Les surfaces occupées par les cultures de décrue diminueront au fur et à mesure de l'aménagement.

L'étude des superficies inondées faite sur modèle mathématique et les enquêtes sur les cultures de décrue donnent des indications sur la crue artificielle qui doit être créée à Bakel.

Une crue de débit 2.500 à 3.000 m³/s durant 30 jours à Bakel doit en principe maintenir des superficies suffisantes pour assurer de façon régulière une récolte moyenne dans la vallée.

LES AMENAGEMENTS PREVUS SUR LE FLEUVE
EN PREMIERE PHASE

Les études de 3 périmètres sur la rive gauche et d'un périmètre sur la rive droite ont été confiées par la FAO à la SOGREAH. Ces études intéressent les périmètres de Matam, Saldé et Nianga sur la rive sénégalaise et le périmètre de Boghé sur la rive mauritanienne. En se rapportant au schéma général de la vallée il s'agit des unités naturelles d'équipement dont les indicatifs sont les suivants :

MATAM D1 et MK1 (partiellement)	10.000 ha brut
SALDE MO 16 et MO 17	5.000 ha brut
NIANGA NG4	15.000 ha brut
BOGHE BO1	5.000 ha brut

Sur ces périmètres l'étude du schéma d'aménagement a été réalisée en avant-projet détaillé sur l'ensemble des zones et de dossiers d'exécution sur trois zones de 1.000 ha chacune à Matam, Nianga et Boghé.

Dans le même temps la SCET Internationale (Société Centrale d'Equipement du Territoire) a procédé à l'étude d'exécution d'un projet de 2.300 ha à Dagana (Unité naturelle d'équipement : DA) qui lui a été confiée par la SAED.

Nous allons examiner ces différents projets et voir quelles sont les principes ayant guidés les études.

Depuis quelques années il est admis que le développement de la vallée ne peut être réalisé que si la régularisation du fleuve est faite par la construction de barrage.

De plus la maîtrise complète de l'eau par contrôle externe et interne est également un impératif qui ne donne plus lieu à discussion.

Ces deux exigences : Régularisation du fleuve et maîtrise totale de l'eau, imposent des aménagements au coût d'investissements importants et ne peuvent être amortis que par la double culture. Cette nouvelle notion de double culture n'a pu être introduite que depuis la mise au point de variétés de riz à hauts rendements et cycles d'été courts (110 jours au lieu de 150 jours). C'est sur ces principes de base qu'ont été étudiés les aménagements de périmètres prévus par SOGREAH et l'aménagement de Dagana.

Principes généraux d'aménagement

Les principes suivants d'aménagement ont été mis au point par les experts de la FAO et la SOGREAH avec l'accord de l'OMVS et ont servi aux études des périmètres et des casiers-pilotes.

Endiguements : L'endiguement a été prévu pour protéger les périmètres contre les crues centennales. La cote de crête de la digue est égale au niveau d'eau obtenu sur le modèle mathématique, pour la fréquence choisie, après aménagement de 1^o phase. Ce niveau est majoré de 1 m pour tenir compte du battillage, du set-up, des dégradations, des tassements etc...

Le profil en travers est celui admis pour l'ensemble des aménagements de la vallée. Largeur en crête : 3,50 m.

. Pente des talus : 3 de base pour 1 de haut côté fleuve

3 de base pour 2 de haut côté périmètre

Aménagement d'une berme de 1,50 m de large à mi-pente des talus côté périmètre dès que la hauteur totale dépasse 4 m ce qui est le cas dans les périmètres très à l'amont ou certains passages ont plus de 5 m de haut.

La Station de pompage : La maîtrise interne de l'eau est obtenue à partir de pompage, dans le fleuve ou dans un défluent alimenté en permanence, pour l'irrigation ; et à partir de station d'exhaure pompant dans les colatures principales pour l'assainissement. Quand cela est possible la même station joue les deux rôles.

Le calcul des débits nécessaires a été fait sur la base d'un module fictif continu de 21/s/ha brut irrigable.

Les stations sont équipées de moteurs dont la puissance est supérieure à 100 CV pour profiter de la détaxe sur le carburant. Mais la puissance est fractionnée autant que possible pour permettre à la station de fonctionner même en cas de panne d'un groupe. Sauf dans certains cas particuliers (station près d'un centre de distribution électrique à Boghé ou à Matam) on utilisera des motopompes : groupe diésel accouplé à une pompe à hélice.

Le réseau d'irrigation : Le choix des cultures, riz, céréales, impose l'irrigation traditionnelle aussi le réseau est-il gravitaire. Le revêtement des canaux a été étudié mais considéré comme non économique, en effet les terres sont très argileuses et les pertes très faibles. Aussi les canaux sont ils seulement revêtus à certains ouvrages (vannes, prises, siphons...) le reste étant en terre compactée. Le dimensionnement des canaux est fonction des débits transportés. Le calcul a été fait pour l'irrigation des rizières 24 h/24 et les autres cultures 12 h/24. La rotation établie à l'avance entre les canaux, donne la possibilité de dériver les débits des autres cultures sur les rizières pendant 12 heures, permet de "lisser" les pointes, et de s'approcher du débit moyen continu tout en empêchant les pertes lors des arrêts d'irrigation.

Le coefficient d'efficacité est de 1,25 pour les canaux tertiaires et secondaires et de 1,40 pour les canaux principaux.

Les caractéristiques des canaux ont été définies comme suit :

- Canaux de plus de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ talus de 2 de base pour 1 de hauteur
- Canaux de moins de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ talus de 3 de base pour 2 de hauteur
- Ce calage est fait de façon que la charge à l'amont de l'ouvrage de prise soit de 0,45 m
- Les pentes sont très faibles et les vitesses sont de l'ordre de $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$
- Les remblais des cavaliers auront une largeur de 3 m au moins pour permettre un compactage efficace. Pour les canaux de faible pointure, les crêtes de cavalier auront 1 m de large ce qui implique un creusement du canal dans une plate forme préalablement compactée.

