

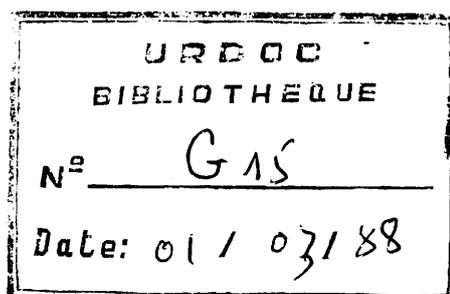
REPUBLIQUE DU MALI

OFFICE DU NIGER

- dist Kourou : 30 km
- Redevance : Inial / FAC
- DRAIN principal 40 km

REHABILITATION DU PERIMETRE DU MACINA
ETUDE DE PREFAISABILITE

**Volume 3 - Situation actuelle des infrastructures hydrauliques
et des aménagements hydroagricoles**



Mars 1988

G.E.R.S.A.R.
1105, Avenue Pierre Mendès France - B.P. 4001
30001 NIMES Cédex - Tél. 66.87.50.00
Télex 490769 BARTHONE

SITUATION ACTUELLE DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES

ET DES AMENAGEMENTS HYDROAGRIQUES

S O M M A I R E

1. LES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES DU MACINA
 - 1.1. Généralités
 - 1.2. Description sommaire du système hydraulique primaire de la zone du Macina
 - 1.3. La ressource en eau
 - 1.4. L'état actuel des adducteurs principaux
 - 1.5. Le fonctionnement hydraulique actuel
 - 1.6. Conclusions-diagnostic
2. LES AMENAGEMENTS HYDROAGRIQUES
 - 2.1. Généralités
 - 2.2. Le projet d'origine
 - 2.3. Les projets réalisés
 - 2.4. Analyse de la situation actuelle
 - 2.5. Diagnostic d'ensemble
3. LA GESTION DES RESEAUX HYDRAULIQUES ET LEUR ENTRETIEN
 - 3.1. La gestion des réseaux hydrauliques
 - 3.2. L'entretien des aménagements

PREAMBULE

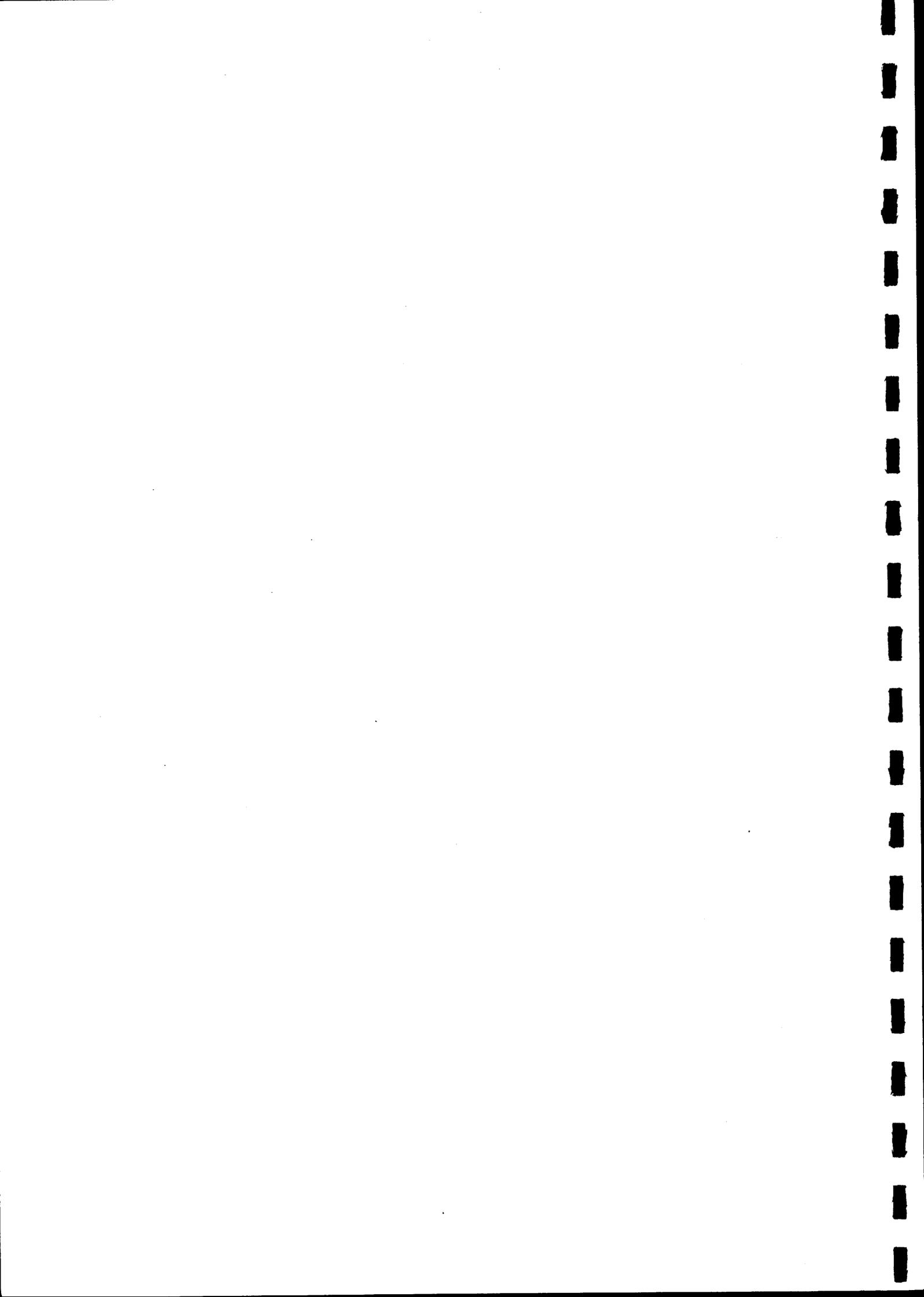
La présente étude comprend plusieurs dossiers :

- Le premier présente un résumé et une synthèse de l'ensemble de l'étude (volume 1).
- Le deuxième traite de la situation actuelle et du diagnostic. Il se présente sous la forme de deux volumes :
 - . la situation générale et agro-socio-économique (volume 2),
 - . les infrastructures hydrauliques et les aménagements hydro-agricoles (volume 3).
- Le troisième dossier présente le plan directeur, en deux volumes :
 - . les aspects de développement rural (volume 4),
 - . les aménagements hydro-agricoles (volume 5).

Afin de faciliter sa lecture, cette étude est accompagnée d'une série de plans regroupés dans un cahier distinct.

Le présent volume (Volume 2) présente la situation actuelle des infrastructures hydrauliques et des aménagements hydroagricoles et comprend quatre chapitres distincts :

1. Les infrastructures hydrauliques.
2. Les aménagements hydroagricoles.
3. La gestion des réseaux et leur entretien.
4. Synthèse et Diagnostic.



1. LES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES DU MACINA

1.1. GENERALITES

Le système hydraulique d'adduction du Macina est constitué des infrastructures principales suivantes :

- Le barrage de Markala implanté sur le Niger qui permet, en assurant un relèvement du plan d'eau du fleuve d'environ 5 m, d'alimenter gravitairement l'ensemble des terres irrigables de l'Office du Niger.
- Un canal d'adduction de 8 km de longueur : cet ouvrage permet de prélever l'eau du Niger à l'amont du barrage de Markala et de l'amener en tête des trois grands canaux adducteurs de l'Office du Niger (Point A), où le débit est contrôlé et réparti par trois ouvrages vannés.
- Un adducteur de 61,5 km de longueur, à commande par l'amont, constitué par le canal de Macina et le Fala de Boky-Wéré (50 km) : il permet le transfert gravitaire de l'eau d'irrigation entre le point A et le village de Kolongotomo situé à son extrémité.
- Deux canaux primaires d'irrigation (distributeurs de Kokry et de Boky Wéré) à commande par l'amont : ils prélèvent leurs débits à l'extrémité de l'adducteur et permettent l'alimentation du réseau secondaire d'irrigation de la zone aménagée (partiteurs).

Une description plus détaillée de l'ensemble de ce système d'adduction primaire est réalisée ci-après.

1.2. DESCRIPTION DU SYSTEME HYDRAULIQUE PRIMAIRE DE LA ZONE DU MACINA

1.2.1. Le barrage de Markala et le canal d'adduction

Le barrage de Markala et le canal d'adduction sont les deux ouvrages de mobilisation permettant l'irrigation de toutes les terres de l'Office du Niger :

- le barrage de Markala, implanté au droit de l'agglomération de Markala est un barrage à aiguilles dont la construction, commencée avant la dernière guerre, a été achevée en 1946.

Cet ouvrage qui barre complètement le NIGER, permet de surélever le plan d'eau du fleuve d'environ 5 m.

- le canal d'adduction est implanté en rive gauche du fleuve. Il a une longueur d'environ 8 km et permet de prélever une partie du débit du Niger en amont du barrage de Markala pour l'amener en tête des trois adducteurs primaires de l'Office du Niger au "Point A" :
 - . le canal du Sahel, qui alimente la zone nord de l'Office
 - . le canal Coste-Ongoiba qui alimente le périmètre sucrier de Siriba,
 - . le canal de Macina qui alimente l'ensemble de la zone du Macina, située à l'Est de la zone de l'Office.

Le débit de chacun de ces trois adducteurs, gérés en commande par l'amont, est réglé par un ouvrage particulier équipé de vannes plates de grandes dimensions.

1.2.2. L'ouvrage régulateur du point A du canal de Macina

Implanté en tête de l'adducteur primaire du Macina, cet ouvrage permet de contrôler la totalité des débits d'irrigation de la zone du Macina. Il s'agit d'un ouvrage important réalisé en béton et en maçonnerie qui comprend :

- 5 vannes plates de 5,00 m de largeur et de 4,5 m de hauteur ;
- 1 écluse de 8 m de largeur destinée à assurer le transit des chalands du point A vers le Macina ;
- un pont routier permettant le franchissement de l'adducteur par la route Segou-Niono.

Si le génie civil d'ensemble de l'ouvrage proprement dit paraît en bon état, le matériel de vannage et l'écluse nécessitent une réhabilitation d'ensemble. Celle-ci a déjà été engagée en 1987 sur financement CCCE, par la réfection du système de batardeau (batardeaux et matériel de manutention). Elle devrait être poursuivie par la réfection des vannes plates et la reprise de l'aval immédiat de l'ouvrage (protections des berges et du fond par des enrochements ou des gabions).

Actuellement, 3 vannes seulement sont en état de fonctionnement, les 2 autres étant bloquées en position semi-ouverte (passage libre de 0,7 m entre le tablier de la vanne et le radier). Cette situation ne permet donc pas à l'ouvrage de jouer son rôle de contrôle des débits en tête de l'adducteur (le débit ne peut être inférieur à 15 ou 20 m³/s) ce qui pose des problèmes importants au niveau de la gestion de l'eau de l'ensemble du système hydraulique du Macina.

Les batardeaux réhabilités existants ne peuvent permettre d'isoler les vannes car ils ont été conçus pour n'être manoeuvrables qu'en eau morte.

Dans le cadre des travaux de réhabilitation de l'ensemble des infrastructures hydrauliques du Macina, il paraît souhaitable qu'un jeu de batardeaux manoeuvrables en eau vive soit acquis par l'Office pour permettre une intervention en tout temps sur cet ouvrage.

1.2.3. L'adducteur du Macina

Il est destiné à assurer prioritairement le transit de l'eau d'irrigation entre le point A et le village de Kolongotomo où il alimente les deux canaux primaires d'irrigation du casier de Macina. Toutefois des zones irriguées, situées de part et d'autre de cet adducteur, sont alimentées directement par un certain nombre de prises. Il s'agit :

- d'un certain nombre de petits périmètres villageois situés en bordure du Fala.
- de deux prises importantes alimentant les deux casiers de Sosse et de Sibila de l'Opération Riz Segou (Pk 40 et Pk 44,2) ;
- des différentes prises du casier de Niaro (en rive gauche du PK 47 au PK 60,5).

D'une longueur totale de 61,5 km, il peut être décomposé en trois tronçons bien distincts :

- le tronçon amont, d'une longueur de 11,5 km (PK 0 à PK 11,5), est constitué par un canal en déblais. Il relie le point A à un ancien bras fossile du Niger : le Fala de Boky Were.

Sa section initiale était la suivante :

- . Largeur en plafond : 25 m
- . Pente des talus : 1/1
- . Pente longitudinale : 0,00005
- . Débit de dimensionnement : environ 75 m³/s

- Le second tronçon d'une longueur de 24,5 km (Pk 11,5 au Pk 36) correspond au lit mineur du Fala de Boky Were. A l'exception d'un étroit chenal de navigation qui semble avoir été terrassé dans sa partie centrale et de quelques endiguements ponctuels de très faible hauteur, aucun aménagement particulier n'y a été réalisé.

- Le troisième tronçon, d'une longueur de 25,5 km (Pk 36 au Pk 61,5) correspond au lit du Fala de Boky Were systématiquement endigué sur les deux rives par des digues de hauteur variant de 0 à 3 m. Ces digues sont fortement dégradées et nécessitent une réfection urgente. Un ouvrage de sécurité, le déversoir de Kolongo, permet théoriquement de limiter la montée du plan d'eau dans le Fala en évacuant les débits excédentaires vers le Niger : il s'agit d'un ouvrage en béton et en maçonnerie comprenant 5 vannes de 5 m de largeur et de 2,5 m de hauteur manoeuvrables manuellement par des crics. Actuellement, seules deux vannes peuvent être manoeuvrées, les trois autres étant bloquées en position fermée, du fait de la disparition des crics et des crémaillères de manoeuvre. Cet ouvrage nécessite une réfection urgente aussi bien au niveau du matériel de vannage (remplacement des vannes, des dispositifs de manutention et du matériel de batardage) qu'un niveau du Génie civil (protections amont et aval, réfections ponctuelles du génie civil, aménagement de l'aval de l'ouvrage...).

1.2.4. Les canaux primaires d'irrigation ou "distributeurs"

Au nombre de deux, ils prélèvent l'eau nécessaire à l'irrigation du casier de Macina à l'extrémité du fala de Boky-Wéré à proximité du village de Kolongotomo.

Il s'agit :

- du distributeur de Boky Wéré : d'une longueur de 15 km, il longe le casier du Macina sur sa limite Nord-Est. Il s'agit d'un canal en terre, réalisé en profil mixte déblais-remblais, fortement dégradé aussi bien au niveau des cavaliers en remblais que de son profil en travers hydraulique. Partagé initialement en 2 biefs de 9,5 km et 4,8 km, par deux ouvrages régulateurs batardables, il était conçu pour dominer une surface de 4.300 ha et dimensionné pour un débit en tête de 10,9 m³/s. L'ensemble du schéma hydraulique initial de ce distributeur est fourni ci-après.
- du distributeur de Kokry : d'une longueur de 30 km, il longe le casier du Macina sur sa limite Sud parallèlement au NIGER. Il s'agit d'un canal en terre, réalisé en profil mixte déblais-remblais fortement dégradé aussi bien au niveau de ses cavaliers que de son profil en travers hydraulique.

Il est longé sur sa rive droite par une digue de protection contre les hautes eaux du Niger qui porte la route Kolongotomo-Macina.

Les remblais nécessaires à la construction de cet endiguement ont été prélevées de part et d'autre de son emprise ce qui a engendré la création d'un second canal, parallèle au distributeur mais sans justification hydraulique.

Ce distributeur est actuellement partagé en 4 biefs de 11,75 km, 10,55 km, 5 km et 2,45 km par des ouvrages régulateurs équipés, soit de vannes (régulateurs n° 1 et 3), soit de batardeaux (régulateurs n° 2). Conçu pour dominer une surface de 7.500 ha, il était dimensionné pour un débit en tête de 19 m³/s.

L'ensemble du schéma hydraulique initial de ce distributeur est fourni ci-joint.

1.3. LA RESSOURCE EN EAU *

La totalité des eaux utilisables par l'Office du Niger est dérivé du Niger dans un canal adducteur grâce au barrage de Markala.

Aux écoulements naturels du fleuve, il convient d'ajouter les volumes du Sankorani, affluent du Niger, régularisés par le barrage de Selingué, . Les consignes d'exploitation de ce barrage ne semblent pas encore figées, mais les hypothèses les plus probables de fonctionnement ont été déterminées dans le cadre de l'esquisse du schéma directeur.

Elles tiennent compte des contraintes liées aux autres fonctions du barrage : production d'énergie hydroélectrique et navigation ; on notera qu'il serait facilement possible d'adapter la gestion de la retenue de Selingue aux risques de sécheresse en répartissant de manière plus adaptée à la demande en eau d'irrigation, les volumes disponibles dans le barrage.

Les débits disponibles à Markala tiennent également compte des prélèvements et pertes par évaporation prévisibles à l'amont de ce barrage.

Les pertes par évaporation prises en compte entre Koulikoro et Markala sont déduites des mesures sur bac colorado effectuées à Kenié :

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
mm	229	249	301	321	301	231	146	109	126	155	192	198	2327

Les prélèvements pour l'agriculture, à terme, entre Selingue et Markala ont été estimés à :

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
m3/s	12	11	11	10	5	1	5	0	5	11	18	24

* Source : Esquisse de Plan Directeur Hydraulique - Sogreah 1981

Dans ces conditions, les débits disponibles à Markala, avec Selingue, sont les suivants :

Mois		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Année Moyenne	10 ⁶	848	554	572	572	553	836	2.787	6.775	12.931	11.494	5.253	2.062
	m3/s	327	214	220	220	213	223	1.075	2.613	4.989	4.434	2.027	795
Année Décennale sèche	10 ⁶	426	370	476	512	414	228	1.540	4.577	8.977	7.474	3.234	1.260
	m3/s	164	143	183	197	159	88	594	1.760	3.463	2.884	1.248	486

On notera l'effet bénéfique dû à Selingué par simple comparaison avec l'hydrogramme type naturel que l'on aurait obtenu, à Markala, sans l'existence de ce barrage :

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Année Décennale sèche (m3/s) naturelle	184	65	10	0	3	87	595	2.137	3.783	2 892	1.260	515
Apports de Selingué	-20	78	173	197	156	1	-1	-371	-320	-8	-12	-29

CONSUMMATIONS MENSUELLES DES EAUX DERIVEES DU NIGER AU NIVEAU DE MARKALA

		DEBITS MOYENS MENSUELS EN m ³ /s											
CANAL	MOIS ANNEES	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
CANAL SAHEL	1984	28.0	28.0	29.5	44.0	62.0	49.0	40.0	53.0	91.0	90.5	66	27.0
	1985	27.0	27.0	32.0	38.0	64.5	59.0	31.0	36.5	90.0	90.0	59.0	23.0
	1986	23.5	24.0	32.0	26.0	52.5	57.0	29.5	77.0	78.5	85.0	73.0	25.0
	1987	23.0	16.0	18.0	39.5	77.0	41.0	29.5	72.0	97.0	(90 . .)	(75 .)	(30 .)
CANAL MACINA	1984	11.0	10.0	11.0	11.0	14.0	13.0	12.0	18.0	43.0	39.0	26.0	12.0
	1985	12.0	13.0	10.0	12.0	14.5	13.0	12.0	15.0	42.0	45.0	26.0	14.0
	1986	16.0	16.0	15.0	15.0	11.5	16.0	16.0	27.0	39.0	45.5	42.0	24.0
	1987	25.0	26.0	27.0	25.0	23.0	23.0	34.0	28.0	36.0	(45.5)	(42.0)	(24.5)
CANAL COSTES ONGOIBA	1984	---	---	---	Non fonctionnel	---	---	---	---	---	---	---	---
	1985	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.5	2.5	2.5	7.0	4.0	5.0
	1986	8.0	Congé ecl (3)	3.0	3.5	5.0	7.5	6.0	6.0	6.0	5.0	8.0	4.5
	1987	(8)	(3)	(3)	(3.5)	(5)	(7.5)	(6.0)	(6.0)	(6.0)	(5.0)	(4.0)	(5.0)
CANAL ADDUCTEUR	1984	39.0	38.0	40.0	55.0	76.0	62.0	56.0	73.0	141.0	136.0	96.0	44.0
	1985	41.0	43.0	45.0	54.0	82.0	75.0	45.0	54.0	134.0	140.0	92.0	42.0
	1986	47.0	40.0	50.0	44.0	72.0	80.0	52.0	110.0	110.0	135.5	119.0	54.5
	1987	56.0	45.0	48.0	68.0	105.0	71.5	69.5	106.0	139.0	140.5	121.0	59.5
DEBITS DISPONIBLES EN ANNEE DECENNALE SECHE		164	143	183	197	159	88	594	1760	3463	2884	1248	486

On notera donc qu'à terme, le mois critique est celui de Juin où seulement 88 m³/s sont disponibles en année sèche. Par contre, dès le mois de Juillet, la ressource est de l'ordre, ou supérieure, à 600 m³/s.