Régularisation : Le système de distribution de l'eau pose toujours au projeteur un problème. Ou bien le réseau est très rustique sans ouvrage de régulation à l'aval et il se perd beaucoup d'eau, avec des temps de réponse très longs et des arrêts d'irrigation. Ou alors le réseau comporte des ouvrages de régulation qui sont plus "sophistiqués" mais assez fragiles, difficiles à régler et le réseau fonctionne à la demande, avec des temps de reponse court et une perte d'eau négligeable.

Le choix qui a été fait est un compromis entre les deux solutions permettant de minimiser les inconvénients.

Réseau amont : pour les canaux dont le débit est supérieur à 500 l/s environ la commande se fait par l'aval, avec des régulateurs automatiques de niveau aval constant du type "avis" ou "avio". Ceci permet le minimum de perte d'eau et le maintient d'une réserve importante créant un "tampon" lors des arrêts de l'irrigation.

Réseau aval : pour les canaux dont le débit est inférieur à 500 l/s le système est celui "de commande par l'amont" avec des déversoirs sur les canaux. Les débits étant délivrés par des modules à masque qui tolèrent une variation du plan d'eau de $\pm 10\%$.

Réseau d'assainissement : Le réseau d'assainissement est indépendant du réseau d'irrigation et lui est symétrique. Ce réseau s'adapte aux conditions de topographie, les émissaires principaux étant des marigots naturels. Partout où cela était possible des mares naturelles ont été aménagées afin de créer des "zones tampons" ou "volant" pour que les stations de pompage d'exhaure ne travaillent pas "par à coups".

Le réseau d'assainissement joue 3 fonctions :

- . Evacuation des eaux de ruissellement provenant des pluies sur le périmètre
- . Evacuation des pertes, et des surplus d'eau d'irrigation (vidange de bassin de submersion...)
- . Le drainage profond dans les zones où celui-ci se pose.

En première étape il a été admis au vu des conditions des sols que le drainage profond n'était pas nécessaire. Cependant les emprises ont été prévues suffisamment large pour permettre l'approfondissement des drains et l'installation d'un système de collecte des eaux de drainage.

Des trois fonctions définies pour ce réseau d'assainissement c'est la première qui met en jeu le maximum de débits et de volumes d'eau, à la saison des pluies (Juillet Août) où le Sénégal a une cote maximum et l'évacuation gravitaire est impossible, ce qui nécessite l'installation de stations de pompage. En saison sèche il est presque toujours possible d'évacuer par gravité.

Le calcul des débits d'assainissement a été basé sur les principes admis pour l'ensemble de la vallée.

- . Evacuation de la pluie de 10 jours de fréquence décennale la plus défavorable,
- . Possibilité de stockage dans les zones de rizières d'une tranche d'eau de 15 cm ajoutée au 10 cm de submersion normale,

PERIMETRE DE MATAM (y compris casier-pilote)

Situation

Ce périmètre situé sur la rive gauche du fleuve est le plus à l'amont il se trouve à 625 km de l'embouchure. La superficie endiguée est de 11.000 ha et la superficie brute irrigable est de 9.950 ha donnant une superficie nette irriguée de 7.953 ha.

Topographie et Cartographie : L'aménagement a été établi sur la base d'un plan topographique au 1/20.000e dressé par SOGREAH par restitution photogrammétrique à partir d'une couverture aérienne au 1/15.000e établie par l'IGN (1960). L'étude du casier-pilote a été faite sur la base d'un plan au 1/5.000e dressé par levé direct au sol.

Endiguement : Le niveau des digues calculé d'après le modèle mathématique se présente comme suit en cote IGN :

	<u>Longueur</u>	
Digue Sud	10,8 km	19,30 m
Digue le long du Sénégal	5,2 km	19,30 m à 18,50 m
Digue le long du Tialougueul	14,6 km	19,30 m à 17,50 m
Digue Nord	4,1 km	17,50 m

La longueur totale 34,7 km avec des passages de plus de 5 m de hauteur soit un volume de remblais de 1,6 millions de m³ ce qui correspond à 1.088 millions de F CFA soit un prix (1) de 136.000 F CFA pour l'ha net irrigué.

(1) Les prix indiqués pour les périmètres sont toutes taxes comprises (TTC) sauf indication contraire.

Station de pompage : Les stations de pompage sont prévues équipées de pompes à hélices entraînées par moteur diésel. Certaines stations jouent le double rôle de stations d'irrigation et d'exhaure dans ce cas leur bassin d'aspiration est relié soit au fleuve soit au fossé d'assainissement. Le refoulement se fait dans une bêche, un jeu de vannes permet de diriger l'eau soit sur le fleuve soit sur le canal principal.

CARACTERISTIQUES DES STATIONS

Station	Débit en m ³ /s	H. géométrique de refoulement en (m)	Nombre de groupes	Puissance en CV	Super. brut dominée en (ha)	Observations
casier-pilote	3,1	10,50	2	450	930	stat. d'irrigat.
	1,5	6	2	250		" d'exhaure
A	9	7,20	6	1.500	4.110	mixte irrigation et exhaure
B	4,75	1,65	4	250	2.310	stat. de reprise irrigation
C	1,60	7,80	3	300	1.090	stat. irrigation
D	3,10	7,20	4	550	1.420	mixte irrigation et exhaure
E	3,00	2,50	4	200	930	stat. de reprise d'irrigation

Le prix de l'ensemble des stations est estimé à 907 millions de F CFA soit un coût à l'ha net irrigué de 113.000 F CFA.

Réseau d'irrigation : Le périmètre est divisé en 4 zones.