La comparaison de l'état actuel des consommations avec la ressource potentielle fait l'objet du tableau ci-après.

On remarque que la tendance, sur les 4 dernières années, est à une augmentation sensible des consommations, sur le canal du Sahel, comme sur celui du Macina (pour lequel il faut tenir compte du biais résultant du blocage en position ouverte de certaines vannes de tête).

Au mois de juin et pour une année décennale sèche, les débits réellement consommés (maximum observé 80 m³/s en 1986), sont assez proches du débit disponible (88 m³/s).

1.4. L'ETAT ACTUEL DES ADDUCTEURS PRINCIPAUX

Les reconnaissances de terrain effectuées en octobre et novembre 1987 sur l'ensemble des réseaux hydrauliques ont permis d'examiner en détail l'état actuel des infrastructures précédentes et leur mode de fonctionnement. Le recueil des données existantes, (topographie, étude des travaux urgents, études de régulation, déjà réalisées sur les canaux du Sahel) a permis, dans le cadre de la présente étude, de traduire sous forme quantitative (calculs hydrauliques), les observations de terrain. Cette analyse fait l'objet des parties 1.4. et 1.5. du présent rapport.

D'une manière générale, les différents biefs et le Fala présentent des profils en travers très dégradés par rapport au projet initial :

- * Colmatage partiel des sections
- * Revanches trop faibles pour les cavaliers, entraînant souvent l'ouverture de brèches
- * Infiltration à travers les digues lorsque le canal est surélevé par rapport au terrain naturel
- * Dégradations dues aux ravinements, aux populations et aux troupeaux.

En ce qui concerne la végétation, on rencontre actuellement dans les canaux :

- * des nénuphars, dans les zones à vitesse faible, pour l'élimination desquels une intervention annuelle est nécessaire
- * De la tifa, aux tiges très résistantes : les focardeuses utilisées actuellement sont insuffisantes

Cette végétation entraîne un accroissement du frottement hydraulique, et par conséquent une réduction de la capacité de transit des adducteurs.

1.4.1. Tronc commun

Il est constitué par le canal du Macina et le Fala de BOKY WERE.

L'ouvrage de tête, au point A, comprend 5 pertuis équipés de vannes plates :

Largeur des pertuis : 4,5 m
Niveau des radiers : 295,50 NGON

En ce qui concerne la topographie, soixante profils en travers existent sur le Fala. Un profil en long hydraulique est également disponible, l'ensemble ayant été levé au moment du projet (1944).

On dispose également de profils en long réalisés en 1987 dans le cadre de l'étude des digues gauche

- du canal du Macina du PK 7 au PK 14
- du Fala des PK 0 à 20

et de la digue droite du Fala des PK 0 à 6,9.

Ces profils en long ont été comparés avec ceux de 1944 et de 1987 dans la partie commune et les résultats sont rassemblés dans les tableaux suivants. On note une dégradation générale des digues, confirmée par les reconnaissances de terrain, avec des modifications très importantes sur la digue droite du canal du Macina.

Il convient de signaler ici la fiabilité limitée de l'ensemble de ces documents topographiques dont l'homogénéité est douteuse (problèmes de nivellement, de rattachement, fonds topographiques sans homogénéité, sans dates, implantation des profils en travers incertaine...).

Des travaux topographiques relativement importants seront donc indispensables pour la suite des études (calage d'un modèle, cote des digues et des ouvrages...)

Sur la base des documents disponibles, la situation des endiguements du Fala est la suivante :

FALA - DIGUE DROITE

PK DIGUE	PK BIEF	NIVEAU DE 1944	NIVEAU DE 1987		ABAISSEMENT (cm)
0	34,5	298,79	287,17	298,87	-8
1	35,6	298,73	280,03	298,73	0
2	36,8	298,60	279,50	298,28	32
3	37,9	299,57	280,01	298,71	86
4	38,9	299,40	280,14	298,84	56
5	39,7	299,03	280,15	298,85	18
6	40,3	299,03	280,10	298,80	23

L'affaissement entre 1944 et 1987 est de l'ordre de 0 à 90 cm suivant les endroits, avec une moyenne de 30 cm.

FALA - DIGUE GAUCHE

PK DIGUE	PK BIEF	NIVEAU DE 1944	NIVEAU DE 1987	ABAISSEMENT (cm)
0	36	298,51	298,52	-1
1	37	298,44	298,40	4
2	37,7	298,69	298,23	46
3	38,3	298,69	298,20	49
4	39,5	298,64	298,44	16
5	40,8	298,59	298,14	45
6	41,4	298,59	298,21	38
7	42,2	298,50	298,45	5
8	43,3	298,46	298,22	24
9	44,2	298,40	298,38	2
10	45,8	298,54	298,00	54
11	46,7	298,40	298,20	20
12	47,6	298,30	298,11	19
13	48,9	298,25	298,22	3
14	50	298,34	298,12	22
15	51,2	298,74	298,33	41
16	52,2	298,38	297,82	56
17	53	298,38	298,24	14
18	54,3	298,36	298,21	15
19	55,1	298,28	297,95	33
20	56,2	298,24	298,07	17

CANAL DU MACINA

DIGUE DROITE

PK		LEVER DE 1987	ABAISSEMENT
7	303,65	302,78	0,87
8	303,60	300,36	3,24
9	303,55	302,01	1,54
10	303,50	301,02	2,48
11	303,45	300,18	3,27
12	303,40	300,23	3,17
13	303,35	297,23	6,2
14	303,30	300,73	2,57

L'affaissement moyen de la digue gauche du Fala est de 25 cm (maximum 60 cm), celui de la digue droite du Macina est de 3 m (maximum 6 m).

En ce qui concerne l'état proprement dit de ces digues, les reconnaissances effectuées dans le cadre de la présente étude confirment les constats déjà réalisés les années antérieures dans le cadre des travaux urgents :

- pour la digue gauche, entre MIO et KOLONGO , la revanche est souvent faible (40 cm en moyenne). On a noté la présence de brèches fraîchement colmatées, et des risques de déversement par les crêtes en certains endroits,
- la digue piste entre Mio et Kolongo présente aussi une revanche trop faible.

1.4.2. Distributeur de Kokry

La topographie disponible est plus complète : On dispose de profils en long tous les 100 m environ, datant de 1987.

On a comparé le profil en long actuel avec celui du projet de curage de 1971 (seule donnée ancienne en notre possession correspondant à la solution d'aménagement effectivement adoptée).

Premier bief (amont du régulateur R1) :

- . Le radier actuel est au niveau de celui du projet
- . Les cavaliers sont trop bas d'environ 1 m par rapport au projet.

Biefs à l'aval du régulateur R1 :

- . Le radier est nettement plus bas que le radier projeté. Les niveaux d'eau seront sans doute à surélever au moyen de régulateurs.
- . Les cavaliers sont toujours trop bas d'environ 1 m.

1.4.3. Distributeur de Boky Were

Comme pour le distributeur de KOKRY, on dispose de profils en long tous les 100 m environ, datant de 1987.

La comparaison du profil en long actuel avec celui du projet de 1944 amène les remarques suivantes :

- . Les cavaliers sont systématiquement trop bas d'environ 50 cm (parfois 1 m) sauf à l'aval de R2 où c'est l'inverse.
- . Le radier actuel est au dessus de celui du projet du PM 1 300 au PM 4 500 et à l'aval de R2.

0953F/PF/FS

1.5. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ACTUEL

La dégradation générale des adducteurs principaux a pour effet de limiter leur capacité de transit ou de ne plus assurer les niveaux nécessaires en tête des partiteurs, même en fonctionnant à la limite du débordement en certains endroits.

Compte tenu des renseignements fournis pour l'Exploitant, les principales caractéristiques du fonctionnement actuel sont les suivantes :

1.5.1. Répartition des débits

Les débits sont calculés en tête du canal du Macina en fonction du degré d'ouverture des vannes et de la dénivelée amont aval des plans d'eau à l'aide d'un abaque théorique qui a été vérifié par l'ORSTOM au moyen d'une trentaine de jaugeages.

Les débits maximum observés au cours des campagnes d'irrigation 1986 et 1987 ont été de 51,5 m³/s.

La répartition des débits tout au long du tronç commun (canal du Macina + Fala) a été déterminée à partir des surfaces desservies (module 2,5 l/s ha) et des mesures disponibles :

- Débit en tête 51,5 m³/s

- Débit dérivé pour :	ORS Sibila	6 m ³ /s,
	ORS Sosse	11 m ³ /s,
	Distributeur de Boky Were	8,7 m ³ /s
	Distributeur de Kokry	15 m ³ /s
	Totalité des prises du casier de Niaro	5 m ³ /s
- Pertes * dans le canal du Macina		0,6 m ³ /s
- Pertes * dans le Fala		5,2 m ³ /s

* Ces pertes proviennent de l'évaporation, des suintements à travers les digues, des infiltrations profondes, des détournements non recensés et des usages domestiques.

La part due à l'évaporation a été estimée comme suit :

- surface d'eau libre	: 61,5 x 0,25	soit environ 16 km ²
- évaporation journalière	: 6 mm (moyenne)	
- débit moyen journalier	: 1,0 m ³ /s	
- débit d'infiltration et des prises non recensées	: 4,8 m ³ /s	

Une autre approche de la somme des pertes, des besoins domestiques et des besoins d'étiage (jardinages...) est donnée par le débit fourni aux mois les plus secs qui est d'environ 10 m³/s au point A, alors qu'à ce moment-là, les pertes par évaporation, peuvent être estimées à 2 m³/s.

Les pertes sur le Fala de Molodo avaient été estimées à 15 à 20 % du débit, soit environ 7,5 à 10 m³/s dans notre cas, ce qui semble surestimé .

1.5.2. Données hydrauliques

Des données en niveaux et en débits sont disponibles.

1.5.2.1. Niveaux

Des observations des échelles quotidiennes ont été utilisées, pour ces dernières années (depuis 1983) :

- * au Point A - amont/aval ouvrage de prise
- * à KOLONGO
- * en aval immédiat des vannes de prises de 2 distributeurs.

Les ouvertures des vannes au point A et aux prises des 2 distributeurs sont disponibles : on peut donc calculer les débits en ces points.

Les valeurs extrêmes observées ces dernières années sont les suivantes :

	POINT A		Débit (m ³ /s)	Niveau Bouchon	Boky Were	Kokry
	Niveau amont	Niveau aval				
Maxi	300,60	299,94	51,5	297,45	296,78	297,32
Mini	299,45	298,10	9,0	296,00	295,00	295,00

On a également réalisé une campagne d'observations journalières en Décembre 1987 pendant laquelle on a observé quotidiennement des échelles supplémentaires implantées dans le cadre de cette étude aux PK 11, 10 (n° 2 Toumou), 23, 62 (n°3, Sakandika Wuere), 34, 00 (n° 4 Tyemo), 40, 00 (n° 5 prise Sibila), 44, 00 n° 6 prise Sosse), 54, 50 (n° 7 déversoir de Kolongo). Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-après.

CANAL DU MACINA - FALA DE BOKI WERE
Observations aux échelles - Campagne de Décembre 1987 -

Date	Ouvrage du Pt A MACINA		Nouvelles échelles				Echelle opération Riz Ségou		Nouv. Echelle Devers Kolongo		Cote P.E. Fala (m)	Distributeur Kokry		Distribut. Boky-Were
	Niveau Amont	Niveau Aval	Débits (m3/s)	Toumou	Sikandioka Wère	Tyemo	Sossé	Sibala	Cote	dent		Aval	Ouvert dents	
01	300.19	299.26									8	9	10	
02	300.19	299.24	32.0				5	6	7		297.44	296.74	296.54	10
03	300.21	299.26	32.0								297.45	296.48	296.48	5
04	300.26	299.26	32.0	298.943	298.535	298.401	298.022	297.989	297.475	35	297.42	296.20	296.10	3
05	300.26	299.32	32.5	298.953	298.535	298.391	297.989	298.19	297.515	45	297.46	296.14	296.16	3
06	300.26	299.32	35.5	299.003	298.545	298.401	297.989	298.19	297.355	70	297.30	296.56	296.24	5
07	300.19	299.32	35.5	299.013	298.555	298.391	297.909	297.83	297.115	160	297.10	296.40	296.24	10
08	300.20	299.32	35.5	299.013	298.555	298.371	297.959	298.789	297.335	120	297.24	296.76	296.46	10
09	300.17	299.38	35.5	299.023	298.565	298.381	297.911	298.879	297.295	86	297.10	296.72	296.44	10
10	300.17	299.32	35.5	299.013	298.555	298.391	297.909	298.639	297.165	86	S/éch.	296.66	296.26	5
11	300.18	299.40	34.5	299.010	298.565	298.40	297.929	298.869	297.395	20	297.26	296.74	296.24	5
12	300.19	299.40	34.5	299.013	298.555	298.391	297.999	298.909	297.425	20	297.32	296.80	296.28	5
13	300.13	299.40	36.0	299.013	298.565	298.381	297.984	298.915	297.405	35	297.28	296.78	296.28	5
14	300.15	299.40	36.0								297.26	296.78	296.30	5
15	300.17	299.40	36.0	299.043	298.575	298.376			297.335		297.22	296.78	s/éch.	0
16	300.16	299.38	37.0	299.043	298.575	298.371			297.39		297.28	296.20	s/éch.	0
17	300.14	299.38	36.0	299.048	298.565	298.13			297.43		297.30	296.22	s/éch.	0
18	300.15	299.38	36.5	299.038	298.568	298.361			297.42		297.34	296.24	s/éch.	0
19	300.14	299.38	36.5	299.033	298.555	298.351			297.345		297.36	296.54	s/éch.	0
20	300.13	299.38	36.5	299.028	298.555	298.341			297.455		297.30	296.56	s/éch.	0
21	300.15	299.06	29.0	298.813	298.460	298.291			297.47		297.28	296.58	s/éch.	0
22	300.20	299.04	31.0	298.763	298.410	298.246			297.385		297.28	296.58	s/éch.	0
				298.753	298.375	298.211			297.325					

En ce qui concerne les niveaux, on a remarqué, lors des reconnaissances sur le terrain, que l'eau, à Kolongo, était à 3 cm en dessous du sommet de la pile, soit $(297,80 - 0,03) = 297,77$.

Or la lecture effectuée à l'échelle du bouchon donne une valeur de 297,40 : il semble donc y avoir des incertitudes sur les repères de référence, et une vérification sera nécessaire.

Une première campagne de relevés a été faite le 31/10/87 : date de la première campagne de jaugeage

- Pt A Aval	299,80
- Kolongo déversoir	297,77
- Kolongo	297,40
- Boky Were amont	296,88
.départ BW6	296,16 (ou 295,16)
- Kokry amont	297,34
. Ouahigouhia : R1	296,22/296,20
. PK 22, 200 : R2	295,35/295,30
. R3 fermé	295,10
. R4 sans échelle	

1.5.2.2. Débits

Pour ces mêmes années, des débits journaliers à Point A et à Kolongo calculés à l'aide des abaques sont disponibles.

Deux séries de jaugeages réalisés dans le cadre de cette étude, ont également été utilisés :

* Jaugeages du 31/10/1987

Niveau Kolongo	297,40
Kokry amont	297,36
Ouverture 125 dents x 2 =	6,25 m
Débit mesuré	15,02 m ³ /s

Régulateur R1 kokry	
niveaux amont	296,21
aval	296,18
débit mesuré	8,55 m ³ /s

Niveau Boky Were amont	296,90
Ouverture 40 dents	1 m
Débit mesuré	8,70 m ³ /s

* Jaugeages du 21/11/87

Niveau bouchon	297,38
Kokry amont	297,34
Ouverture 125 dents x 2 =	6,25 m
Débit mesuré	12,84 m ³ /s

Niveau Boky Were amont	296,78
Ouverture 28 dents ou 0,70 m	
Débit mesuré	5,98 m ³ /s

On remarque que pour une différence de niveau amont/aval du régulateur de tête du distributeur de Kokry de 2 cm, on obtient, pour une même ouverture de vanne, une différence de débit de 15 %, ce qui semble être l'ordre de grandeur de la précision des mesures au moulinet, comme de celle des lectures d'échelles (surtout l'échelle aval, placée en zone instable).

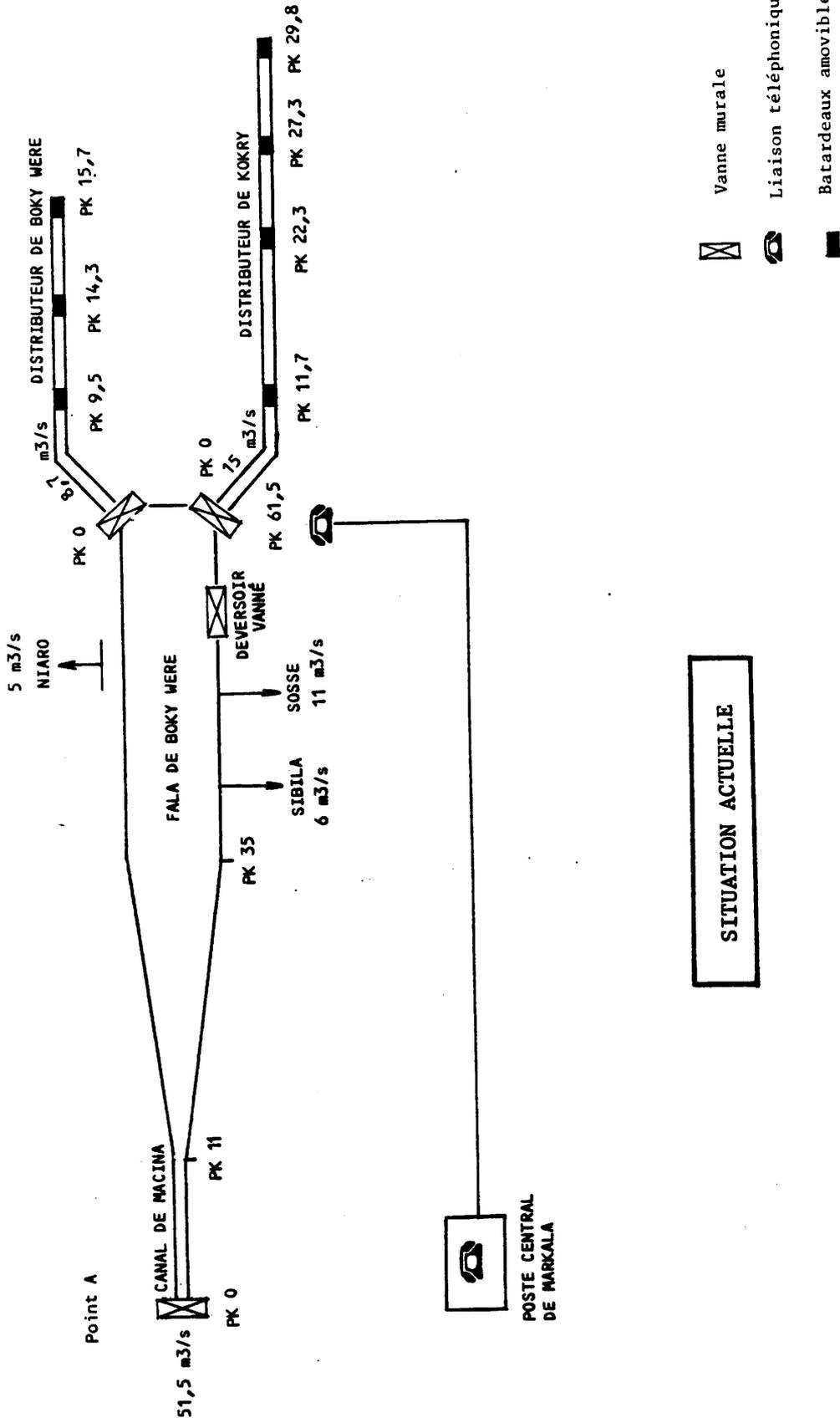
1.5.3. Mode de gestion actuel du système

L'objectif des gestionnaires de l'Office (Service Gestion de l'Eau) est de maintenir un niveau de consigne à Kolongo (en tête des ouvrages de prise des distributeurs de Kokry et de Boky Were) (voir schéma page suivante).

Ce niveau, habituellement au maximum de 297,30 a été porté cette année à 297,40, voire 297,50 pour essayer de pallier aux pertes de charge dans les distributeurs, ce qui a engendré plusieurs fois la création de brèches dans les digues du Fala.