- La zone du casier-pilote située à l'Est de la ville de Matam est alimentée par une station indépendante de pompage (superficie irriguée nette 743 ha). Elle est desservie par deux canaux principaux de $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ et 600 l/s sur lesquels la "régularisation par l'aval" est prévue grâce à 2 vannes "avis". L'assainissement est creusé artificiellement suivant un axe Est-Ouest jusqu'à un marigot naturel jettant dans le Tialougueul ou un bassin d'amortissement et une station d'exhaure permettant de refouler le débit excédentaire.

- La zone Sud située au Sud de la ville de Matam est alimentée par la station de A (superficie brute 6.000 ha). Elle est desservie par deux canaux principaux.

S1A = de direction NS dont le débit en tête est de $7 \text{ m}^3/\text{s}$ et comportant 3 vannes à niveau aval constant. A l'extrémité de ce canal, une station de pompage relève l'eau de $1,60 \text{ m}$ dans le canal B dont le débit en tête est de $4,75 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le réseau d'assainissement symétrique est entièrement artificiel par création d'une colature ramenant les eaux vers la station A qui de ce fait est une station mixte.

- La zone Nord 2.000 ha est alimentée par la station de pompage D implantée sur le Tialougueul. Un canal principal longe la digue de protection jusqu'à une station E de reprise qui relève l'eau de $2,60 \text{ m}$. Le canal a un débit en tête de $3,1 \text{ m}^3/\text{s}$ et après la station de reprise E un débit de $3 \text{ m}^3/\text{s}$ avec 2 vannes à niveau aval constant.

Le réseau d'assainissement a pour axe principal le marigot du Seni qui rejoint la station de pompage D qui de ce fait est une station mixte.

- La zone Est, superficie de 1.000 ha bruts irrigués, est alimentée par une station de pompage C située sur le Tialougueul elle est desservie par deux canaux dont le débit en tête est de 800 l/s chacun:

Le réseau d'assainissement a pour axe principal le Seni et la station d'exhaure D dessert ce secteur.

Le prix de revient d'un tel réseau (non compris les quaternaires) est de 2.144 millions de F CFA soit 244.000 F CFA l'ha net irrigué.

Planage aménagement des terres : Le planage et l'aménagement des terres est conforme aux dispositions prévues.

On trouve sur ce périmètre :

Aménagement type billons avec touche de piano 3.800 ha
Aménagement type bassins rizicoles avec planage 4.200 ha

Le prix de revient de ces travaux (y compris les canaux quaternaires) est estimé à 1.637 millions F CFA soit 206.000 CFA l'ha net irrigué.

PERIMETRE DE SALDE WALA

Situation

Ce périmètre se trouve sur la rive gauche du fleuve à 475 km de l'embouchure soit au milieu de la basse vallée du Sénégal. La superficie endiguée est de 5.000 ha. La superficie brute irrigable est de 4.200 ha et la superficie nette irriguée est de 3.400 ha.

Topographie et Cartographie

Cartographie : La carte du périmètre a été établie au 1/20.000e par restitution photogrammétrique à partir de photos aériennes au 1/15.000e prises par l'IGN (en 1960).

Endiguement : La caractéristique principale de ce périmètre est qu'il comporte un endiguement total. Les autres unités naturelles d'équipement s'appuient en général sur le Diéri ce qui évite l'endiguement sur un côté. Dans le cas de Saldé le périmètre est situé dans l'île à Morfil limitée par le Doué et le Sénégal.

Les niveaux des crêtes de digues ont été calculés d'après le modèle mathématique.

	<u>Longueur</u>	<u>Cote IGN</u>
	km	en m
Digue Sud	5	14,10
Digue le long du Sénégal	14,3	14,10 à 13,30
Digue le long du Doué	12,2	14,10 à 13,30
Digue Nord	2,3	13,30

L'endiguement total est de 33,8 km et nécessite un volume de remblais de 1,5 millions de m³.

Il faut également construire une route qui enjambe le Doué (par un pont de 200 m) et rejoint la route principale du Diéri située à 3,5 km.

Le coût total de l'endiguement est de 757 millions de F CFA soit 222.500 F CFA l'ha net irrigué.

La route est estimée 380 millions de F CFA (140 millions pour la digue et 240 millions pour le pont).

Station de pompage : Les stations de pompage sont au nombre de deux et servent aussi bien pour l'irrigation que pour l'exhaure, elles sont situées sur le Sénégal (Station A) et sur le Doué (Station B).

Station	Débit en m ³ /s	Hauteur géométrique de refoulement en (m)	Nombre de groupes	Puissance en CV	Superficie brute irrigable en (ha)	Observations
A	4,6	8,30	4	900	2790	mixte
B	2,5	7,50	4	450	1410	mixte

Le bassin d'aspiration est relié soit au fleuve soit au fossé principal de colature. Le refoulement se fait soit dans une bêche, un jeu de vannes permet de diriger l'eau dans les canaux principaux soit vers le fleuve. Le coût total des stations de pompage est estimé à 315 millions de F CFA soit 93.000 F CFA l'ha net irrigué.

Réseau d'irrigation : Le périmètre est divisé en deux zones irriguées et drainées à partir des deux stations de pompage. La zone A située au Nord Ouest du périmètre est alimentée par deux canaux principaux (superficie brute irrigable 2790 ha).

A1 de débit en tête $2 \text{ m}^3/\text{s}$

A2 de débit en tête $2,6 \text{ m}^3/\text{s}$ comportant une vanne à niveau constant.

La zone B située au Sud du périmètre est alimentée par deux canaux principaux :

B1 de débit en tête $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$

B2 de débit en tête $1 \text{ m}^3/\text{s}$

Le réseau d'assainissement est de direction Est Ouest dans la zone A il a comme axe principal le marigot HARAO et dans la zone B le marigot MENGA joue le rôle d'axe principal de drainage.

Le prix de revient d'un tel réseau non compris les quaternaires et de 741 millions de F CFA soit un prix de 218.000 F CFA l'ha net irrigué.