OFFICE DU NIGER - SYSTEME HYDRAULIQUE DU MACINA - CHOIX DU MODE DE REGULATION

SCHEMA SYNOPTIQUE



SITUATION ACTUELLE

-  Vanne murale
-  Liaison téléphonique
-  Batardeaux amovibles

Les adaptations sont faites en débit à l'aide des vannes du Point A. Lorsque des corrections urgentes à la baisse sont nécessaires, les vannes du déversoir de Kolongo sont ouvertes (il n'existe pas, semble-t-il, d'abaque de débit pour cet ouvrage).

Actuellement (1987) 2 vannes sont bloquées au Point A, ce qui explique les sur-débites relatifs de cette année ainsi que les déversements à Kolongo.

Au déversoir de Kolongo, une seule vanne est ouverte en général, rarement 2.

En ce qui concerne les distributeurs :

- . sur celui de Boky Were les batardeaux ne sont plus utilisés sur les régulateurs,
- . sur celui de Kokry, les régulateurs sont utilisés pour créer un "tour d'eau" entre les biefs amont et aval.

Ce type de gestion simple est possible dans la mesure où l'on bénéficie d'une géométrie particulièrement favorable concernant le Fala : $S = 0,25 \times 0,5 = 16$ km², soit une réserve de $1,6 \cdot 10^6$ m³ pour une tranche de régulation de 10 cm (ce qui correspond environ à un débit de 18 m³/s en 1 jour.

1.5.4. Calculs Hydrauliques

Pour le tronç commun et chacun des 2 distributeurs, on a déterminé les lignes d'eau en régime permanent correspondant aux cas extrêmes de fonctionnement actuel, de manière à avoir une idée quantitative des defficiences du système. Ces calculs ont été effectués en utilisant l'ensemble des profils topographiques disponibles et avec un pas de calcul inférieur ou égal à 200 m suivant les biefs.

1.5.4.1. Tronc Commun

La totalité des singularités prises en compte fait l'objet du tableau page suivante. On a effectué un premier calcul à débit maximum (51,5 m³/s en tête) dans lequel sont incluses les pertes, et les débits dérivés aux prises de l'opération Riz et du casier de Niaro suivant la répartition déterminée précédemment.

Hypothèses prises en compte :

- nombre de sections de calcul : 259
- vannes du point A ouvertes de 65 cm chacune
- Strickler du canal Macina : 22
- Strickler du Fala : 20
- Niveau à Kolongo : 297,40 NGON

Les résultats obtenus sont conformes à l'observation en ce qui concerne les niveaux au point A à l'amont et à l'aval des vannes, à 5 cm près.

Le second calcul a été réalisé pour tenter de reproduire les observations de la campagne de Décembre 1987 :

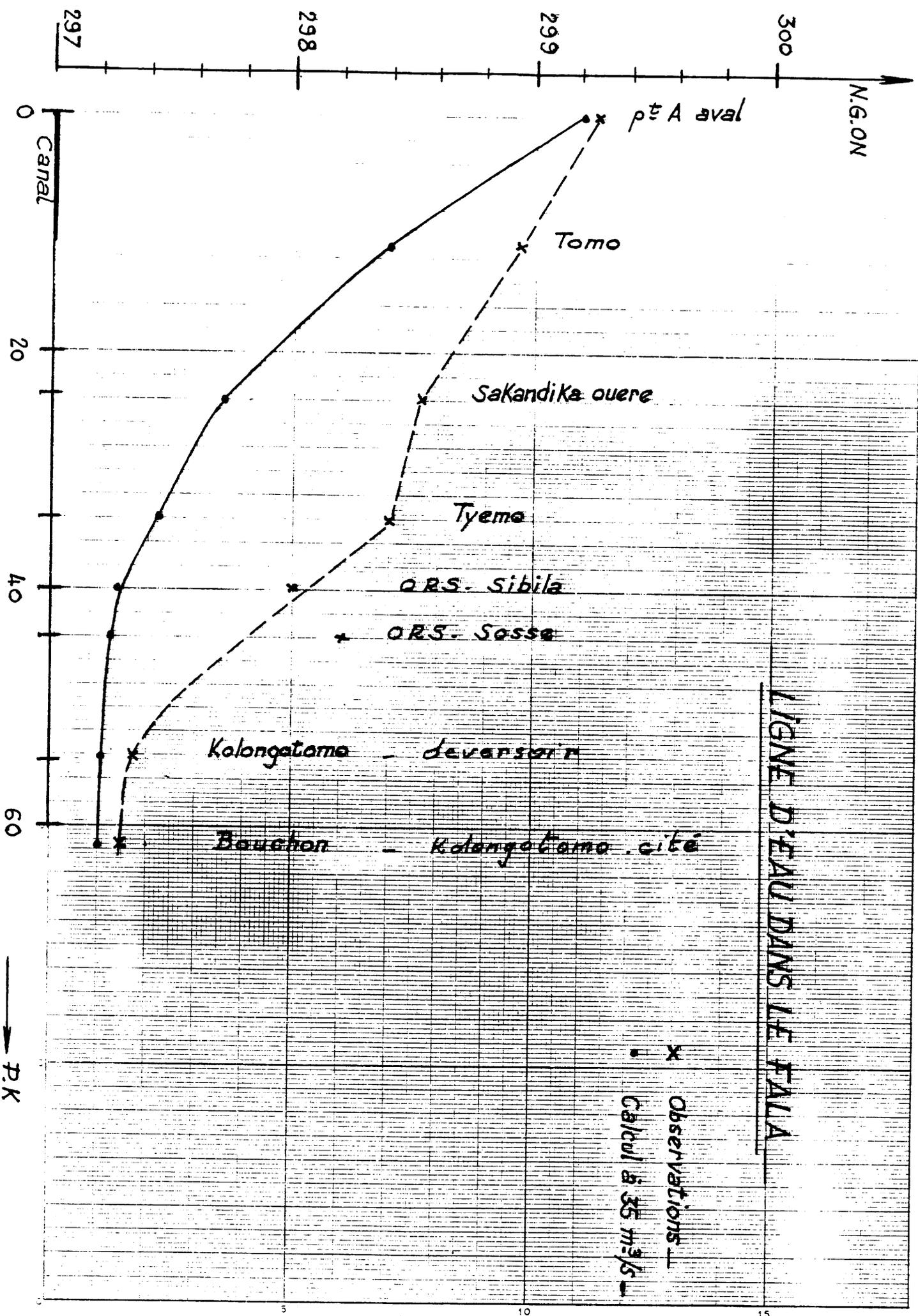
Hypothèses :

- débit en tête : 35,5 m³/s
- Ouvertures des vannes : 40 cm chacune
- Stricklers inchangés
- Niveau à Kolongo : 297,20

La comparaison des résultats calculés et observés fait l'objet du graphe ci-après. On peut constater que la ligne d'eau observée n'a pas une forme compatible avec la géométrie du système en ce qui concerne les échelles intermédiaires (y compris celles de l'ORS).

Seuls les niveaux observés au Point A et à Kolongo coïncident avec le calcul. Il sera donc nécessaire de reniveler ces échelles et de renouveler l'expérience dans le cadre de l'étude de factibilité.

Une rehausse des digues sera nécessaire pour obtenir une revanche suffisante ainsi qu'une réserve tampon pour la régulation.



TRONC COMMUN

PK	OBSERVATION	DEBITS DERIVES
0	Point A - Vannes plates - largeur 4,5 m Radier à 295,50 NGM - 5 passes	
11 100	Echelle de Toumou (2)	
23 620	Echelle de Sikandioka Were (3)	
34 000	Echelle de Tyemo (4)	
40 000	ORS Prise de Sibila - Echelle (5)	6 m3/s
42 500	MIO début de la digue piste	
43 300	MN1	
44 250	ORS Prise de Sosse - Echelle (6)	11 m3/s
45 600	Ancienne prise, inutilisée	
44 600	MN2	
47 500	MN3	
49 500	MN4	
53 000	MN5	1 m3/s
54 600	Déversoir Kolongo - Echelle (7)	0,1 m3/s
55 000	MN6	
56 500	NO1	1 m3/s
55 800	NO2	1 m3/s
59 500	NO3	1 m3/s
60 600	NO4	1 m3/s
61 500	Bouchon - Echelle (8)	

1.5.4.2. Distributeur de Kokry

On a reproduit le phénomène observé pendant les jaugeages de fin octobre 1987. Ce calage a conduit à réaliser un modèle dont les caractéristiques sont les suivantes :

- nombre de sections de calcul : 189
- Strickler entre Kolongo et le régulateur R 1 : 24
- Strickler entre R 1 et l'aval : 20

Régulateur :

Amont	Radier	Etat d'ouverture
R 1	294,50	297,20
R 2	293,20	294,80
R 3	292,20	294,20
R 4	291,10	296,50 (ouverture totale)

La répartition des débits ou prises est fournie dans le tableau ci-après :

Niveau aval : 295,25

Les résultats du calage sont les suivants :

PK	OUVRAGE	NIVEAUX		DEBITS	
		OBSERVES	CALCULES	OBSERVES	CALCULES
0	Amont	297,34 à 297,40	297,34	15/12,8	12,8
11 750	R 1	296,21 / 296,18	296,23/296,19	8,55	8,61
22 300	R 2	295,35 / 295,30	295,32/295,28		2,9
27 300	R 3	295,10 fermé	295,25	0	0

On remarquera que les niveaux calculés sont extrêmement proches de ceux observés, et que donc le calage du modèle est satisfaisant dans la partie amont.

A l'aval, on note que la ligne d'eau est parfois légèrement trop basse et qu'une rehausse sera nécessaire. Elle sera obtenue par les régulateurs.

On note 50 sections avec présence de légers débordements, ce qui n'est pas le cas dans la réalité bien que le niveau de l'eau soit effectivement très proche de la berge.

On insistera donc là encore sur le problème de l'incertitude régnant sur les levés topographiques et la nécessité d'une vérification sur le terrain.

Pour transiter les débits actuellement nécessaires, augmentés des extentions aval, il sera nécessaire de recalibrer le distributeur mais surtout de rehausser les digues.

DISTRIBUTEUR DE KOKRY

Singularité	PK	OBSERVATIONS	SURFACES	DEBIT THEORIQUE		DEBIT ACTUEL
				PRISES	CUMULE	
K 0 1	700				18,98	12,8
K 1	2 370		680	1,70	17,28	1,3
K 1 bis	5 500		370	0,93	16,35	0,7
K 1 ter	7 170		170	0,43	15,92	0,3
K 1 quart	7 500		120	0,30	15,62	0,2
Kayo	8 325	+ Pont de Kayo				
K 2	10 390		950	2,38	13,24	1,7
K 2 bis	11 700		220	0,55	12,69	0,0
R 1	11 750	Ouaygouya				
K 2 ter	14 240		60	0,15	12,54	0,1
K 3	17 800		900	2,25	10,29	1,8
K3b + K4	19 680		920	2,30	7,99	1,8
K 5	21 960		1 020	2,55	5,44	2,0
R 2	22 300	Pont de Kokry largeur 6 m				
K 6	24 510		630	1,58	3,86	1,3
K 7	25 910		250	0,63	3,23	0,7
K 8	27 300		340	0,85	2,38	0,9
R 3	27 300	largeur 2,6 m				
K 9 1 G	28 760					
K 9 2 G	29 240					
K 9	29 700		560	1,40	0,98	0
R 4	29 750	Pont largeur 1 m	fin du distributeur			
K 10 1 g	30 200					
K 1 b	30 630	Fin distributeur	180	0,45	0,53	0
K 10 2 D	30 950					
K 11 3 D	31 400					
Sounoumi distribut.	32 830		210	0,53	0	0
M 1	34 540					
M 2	36 300					

1.5.4.3. Distributeur de Boky Were

La simulation de l'état actuel a conduit au calage suivant des paramètres :

- Nombre de sections de calcul : 172
- Strickler : 25
- Débit en tête : 8,7 m³/s
(débit correspondant au jaugeage
réalisé fin octobre 1987)

- Etat des vannes :

amont ouverture 1,20 m
R 1 ouverture totale
R 2 ouverture totale
niveau aval : 295,75

La répartition des débits et les niveaux observés et calculés sont rassemblés dans le tableau ci-après.

Le fonctionnement actuel du distributeur amène donc les remarques suivantes :

- . ligne d'eau trop basse à l'aval du PM 5 540
- . capacité de transit trop faible par rapport au projet (il manque 2,2 m³/s).

Une dizaine de sections présentent de légers débordement dans la simulation, ce qui n'est pas le cas dans la réalité. Là encore une vérification topographique s'avère nécessaire.

Le recalibrage des sections sera utile sur certains tronçons seulement (PM 1 300 à 4 500) mais une rehausse des digues sera nécessaire.

DISTRIBUTEUR DE BOKY WERE - Points caractéristiques du Profil en long

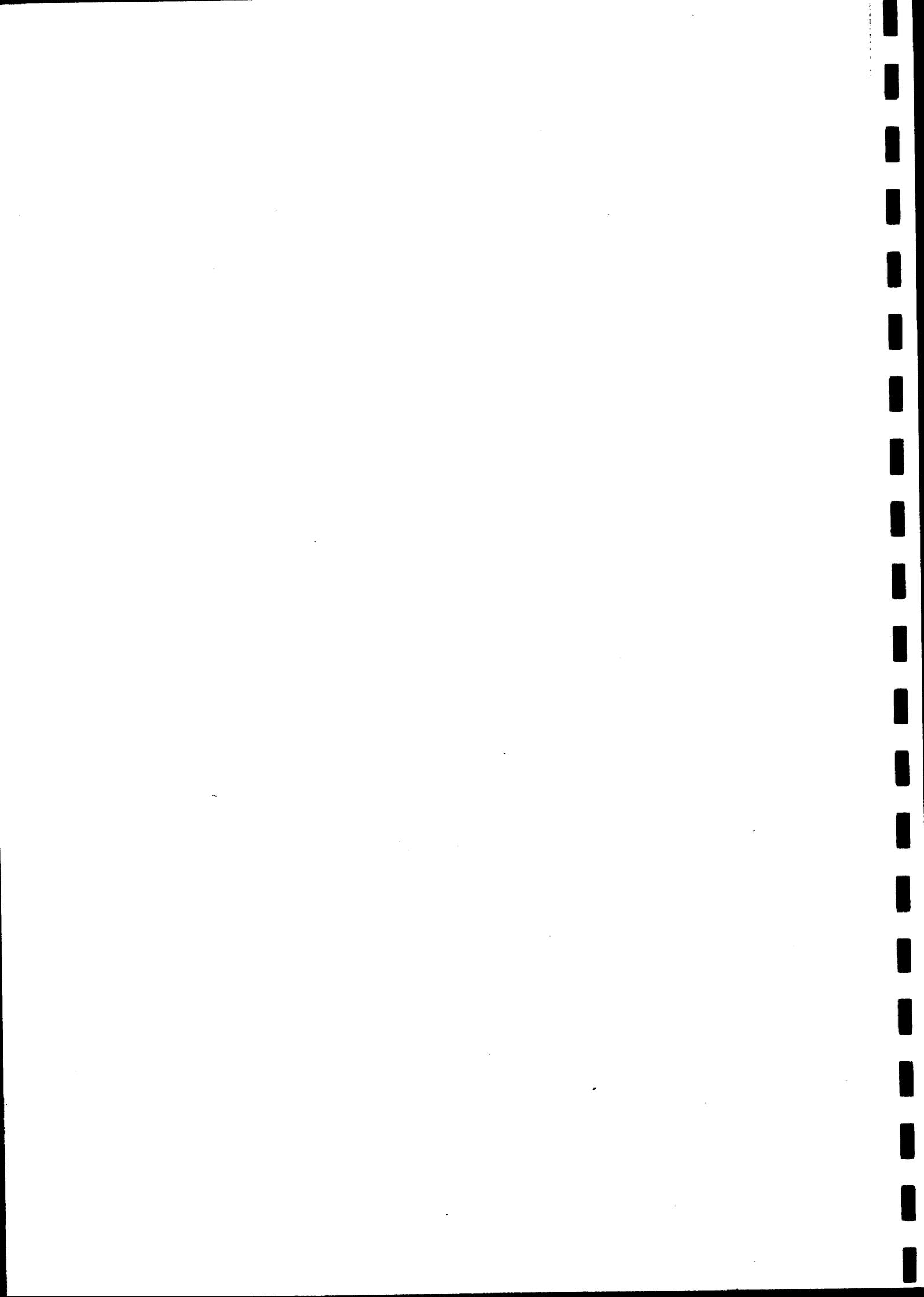
Singularité	PK	Surface Irriguée	Débit Dérivé (m3/s)	Débit Cumulé	Projet	Ecart m3/s	Cotes observées	Cotes Projet	Cotes calculées GERSAR
	0							296,90	297,44 296,98
BWO-1 BWO-2 BWO-3	250 750 1400	120 ha	0,3	8,68	10,9	-2,22			296,93
BW 1	2076	70 ha	0,18	8,38	10,8	-2,42	297,03/296,91	296,80	296,88
BW 1	4531	190 ha	0,47	8,20	10,6	-2,40	296,76/296,64	296,67	296,68
BW 1	5540	300 ha	0,75	7,73	10,0	-2,27	296,68/296,56	296,62	296,62
BW 2	8000	350 ha	0,88	6,98	9,2	-2,22	296,67/296,55	296,50	296,41
BW 2-	9302	260 ha	0,65	6,10	8,4	-2,3	296,56/296,44	296,43	296,34
R 1	9527	70 ha	0,18	8,38	10,8	-2,42	fonctionne par TOR parfois	296,42 296,34	296,32 296,29
BW 3	11532	820 ha	2,05	5,45	7,8	-2,35	296,52/296,40	296,24	296,20
BW 4	14330	260 ha	0,65	3,40	5,6	-2,20	295,96/295,84	296,00	296,03
R 2	14300	260 ha	0,65	6,10	8,4	-2,3	toujours ouvert	296,00 295,87	296,03 295,95
BW 5	15650	860 ha	2,00	2,75	5,6	-2,85	295,94/295,82	295,75	295,75
BW 6	15870	300 ha	0,75	0,75	5,6	-4,85	295,92/295,80	295,75	295,75

Il existe une dizaine de tuyaux Ø 200 mm (prises pirates) soit environ 10 % du débit total

1.6. CONCLUSIONS - DIAGNOSTICS

Compte tenu de l'analyse précédente, il apparait que le système hydraulique principal du Macina, compte tenu de son vieillissement, a une capacité de transit diminuée, par rapport à celle projetée initialement et une réhabilitation d'ensemble est nécessaire pour pouvoir satisfaire les nouvelles demandes en eau sur les partiteurs. Les solutions à examiner devront toutefois tenir compte des contraintes spécifiques à la zone du projet.

On proposera à la fois un réaménagement des canaux et la mise en place d'un système de régulation qui permette d'alléger au maximum les tâches d'exploitation, de diminuer les risques de manoeuvres intempestives qui mettent en péril les ouvrages et d'économiser l'eau, tout en restant simple pour être facilement relayé en mode "manuel" en cas d'avarie sur le système.



2. LES AMENAGEMENTS HYDROAGRICOLES

2.1. GENERALITES

La zone du Macina correspond à la première zone aménagée par l'Office du Niger, les premiers travaux remontant à 1933.

Si quelques 15.000 ha avaient été initialement aménagés, la situation s'est beaucoup dégradée et environ 8.000 ha seulement ont pu être cultivés en 1986 dans des conditions hydrauliques difficiles et avec des rendements rizicoles ne dépassant pas 1,5 t/ha en moyenne.

Les causes principales de cette situation sont connues : elles sont essentiellement liées à l'état des grandes infrastructures hydrauliques qui desservent la zone et qui ne permettent plus, du fait de l'absence d'entretien pendant des années, d'assurer la maîtrise de l'eau d'irrigation (cotes de plan d'eau et débit), comme l'évacuation des eaux d'assainissement et de drainage.

Depuis 1982, des tentatives d'amélioration de la situation ont été faites dans le cadre d'un projet dit "Projet ARPON" financé par l'aide bilatérale hollandaise. Ce projet, qui s'est attaché au réaménagement parcellaire, a porté sur environ 4.000 ha.

Il n'a toutefois réalisé aucun travaux sur les infrastructures primaires, ce qui fait que le bilan global de ce projet ne peut être considéré comme satisfaisant.