Planage et aménagement des terres : Etant donné la nature des sols ce périmètre comporte :

- des aménagements type billons avec en touches de piano 800 ha
- des aménagements type bassins rizicoles avec planage 2.600 ha.

Le coût de ces aménagements a été estimé y compris les canaux quaternaires à 688 millions de F CFA soit 202.500 F l'ha net irrigué.

PERIMETRE ET CASIER-PILOTE DE BOGHESituation

Ce périmètre se trouve sur la rive droite du fleuve à 380 km de l'embouchure. La superficie endiguée est de 5.250 ha. La superficie brute irrigable est de 4.439 ha (800 ha environ ont été abandonnés non pour la qualité des sols mais pour leur microrelief très accentué. Ils seront irrigués par aspersion si nécessaire) la superficie nette irriguée est de 4.000 ha.

Cartographie : La carte servant à établir le projet a été obtenue par réduction au 1/20.000e d'une carte levée au 1/5.000e par le Génie Rural de Mauritanie.

Endiguement : La digue de protection longe le fleuve Sénégal sur le bourrelet de berge ; et rejoint ensuite les dunes du Diéri. La cote de crête est à la cote IGN 11,15 à l'amont et 10,65 à l'aval ; sa longueur totale est de 13,7 km.

Le prix estimé d'une telle digue est de 179 millions de F CFA soit 44.000 F CFA l'ha net irrigué.

Station de pompage : Les stations de pompage sont prévues au bord du Sénégal. Elles sont équipées de pompes à hélice. Le Gouvernement Mauritanien a exprimé le désir d'utiliser des électropompes avec station de production d'énergie installée dans la ville de Boghé.

Les caractéristiques des pompes sont les suivantes :

Station	Débit en m^3/s	Haut. géomé- trique en (m)	Nombre de groupes	Puissance en CV	Superficie brute irriguée	Observations
casier- pilote	2,5	9,10	3	530	1.200	Stat. mixte
A	1,7	8,60	2	350	900	" irrigation
B	4,4	8,10	4	900	2.325	" mixte
C	0,3	1,20	2	15	150	" de reprise

Le prix de revient de ces stations est estimé à 409 millions de F CFA soit 102.000 F CFA l'ha net irrigué.

Réseau d'irrigation : Le périmètre est partagé en 3 zones :

- Zone du casier-pilote - se trouvant à l'Est, irrigué par un canal principal de débit en tête $2,5 m^3/s$ (superficie brute irrigable 1.200 ha) comportant des vannes à niveau aval constant.

- Zone A - située au Sud du périmètre est desservie par le canal principal A dont le débit en tête est de $1,7 m^3/s$ et qui se réparti en deux canaux secondaires (superficie brute irriguée 900 ha).

- Zone B - située au Nord du périmètre est desservie par deux canaux principaux.

B1-dont le débit en tête est $1,35 \text{ m}^3/\text{s}$ (superficie brute irriguée 750 ha)

B2-dont le débit en tête est de $1,85 \text{ m}^3/\text{s}$ (superficie brute irriguée 1.575 ha) ce canal comporte à son extrémité une station de pompage C qui relève l'eau permettant d'irriguer 150 ha dont 50 par aspersion.

Ce canal comporte deux régulateurs à niveau aval constant.

Le réseau d'assainissement pour la zone du casier-pilote a comme axe principal un marigot naturel passant près de Boghé, l'eau étant rejetée dans le Sénégal par la station d'exhaure ou par gravité.

Le réseau d'assainissement pour le reste du périmètre a comme axe principal le marigot Olo. La décharges se fait dans le fleuve Sénégal soit par pompage durant la saison des pluies quand le Sénégal est en crue (Août à Novembre) soit par gravité le reste de l'année.

Le coût de l'ensemble, réseau d'irrigation et d'assainissement est estimé à 956 millions de F CFA soit 239.000 F CFA l'ha net irrigué.

Planage et aménagement des terres : Au vue de la nature des sols ce périmètre a été aménagé conformément aux principes énoncés plus haut.

- . Aménagement type billons avec touches de piano 860 ha
- . Aménagement type bassins rizicoles avec planage 2940 ha
- . Aménagement par aspersion 150 ha

Le prix de revient de tels travaux a été estimé à 624 millions y compris les canaux quaternaires soit un prix de revient de 156.000 F CFA l'ha net irrigué.

PERIMETRE ET CASIER-PILOTE DE NIANGA

Situation

Ce périmètre est le plus à l'aval de ceux étudiés par la SOGREAH. Il se trouve entre le marigot du Doué et le Diéri à environ 280 km de l'embouchure du fleuve (sur la rive gauche). La superficie endiguée est de 14.400 ha environ. La superficie brute irrigable est de 13.000 ha et la superficie nette cultivable est de 9.900 ha plus 200 ha par aspersion.

Cartographie : La carte au 1/20.000e ayant servi à l'établissement du projet d'aménagement a été obtenue par réduction des plans au 1/5.000e. La partie à l'Est a été établie par photogrammétrie. La partie à l'Ouest a été levée au sol.

Endiguement : La digue de protection contre les crues est déjà construite mais à une cote inférieure de 1 m à la cote finale.

	<u>Longueur en Km</u>	<u>Cote IGN</u>
Digue Est	12,7	7 m à 7,50 m
Digue Nord	6,5	7,50 m
Digue Ouest	13	7 m

Il est prévu dans le futur de la surélever de 1 m

Le prix de cette digue est complexe à estimer, car une partie de la digue Est a été construite par le Service des Routes afin de relier la ville de Podor à la route principale du Diéri.

La partie de la digue construite pour le périmètre a coûté 300 millions de F CFA et la route une somme équivalente soit 600 millions ce qui donne à l'état actuel : 60.000 F CFA l'ha. En tenant compte de la surélévation future estimée à 105 millions le prix sera de 70.000 F CFA/ha net irrigué.