Globalement, le Macina possède des potentialités qui semblent plus importantes que les autres zones de l'Office :

- les conditions pédologiques semblent très favorables à la riziculture,
- la proximité du NIGER devrait permettre un drainage aisé de l'ensemble de la zone après réaménagement, ce qui n'est pas le cas pour la zone de Niono,
- si la zone est actuellement enclavée au niveau routier, la création prochaine d'un axe bitumé entre le Point A et Ke-Macina, devrait permettre son développement rapide.

2.2. LE PROJET D'ORIGINE

2.2.1. Etendue du projet

Les casiers actuels de NIARO et de BOKY WERE font partie d'un projet initial bien plus étendu qui englobait les casiers de FY et de MACINA situés entre les villages de KE MACINA et DIAFARABE.

L'endiguement actuel du FALA de BOKY WERE devait être prolongé par un deuxième bief en aval de KOLONGOTOMO jusqu'à SANGA, ce deuxième bief étant relié par un canal de jonction au Marigot de SOUMOUNI, également aménagé en adducteur.

En ce qui concerne le Casier de NIARO, la moitié seulement du projet a été réalisée.

Le casier actuel est alimenté directement à partir du premier bief du FALA de BOKY WERE en amont de KOLONGO. La portion non aménagée du casier devait être irriguée par l'intermédiaire d'un distributeur, dit distributeur de NIARO.

Le projet de drainage principal comprenait plusieurs systèmes :

- le système de NIARO était composé du drain principal de NIARO et le drain principal de MIO-OUELA. Ces deux drains devaient déboucher dans le Marigot de DJIBALA qui rejoint le FALA de BOKY WERE à proximité de OUELA.
- Le système de drainage du casier de BOKY WERE était constitué par un drain principal comprenant 3 tronçons :
 - . un tronçon débouchant dans le marigot de BOLODIANI
 - . un tronçon constitué par ce marigot recalibré
 - . un tronçon longeant le FALA de BOKY WERE en rive droite

Ce dernier tronçon rejoignait après franchissement du canal de jonction le drain principal dit du Haut MACINA. Ce collecteur qui constituait le système de drainage du Casier de FY servait également d'émissaire au drain principal du casier de MACINA (drain dit du Bas MACINA).

2.2.2. Conception initiale de l'aménagement des casiers

Ilots d'irrigation

L'îlot d'irrigation, appelé parcelle dans le projet initial, couvre une superficie de 20 à 30 ha.

En bordure des drains et des pistes, l'îlot est limité par une diguette destinée à maintenir l'eau des rizières. D'autres diguettes internes cloisonnent l'îlot en plusieurs bassins ; elles sont tracées de telle sorte que l'écart maximum de cotes dans un bassin soit de l'ordre de 10 cm.

Les îlots présentent généralement une forme rectangulaire de 300 à 400 m de largeur et 600 à 1000 m de longueur.

Par rapport à la topographie générale, la plus petite dimension de l'îlot est orientée suivant la plus grande pente.

L'îlot est irrigué à partir d'un canal arroseur situé, dans le sens de la longueur, le long du côté le plus haut.

Le drainage est assuré par un drain d'arroseur situé à l'opposé du canal.

Partant de l'arroseur, l'eau est distribuée aux divers bassins par l'intermédiaire de rigoles.

Lotissement des îlots et canevas hydraulique

Les îlots sont groupés en unités hydrauliques. Ils sont disposés en rangées symétriques de part et d'autre d'un canal partiteur qui alimente les canaux arroseurs. A l'opposé du canal partiteur, un drain de partiteur collecte les eaux des drains d'arroseurs.

La forme et les dimensions de ces unités sont très variables et sont adaptées à la topographie.

Principe de distribution de l'eau

- Arroseur : Au niveau de la parcelle, la première opération consiste à submerger les rizières sous une lame d'eau de 6 à 10 cm. On doit ainsi appliquer une dose de 130 mm (8 cm en moyenne de lame d'eau et 5 cm de pertes). La submersion doit être réalisée en un temps court de sorte que le débit de remplissage soit nettement supérieur au débit d'infiltration. Ce temps, estimé à 48 h, conduit à un débit à la parcelle de 7,5 l/s/ha. Pour un canal arroseur type qui domine une parcelle de 24 ha, le débit est de 180 l/s. L'eau peut être répartie sur toutes les bouches d'eau à la fois pendant 48 h ou bien sur la moitié des bouches en 24 h.

- Partiteur : On admet que la submersion des parcelles peut être établie sur une période de 10 Jours. La durée d'application de la dose de remplissage étant de 2 jours on procède à une distribution de l'eau par tour d'eau (ou rôle) à raison de 5 rotations. Par ailleurs, on estime à 2 l/s/ha le débit nécessaire pour compléter le remplissage jusqu'à une lame d'eau de l'ordre de 25 cm. La moitié du débit compense l'E.T.P. et la percolation. Le remplissage dure environ 20 jours. En pratique on subdivise la surface irriguée par le partiteur en 5 zones d'égale superficie. L'évolution des débits à l'ha sur le partiteur pendant les 10 premiers jours de mise en eau est le suivant :

Zone						
Jour	1	2	3	4	5	Ensemble
1	7,5					1,5
2	7,5					1,5
3	2	7,5				1,9
4	2	7,5				1,9
5	2	2	7,5			2,3
6	2	2	7,5			2,3
7	2	2	2	7,5		2,7
8	2	2	2	7,5		2,9
9	2	2	2	2	7,5	3,1
10	2	2	2	2	7,5	3,1
11	2	2	2	2	2	2
22	2	2	2	2	2	2
23	1	2	2	2	2	2
30	1	1	1	1	1	2
1	1	1	1	1	1	1

Le débit de pointe entre le 8ème et le 10ème jour atteint 3 l/s/ha. Il passe à 2 l/s dès que tous les casiers ont été mis en eau et décroît pour se stabiliser à 1 l/s/ha pour maintenir une lame d'eau de 25 cm.

Caractéristique des canaux et des ouvrages d'irrigation

- Canaux : Les canaux présentent une section trapézoïdale mixte. La section en déblais est dimensionnée pour prélever la terre nécessaire à la construction des remblais.

Les caractéristiques principales des canaux sont les suivantes :

	ARROSEUR	PARTITEUR
Hauteur des cavaliers (1)	0,60 m	1,00 m
Niveau d'eau minimum (1)	+ 0,30 m	+ 0,40 m
Longueur en crête des cavaliers (int.)	0,50 m 3/2	1,00 m 3/2
Talus (ext.)	3/2	2/1
Emprise	6 m	20 m

Les canaux arroseurs sont construits au ditcher BRISCOE et à la main.

Les canaux partiteurs sont construits au trancher BUCKEYE ou à la niveleuse élévatrice. Ces canaux comportent une risberne d'environ 2 m.

- Ouvrages : Le réseau comporte 4 types d'ouvrages :

- . les bouches d'eau sur arroseur se composent d'une buse Ø 200 mm obturable par un vannette métallique coulissant dans un petit ouvrage de tête en béton.
- . les prises en têtes d'arroseur comportent :
 - .. un buse de diamètre 400 à 600 mm
 - .. un ouvrage de tête en béton équipé d'une vanne à glissement.
- . les régulateurs sur partiteur sont constitués par 2 structures en béton qui créent un retrécissement de section rectangulaire (1,40 m de large) dans l'axe du canal. Cette passe centrale comporte des rainures où l'on glisse des batardeaux pour former un déversoir réglable.

(1) Par rapport au niveau du sol des rizières

- les prises en tête de partiteur sont équipées d'une vanne à glissement manoeuvrées par un cric (crémaillère ou vis). L'ouvrage de tête en béton est associé à un passage busé qui permet le franchissement du partiteur par la piste qui longe le canal distributeur.

Gestion hydraulique des ouvrages

D'une manière générale on cherche à maintenir un niveau constant dans les partiteurs. Pour tenir compte de la variation des débits on agit à la fois sur l'ouverture de la vanne de prise en tête de partiteur et sur le réglage en hauteur des batardeaux (en jouant sur le nombre de poutrelles)

L'ouverture des prises d'arroseur est réglée approximativement de façon à répartir équitablement le débit entre chaque arroseur.

Le réseau de drainage

Le réseau, constitué de fossés, est destiné à évacuer les eaux superficielles provenant des pluies, des pertes d'eau d'irrigation et de la vidange des casiers.

Le débit de dimensionnement des fossés est déterminé, pour divers types d'assolement, à partir de formules empiriques. Dans le cas de casiers exclusivement rizicoles la formule appliquée est la suivante :

$$Q = \frac{4,05}{1 + 0,012 S^{2/3}}$$

Dans cette formule Q représente le débit (l/s) et S la superficie drainée (ha).

A titre d'exemple, les débits spécifiques relatifs à quelques valeurs particulières de S, sont indiquées ci-après :

S (ha)	q (l/s/ha)
10	3,8
100	3,2
1000	1,8
10 000	0,6

Cette méthode de calcul définie par d'anciennes notes techniques et méthodologiques de l'Office ne semble par avoir été systématiquement appliquées. A titre d'exemple, sur les profils en long du drain principal et du drain bretelle, qui datent de 1953, le débit de dimensionnement est de 1 l/s/ha quelle que soit la superficie.

Les fossés présentent une section trapézoïdale talutée à 3/2 (3 de base pour 2 de haut). La profondeur moyenne est de l'ordre de 0,80 m. La largeur b au plafond est variable en fonction du débit. Les largeurs varient entre 0,6 et 1 m pour les arroseurs et entre 1,30 à 2 m pour les partiteurs. La ligne d'eau à débit maximum est calée à 0,30 m au-dessous du terrain naturel.

2.3. LES PROJETS REALISES

2.3.1. Superficies aménagées

Les travaux d'aménagement se sont échelonnés de 1935 à 1960 et ont porté sur environ 13 650 ha. Ce chiffre correspond à des superficies irrigables nettes. La superficie brute qui inclut les emprises des réseaux s'élève à environ 16 100 ha (coefficient de 0,85). Cette superficie a été obtenue à partir des plans au 1/20.000 mis à jour d'après les photos aériennes de Novembre 1987 (1). Le détail de répartition des superficies figure sur le tableau ci-après.

Par rapport aux superficies initialement prévues dans les projets de base, les taux de réalisation effectifs par casier ont été estimés : il s'agit de superficies brutes.