Station de pompage : Les stations de pompage sont prévues au bord du Doué. Sauf une station d'exhaure située au bord du N'Galanka à la pointe Sud-Ouest et qui sert exclusivement à l'exhaure. Ce sont des motopompes entraînées par moteurs diésel.

Stations	Débit en m ³ /s	Haut. géométrique de refoulement en (m)	Nombre de groupes	Puissance nominale en CV	Superficie brute irriguée en (ha)	Observations
casier-pilote	2,5	6,50	3	450	1.240	station mixte
A	15	7,20	6	2.500	8.990	station mixte
C	2,1	6,30	3	320	1.239	station irrigation
G	2,8	5,50	4	400	1.637	station irrigation
N'Diayène	10	5,30	6	1.400	-	station d'exhaure

Le prix de revient de l'ensemble des stations est estimé à 949 millions de F CFA soit 95.000 F CFA l'ha net irrigué.

Réseau d'irrigation : Le périmètre est partagé en 3 zones principales :

- La zone du casier-pilote au Nord Ouest, irriguée par un canal principal de débit en tête 2 5 m³/s dont le plan d'eau est réglé par 4 vannes à niveau aval constant. (superficie irrigable brute 1.240 ha).

- Au Sud une zone nettement séparée de la zone Nord par les marigots du Namardé elle comporte 4 secteurs irrigués par un canal principal A qui ceinture le périmètre au Sud en passant sur le bourrelet de berge du N'Galanka qui forme la limite Sud du périmètre.

Le secteur A est alimenté par le canal A d'où partent 3 secondaires soit débit en tête de $14,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (le premier canal secondaire part de la station de pompage et a un débit en tête de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$), ce secteur comporte deux vannes à niveau aval constant et a une superficie brute irrigable de 2.691 ha.

Le secteur D est alimenté par le canal de même nom faisant suite au canal A. Son débit en tête est de $10,7 \text{ m}^3/\text{s}$, il comporte également deux régulateurs à niveau aval constant et domine une superficie brute irrigable de 2.728 ha.

Le secteur E est alimenté par le canal de même nom faisant suite au canal D son débit en tête est de $6,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Il comporte deux régulateurs de niveau aval et domine une superficie de 2.661 ha.

Le secteur F alimenté par le canal F est à l'extrémité Ouest de cette zone et le canal l'alimentant à un débit de $2 \text{ m}^3/\text{s}$, il ne comporte aucun régulateur automatique et domine une zone de 900 ha.

Au Nord deux secteurs séparés par le casier-pilote.

Le secteur C alimenté par deux secondaires portant respectivement des débits de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ et $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ dominant 1.239 ha.

Le secteur G alimenté par un canal principal portant un débit en tête de $2,8 \text{ m}^3/\text{s}$ et dont le plan d'eau est réglé par un régulateur automatique à niveau aval constant. La zone dominée à une superficie de 1.640 ha.

Le réseau d'assainissement de ce périmètre est dirigé Est Ouest. Pour la zone pilote l'axe principal est le marigot du Mayal et du Wali Diala.

Pour la zone Sud l'axe principal est le marigot du Diossorol pour les secteurs A et D. Les secteurs E et F ont comme axe principal de drainage le Namardé.

Pour le secteur C l'axe d'assainissement est le marigot du Namardé, pour le secteur G l'axe d'assainissement est le marigot du Namardé à sa jonction avec le N'Galanka.

L'ensemble du réseau d'irrigation et de drainage est estimé à 3.200 millions de F CFA soit un prix de revient de 320.000 F CFA l'ha net irrigué.

AMENAGEMENT DE DAGANA

L'aménagement de Dagana a été étudié par la SCET Internationale pour le compte de la Société d'Aménagement du Delta. Ce Projet est financé par un prêt de la BIRD.

Les principes d'aménagement sont dans l'ensemble identiques à ceux des périmètres étudiés par SOGREAH.

Situation

Ce périmètre est situé dans le haut delta du fleuve Sénégal il se trouve à environ 200 km de l'embouchure dans une boucle du fleuve. La superficie endiguée est de 4.350 ha. La superficie brute irrigable est de 3.523 ha et la superficie nette irriguée est de 2.729 ha.

Cartographie : La carte de Dagana a été établie par levé direct au sol à l'échelle 1/5.000e.

Endiguement : L'endiguement de Dagana a été projeté en 1971. La digue à profil en travers différent des périmètres précédents. La largeur en crête est de 1,50 m, la pente des talus est de 2/1 pour la partie haute de la digue où la hauteur est inférieure à 3 m et de 2,5/1 pour la partie basse de la digue où la hauteur est supérieure à 3 m. La digue comporte donc deux pentes dans le cas où sa hauteur est supérieure à 3 m.

La cote de la digue a été calculée pour protéger le périmètre contre les risques de crue centennale mais la revauche choisie est de 0,35 m seulement.

La cote dans ces conditions est de 5,60 m IGN à l'amont (près de Bokhole) et à 5,30 m IGN à l'aval près de Dagana.

La longueur totale de la digue est de 18,9 km et son volume est de 122.000 m³, son coût est de 40 millions F CFA soit 15.000 F l'ha net irrigué.

Station de pompage : Les stations de pompage sont équipées de groupes électro-pompes ; la solution électrique a été choisie de préférence aux groupes motopompes. Les pompes sont du type "Hélice".

Les stations sont au nombre de trois.

Stations	Débit en m ³ /s	Haut. géométrique de refoulement en (m)	Nombre de groupes	Puissance nominale en CV	Superficie brute irriguée en (ha)	Observations
A	2,8	4,15	4	240 x 3	914	station mixte
B	2,8	5,60	4	400 x 3	2.115	station irrigat.
C	1 0,77	5,20 1,90	2 1	150 x 3	494	station mixte

Le prix total de revient de ces stations est estimé à 287 millions F CFA soit un coût à l'ha net irrigué de 105.000 F CFA.

Réseau d'irrigation : Le périmètre est partagé en 3 zones :

- Zone A - à l'Ouest du périmètre alimentée par la station de pompage du même nom (superficie irriguée nette = 725 ha). Elle est desservie par 3 canaux principaux au départ de la station.

. Canal A1 en direction du Nord portant en tête un débit de 910 l/s avec une régulation du niveau obtenue par une vanne "Avio".

. Canal A2 en direction de l'Est portant un débit en tête de 390 l/s sans qu'aucune régulation du niveau ne soit nécessaire.

. Canal A3 en direction du Sud-Est portant un débit en tête de 510 l/s et ne nécessitant également pas de régulation du niveau.

- Zone B - située au Sud-Ouest du périmètre est alimentée par la station B (superficie nette irriguée = 1.630 ha). Elle est desservie par 2 canaux principaux et par le chenal D qui est endigué.

. Le canal B1 au Nord comporte deux vannes "Avis", le débit en tête de ce canal est de $1,50 \text{ m}^3/\text{s}$.

. Le canal B2 au Sud longe l'endiguement Est, il est très court et ne comporte aucun module, son débit en tête est de 120 l/s.

. Le chenal D endigué domine la plus grande partie de cette zone, son plan d'eau est réglé par une "Avis" et le débit en tête est de $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Zone C - située au bord du périmètre est alimentée par la station du même nom (superficie irriguée = 374 ha). Elle est desservie par 3 canaux principaux.

. Le canal C1 de direction Est, dont le plan d'eau est calé à la cote 4,80 m IGN, ne comporte pas de régulateur automatique et son débit en tête est de 400 l/s.

. Le canal C2 de direction Ouest, est calé à la même cote, il comporte un régulateur automatique type "Avio" et son débit en tête est de 300 l/s.

. Le canal C3 de direction Sud, dont le plan d'eau est calé à 1,50 m IGN, représente le bas service et a un débit en tête de 80 l/s.

Pour l'assainissement le débit spécifique pris en compte est de 3,8 l/s en zone de polyculture et de 1,8 l/s en zone rizicole.

L'assainissement dans les zones A et B est dirigé vers l'Ouest en direction de la mare naturelle de Dagana. Cette cuvette qui nécessite un endiguement a un rôle bien particulier qui est expliqué plus bas.

La zone C a un assainissement naturel dirigé vers la station d'exhaure du même nom.

Rôle de la mare-réservoir de Dagana

Rôle d'assainissement : La condition la plus contraignante pour l'assainissement est l'évacuation des eaux de pluie durant la décade considérée statistiquement pour une période décennale pluvieuse. Ceci exige une station d'exhaure de $18 \text{ m}^3/\text{s}$. Cette station serait suréquipée et ne travaillerait à sa capacité que 3 jours tous les 10 ans, ce qui est prohibitif.

Aussi a-t-on aménagé, une mare naturelle (dont certains points sont au-dessous du 0 IGN) située près de Dagana, en réservoir permettant d'accumuler les eaux de ruissellement et servant de "volant". Au début Juillet cette mare est asséchée et son remplissage nécessite $2.300.000 \text{ m}^3$, à condition de la ceinturer de digues de protection, elle permet de réaliser les conditions d'assainissement imposées, avec la station A d'exhaure nécessaire à l'irrigation.

Rôle d'irrigation : ce réservoir est utilisé également pour l'irrigation. Le périmètre de Dagana se trouve à l'entrée du Delta et durant les années de faible débit l'eau salée remonte à Dagana ce qui interdit de pomper dans le fleuve les mois de Mai et de Juin, ce cas peut être prévu deux mois à l'avance, aussi peut-on créer un stockage dans cette mare en Avril-Mai permettant l'irrigation durant le mois de Juin.

Le coût du réseau "irrigation-assainissement" est estimé pour ce périmètre (y compris la digue du réservoir) à 400 millions F CFA soit 147.000 F CFA l'ha net irrigué.

Aménagement des sols : Le projet prévu à Dagana est différent de celui des périmètres étudiés par SOGREAH. Il est beaucoup plus sommaire.

- Le planage n'est pas envisagé dans les bassins rizicoles. Les diguettes suivent les courbes de niveau et dans une parcelle la dénivelée entre deux points est de 10 cm. La superficie traitée suivant cette méthode est de 1.410 ha.

- Les zones de polyculture sont traitées de la même façon que dans les autres périmètres par la méthode dite "touches de piano". Leur superficie est de 1.219 ha.

Cependant, il semble qu'à l'exécution, des modifications importantes seront apportées pour que les travaux soient exécutés conformément aux dispositions prises par SOGREAH. En effet les utilisateurs du sol éprouveront des difficultés :

- au travail du sol, labour, semis...

- à la moisson

à cause de l'irrégularité des parcelles qui gênent le travail mécanique,

- à l'irrigation

à cause des dénivelées du plan d'eau qui lorsqu'elles sont importantes entre deux points de la parcelle rizicole provoquent une baisse de rendement. Aussi la SAED, maître d'oeuvre, a l'intention à l'exécution de modifier le projet et de le réaliser en fin de compte conformément aux dispositions prévues par SOGREAH - FAO sur les autres périmètres.

Pour mémoire nous donnons les prix prévus, pour l'aménagement initial, qui ne peuvent être comparés aux autres aménagements.

Le prix total estimé est de 184 millions F CFA soit un coût de 68.000 F CFA à l'ha net irrigué.

BARRAGE DU DELTA

En Janvier 1970 au cours d'une réunion en Conseil des Ministres, l'OCERS décide l'étude d'un barrage anti-sel dans le Delta du Fleuve Sénégal. La FAO confie à la SOGREAH en Février 1971 (contrat n° SF/AFR/REG 61-10 AGL) l'étude de ce barrage. L'étude est terminée en Janvier 1973. L'OMVS est habilité à rechercher le financement de l'ouvrage tel qu'il a été défini par le Conseil.

Rôle du Barrage : Lors de la période d'étiage qui commence en Décembre-Janvier et se termine fin Juin. L'eau de mer n'étant pas refoulée par un débit suffisant pénètre dans le Delta du Fleuve Sénégal jusqu'à une distance comprise entre 180 à 250 km. Les conséquences de cette intrusion marine sont :

- Les villes de Saint-Louis, de Rosso et de Richard-Toll ne peuvent être alimentées en eau toute l'année et doivent créer des réserves d'eau douce (Lampsar, Lac de Guiers).

- Les terrains cultivés dans le Delta : SAED, M'Pourié, Richard-Toll, ne peuvent réaliser qu'une seule culture annuelle et doivent attendre le retrait de la salure pour commencer l'irrigation. Dans le cas d'une crue tardive la récolte est décalée dans le temps et les rendements baissent.

L'idée principale est donc d'arrêter la remontée de la salure par création d'un seuil, ou d'un ouvrage à vannes pouvant se fermer dès que l'eau de mer a tendance à pénétrer dans le fleuve.

Choix du site : Le choix est fait en fonction de deux facteurs.

a) But à atteindre : Il s'agit de limiter la progression marine de façon que les périmètres existant actuellement puissent être alimentés en eau douce. (La ville de Saint-Louis est alimentée par le Lampsar qui se remplit par l'amont) ce qui en principe détermine une zone d'étude pour le site entre Saint-Louis et Keur Marsal.

b) Conditions géotechniques et topographiques : La prospection de cette zone a permis de sélectionner deux sites intéressants au point de vue topographique Keur Marsal et Diama. La géologie a montré que seul le site de Diama possède une fondation viable, le barrage est projeté sur une assise de grès sableux peu compressibles pouvant convenir à une fondation sans pieux. Le choix s'est donc porté sur ce site qui est le plus économique. En 1972 lors d'une réunion de l'OMVS, le Conseil a décidé d'adopter définitivement le site de Diama.

Description du Barrage : L'ouvrage prévu sur le Delta du Fleuve Sénégal a été projeté en fonction de deux impératifs suivants :

- Empêcher la remontée de la salinité à son amont
- Ne pas modifier l'écoulement du fleuve durant la crue.

Accessoirement d'autres utilisations sont envisagées :

- Créer une réserve d'eau douce permettant d'irriguer les périmètres Amont (M'Pourié, S.A.E.D, R. Toll, Dagona, Boghé Nianga)
- Permettre un meilleur remplissage du Lac de Guiers, de l'Aftout-es-Sahel, et du Lac de R'Kiz
- Diminuer les hauteurs de pompage des périmètres existants.

L'ouvrage est classique et comporte (voir plan joint)

- Dans le nouvel axe du fleuve un barrage avec un seuil et neuf piles en béton de 3,50 m d'épaisseur délimitant entre elles dix passes de 13,50 m x 12,50 m pouvant être fermées par des vannes secteurs dont les paliers sont supportés par les piles.

En rive droite la culée s'appuie sur une digue construite dans le lit du fleuve et qui se prolonge jusqu'aux dunes du Toundou Béret qui assurent l'ancrage sur cette rive.

- En rive gauche la culée comporte une écluse de 100 x 15 m de profondeur 5 m pour la navigation, fondée sur pieux et s'appuyant sur une digue qui se prolonge jusqu'aux dunes du Toundou N'Guinor qui assurent l'ancrage sur cette rive.

Endiguement : Divers schémas d'endiguement ont été étudiés. Ces digues ont pour objet de ceinturer la retenue, fermant les différents marigots ou défluentés qui videraient la retenue à une cote inférieure à celle choisie.

Deux solutions sont possibles : Des digues continues, dont la crête doit être arasée à la cote de la crue millénaire majorée d'une revanche estimée par SOGREAH à 1 m. C'est d'ailleurs ce qui existe en rive gauche côté Sénégal, où l'endiguement doit être surélevé. En rive droite on peut exécuter le même système c'est ce qu'à prévu SOGREAH.

- Des digues submersibles dans les parties du tracé des digues où le terrain naturel est à une cote supérieure à la cote choisie pour la retenue on ne prévoit aucun travail.

Si la cote du terrain est inférieure à la cote normale de la retenue on construit une digue de talus très doux (4/1 ou 5/1) dont la crête est supérieure à la retenue normale de façon que l'on n'ait pas déversement de l'eau mais contournement.

Cette solution est celle qui a été retenue finalement par l'OMVS et qui sera appliquée sur la rive Mauritanienne.

Ouvrage : Certains marigots seront équipés d'ouvrages vannés qui permettront l'alimentation en eau douce de certaines zones. C'est le cas du N'Dadier qui doit alimenter l'Aftout el Sahel. Et des ouvrages du Bell, du Diop, du Gouyère. De même en rive gauche il faudra créer le drainage de la zone du Gorom et construire un canal Djouj - Gorom - Djeuss, afin de ramener les eaux de colature vers le Djeuss à l'aval du barrage.

Fonctionnement de l'ouvrage : Lors du démarrage de la crue les vannes du Barrage sont ouvertes et le débit passe entièrement, l'ouvrage "s'efface" devant la crue dès que le débit devient plus faible $QH < 1.000 \text{ m}^4/\text{s}$ les vannes peuvent se fermer partiellement afin de maintenir un niveau constant du plan d'eau. On ferme complètement les vannes lorsque les prélèvements et l'évaporation sont supérieurs aux apports.

Choix de la cote de l'ouvrage : La cote de l'ouvrage est déterminée de façon à ce que la crue millénale $6.500 \text{ m}^3/\text{s}$ puisse être évacuée sans surélévation importante du niveau. Le tracé de la ligne d'eau donne les niveaux de 2,80 m à l'amont et de 2,35 m à l'aval (cotes IGN) la cote des piles est arrosée à 4,0 m et le seuil à - 8,50 m IGN.

Cette obligation d'avoir des piles assez hautes a incité les projeteurs à proposer un ouvrage pouvant jouer le rôle de réservoir en prenant comme arase des vannes de 2,50 m IGN au lieu de 1,50 m IGN strict nécessaire au rôle anti-sel.

Aussi le rapport définitif du barrage comporte les choix suivants :

- 2 cotes d'ouvrage 1,50 m IGN et 2,50 m IGN
- 3 schémas des digues DC - endiguement partiel large
D1 - endiguement total large
D2 - endiguement total étroit

Le Conseil des Ministres de l'OMVS au cours de sa réunion à BAMAKO a pris la décision suivante :

- La construction du barrage de Diama doit être réalisée avec l'ouvrage à la cote 2,50 m mais son exploitation se ferait à la cote 1,50 m la différence de prix entre les ouvrages de 2,50 m et 1,50 m étant très faible (40 millions de F CFA).

- La cote d'endiguement serait 1,50 m IGN avec tracé sur le bourrelet de berge et fermeture des brèches par des digues submersibles.

Cette solution réserve l'avenir et permet de reporter la surélévation de la réserve à plus tard si cela s'avère nécessaire tout en n'hypothéquant pas les possibilités de l'ouvrage. La superficie qui peut être irriguée en double culture avec une telle retenue est d'environ 30.000 ha. Le coût de l'ouvrage est de 7.000 millions de F CFA TTC soit en prix hors taxes environ 5.000 millions de F CFA.

Le dossier existant actuellement et présenté par SOGREAH est un avant-projet. En cas de décision pour l'exécution des travaux et lancement de l'Appel d'Offres, il faudrait compléter l'étude actuelle par un levé topographique de la zone de retenue du barrage. Ceci donnerait le volume exact de la retenue, sa superficie et le tracé exact des endiguements. Un tel complément d'étude est estimé à 150.000 \$.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

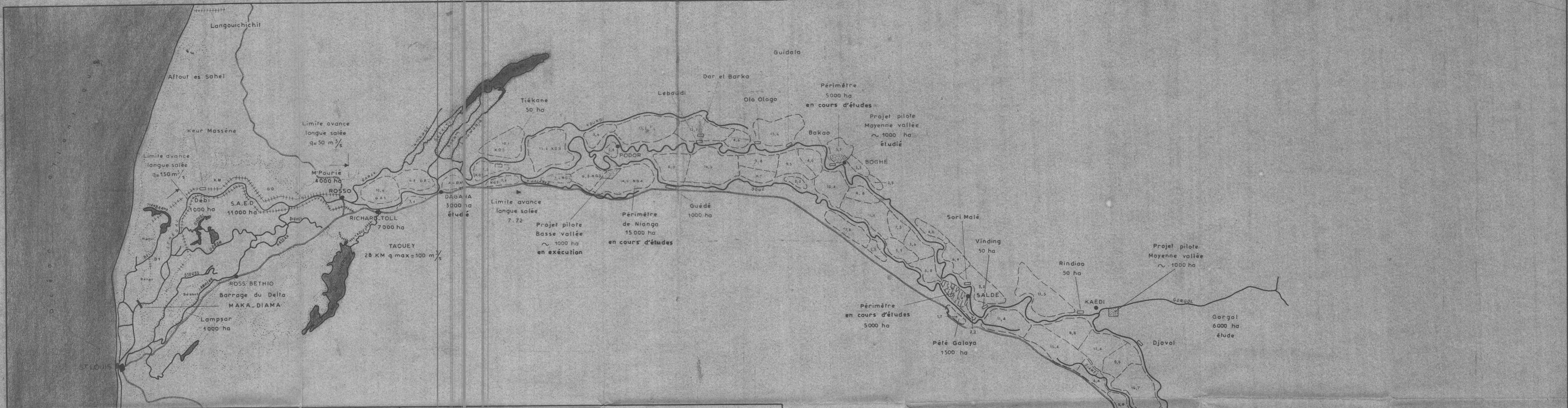
Cartographie et Topographie : Dans le chapitre cartographie et topographie nous avons indiqué les travaux principaux que nous estimons nécessaires pour un développement harmonieux de la vallée.

- Etablissement d'un réseau géodésique de base
- Reprise et vérification du nivellement de 1^o ordre et installation de nouveaux repères
- Les futurs levés pour les aménagements seront de fréquence faits au 1/5.000e sans passage par le 1/20.000e
- L'OMVS devrait recevoir mission de s'occuper de la conservation des différents documents de terrain, des différents repères existants, et du lancement de travaux inter-états comme le réseau géodésique et la maille de nivellement pour la vallée.

Hydrologie : Le réseau de lecture des échelles de crue se détériore lentement, de plus les renseignements de stations de la haute vallée et de la rive mauritanienne ne sont plus transmis au service hydraulique héritier de la MAS.

Il faut que l'OMVS prenne en charge l'ensemble du service hydrologique des 3 pays ou tout au moins centralise les renseignements des réseaux maliens, sénégalais et mauritaniens.

De même il est conseillé de reprendre le jaugeage et le tarage de toutes les stations existantes une certaine modification du lit de la rivière ayant été observée.



ETUDE HYDRO-AGRICOLE
DU BASSIN
DU FLEUVE SÉNÉGAL

VALLÉE DU FLEUVE SÉNÉGAL

SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT

UNITÉS NATURELLES D'ÉQUIPEMENT

SITUATION DES CASIERS PILOTES

- Limite vallée et delta.
- Endiguements projetés (RG existants).
- Petit périmètre.
- Superficie en millions d'hectares.
- Barrage projeté.

ECHELLE : 1/500 000.

Dessin: Bamba SEYE