CASIERS	Superficies prévues au projet (ha) So	Superficies (2) réalisées (ha)s Si	Taux de réalisation $t = \frac{Si}{So} \times 100$
NIARO	5 500	2 200	40 %
BOKY WERE	4 840	4 350	90 %
KOKRY	10 710	9 550	89 %
FY	19 600	0	0
MALINA	14 600	0	0
	55 250 ha	16 100 ha	29 %

- (1) Digitalisation sur table et traitement sur ordinateur
(2) Valeurs arrondies

REPARTITION DES SUPERFICIES AMENAGEES (en ha)

SECTEUR	NIARO		BOKY WERE		KOKRY	
	Partiteur	Superficie	Partiteur	Superficie	Partiteur	Superficie
KOLONGO	MN 2	129	BWO (Ai)	77	KO (Ai)	45
	3	175	1	138	KI	673
	4	122	1 bis	191	1 bis	366
	Ai	31	1 ter	395	1 - 3	210
	Ai	23	2	377		
	MN 5	107	2 bis	282	1 - 4	79
	6	165			KAYO	167
	NO1	327			2	1187
	Ai	80			2 bis	792
	Ai	20			2 - 3	351
	NO2	250			Ai	53
	NO3	439			Ai	52
	NO4	328				
	Totaux (A)	2196 ha	1460 ha		3975 ha	7631 ha
KOKRY			BW3	1004	K3	1266
			Ai	60		
			BW4	178	3 bis	182
			5	1310	4	843
			Ai	56	5	1010
			BW6	283	6	601
					7	259
					8	289
					Ai	25
					Ai	51
ZONE DU MACINA					Ai	115
					K 9	517
					10	220
					11	200
						Secteur de KOKRY
Totaux (B)		2891		5578	8470	
Totaux (A + B)	2196		4351		9553	16100

2.3.2. Equipements réalisés

2.3.2.1. Infrastructures

Irrigation

Les infrastructures primaires d'irrigation ont fait l'objet d'une analyse particulière (cf. ci-avant). On peut cependant rappeler les principaux équipements réalisés :

- . le canal du MACINA
- . l'endiguement du 1er bief du Fala de BOKY WERE jusqu'à la digue "bouchon" de KOLONGOTOMO
- . le distributeur de BOKY WERE
- . le distributeur de KOKRY

Drainage

Sur le casier de NIARQ, seul le drain principal de MIO OUELA a été réalisé jusqu'au marigot de DJIBALA. Ultérieurement, dans le but de favoriser le drainage, le drain principal a été raccordé au Fala de BOKY WERE par "le drain bretelle".

Sur le casier de BOKY WERE, le projet n'a été suivi que sur la partie amont entre l'origine (à proximité de Kolongo) et la jonction avec le Marigot de Bolodiani (à proximité du village de KONONGA).

En aval, le drain principal a été réalisé par le creusement d'un chenal dans l'axe du Marigot de BOLODIANI et du Marigot de BOKY WERE jusqu'au niveau du village de SAMPANA. L'axe du Marigot est ensuite abandonné pour suivre le tracé du drain prévu au projet vers le drain du Haut MACINA. Ce drain est seulement amorcé dans sa partie amont pour permettre l'évacuation des eaux vers des dépressions naturelles. En 1955, un drain bretelle a été creusé pour rejoindre le Niger. Il franchit la digue route entre KOKRY et KE MACINA dans un dalot équipé de vanne.

2.3.2.2. Aménagement des casiers

Les travaux d'aménagement des casiers ont été dans l'ensemble réalisés conformément aux projets de base. Les différences que l'on a pu constater, en comparant les dernières prises de vue aériennes (Nov.87) avec les plans des projets de base ne portent généralement que sur la position des canaux arroseurs et les drains d'arroseurs. De plus, les différences les plus importantes apparaissent sur la zone réhabilitée par le projet ARPON depuis 1982.

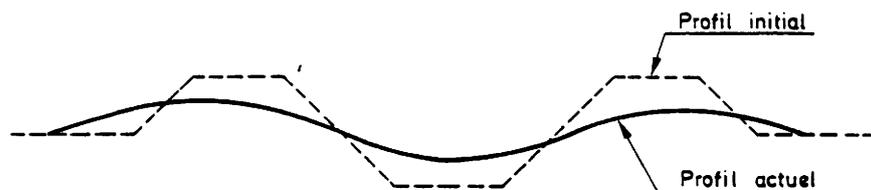
2.4. ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE

2.4.1. Etat de conservation des équipements non réhabilités

2.4.1.1. Réseau d'irrigation

Canaux arroseurs

La section de ces canaux est très différente de la section d'origine. Cela provient d'un "lissage" du profil représenté sur le croquis joint ci-après.



Cet aspect du profil a pu être constaté lors des enquêtes de terrain réalisées en Octobre et Novembre 87 sur les zones abandonnées et non mises en eau (extrémité du K3 à proximité du village de MEDINE par exemple). Sur les rizières irriguées, les cavaliers sont submergés et l'emprise du canal ne peut être identifiée que par l'absence ou la faible densité de végétation.

Cette situation est due essentiellement à un manque d'entretien.

Dans ces conditions, il n'a pas été possible de vérifier la présence ou l'état des bouches d'eau sur arroseur.

Ces ouvrages, s'ils existent encore, n'ont plus d'utilité et ne sont pas susceptibles d'être récupérés dans le cadre d'une réhabilitation (1).

Canaux Partiteurs

Dans l'ensemble, ces canaux sont moins dégradés que les arroseurs. L'action de l'érosion sur les cavaliers se manifeste par de nombreuses griffes d'érosion qui entaillent les talus et par une réduction de la hauteur moyenne des remblais. Malgré cela les partiteurs assurent le transit de l'eau, mais les contraintes hydrauliques de niveau et de débit ne peuvent pas toujours être satisfaites. Cet aspect sera explicité dans les paragraphes consacrés à la gestion de l'eau.

(1) De nouveaux ouvrages ont été conçus sur les réhabilitations du RETAIL et du Projet ARPON.

En ce qui concerne les ouvrages, le génie civil (maçonnerie et béton) est assez bien conservé. Les problèmes de conservation concernent surtout les poutrelles de batardeau des régulateurs (manque de poutrelles utilisables), les vannes des prises en tête d'arroseur (détériorées ou détruites) et les vannes des ouvrages de tête des partiteurs (étanchéité, détérioration des organes de manoeuvre).

2.4.1.2. Réseau de drainage

Drains d'arroseur

En se basant d'une part sur l'observation des drains dans les zones abandonnées et non submergées et d'autre part sur les informations recueillies auprès des agents de l'Office, le profil des drains est, comme pour les canaux, très atténué.

Cette constatation s'applique non seulement au drain proprement dit mais aussi à la diguette de ceinture qui le sépare des bassins rizicoles. Cette diguette est entièrement submergée et ne joue plus son rôle.

Drains de partiteur

Par manque d'entretien, les sections d'écoulement sont encombrées par la végétation et par des dépôts de terre, ce qui constitue un frein à l'écoulement au moment de la vidange. En période d'irrigation, les drains sont volontairement barrés par des bouchons de terre ou tout autre dispositif mis en place par les agriculteurs. Les raisons de ces interventions seront précisées dans l'analyse des problèmes de fonctionnement.

Infrastructures de drainage

On retrouve les mêmes problèmes d'entretien que pour les drains partiteurs. Par ailleurs, en période d'irrigation les drains principaux sont volontairement maintenus en eau. Le drain bretelle de NIARO est barré par des "dignes-bouchons" en terre et la vanne de l'ouvrage de rejet du drain bretelle de BOKY WERE dans le Niger est maintenue fermée. Les raisons de cette situation assez particulière seront analysées au cours des paragraphes qui suivent.

Les ouvrages qui permettent le franchissement des drains par des véhicules sont assez bien conservés dans l'ensemble. Cette remarque concerne le génie civil et les équipements tels qu'échelles de mesure de niveau et les vannes de sectionnement. Ces équipements concernent essentiellement l'ouvrage situé à proximité de la jonction avec le Mariqot de BOLODIANI (à l'exception des vannes) et l'ouvrage de rejet dans le NIGER.

2.4.1.3. Réseau de piste de circulation

Les pistes sont généralement situées le long du réseau d'irrigation (canaux distributeurs et canaux partiteurs). Elles sont en mauvais état et ne sont circulables qu'en saison sèche.

2.4.1.4. Diguettes

D'une manière générale, les diguettes qui ont pour fonction de maintenir l'eau dans les casiers et de les séparer les uns des autres, sont dans un tel état de dégradation (tassement, brèches) qu'elles ne peuvent plus jouer leur rôle. Ceci concerne non seulement les diguettes inter casiers mais encore les diguettes de ceinture le long des drains.

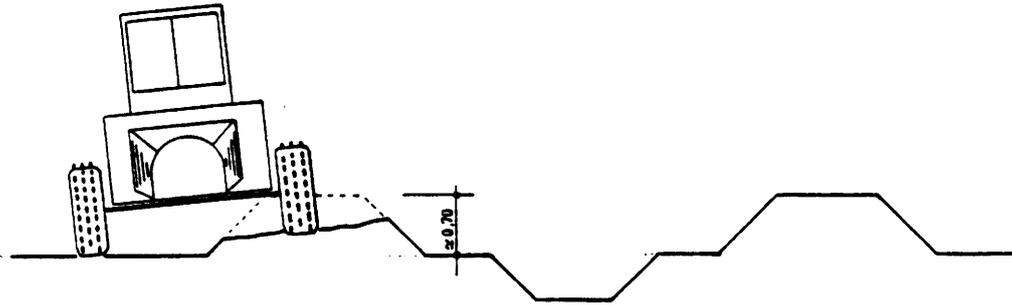
2.4.2. Analyse critique des équipements réhabilités dans le cadre du projet A.R.P.O.N.

2.4.2.1. Conception de base de la réhabilitation

La réhabilitation ne concerne que les canaux partiteurs, les canaux arroseurs les ouvrages relatifs à ces canaux et les diguettes. Le canevas général est maintenu.

Canaux arroseurs et diguettes

Les canaux arroseurs sont entièrement reconstruits à l'emplacement des anciens canaux. La section type est déterminée de façon à équilibrer les déblais et les remblais. Les cavaliers sont légèrement compactés par passage d'un chargeur équipé de roues "pied de mouton".



Les canaux sont calés de façon à garantir un niveau de 0,25 m au dessus des rizières. Du fait de l'absence de planage, il est très difficile de choisir une cote de référence des rizières et d'après les informations que nous avons pu obtenir, les projeteurs déterminent les cotes en fonction des anciens plans topographiques au 1/5000 de l'Office. Sur ces plans, après avoir défini un cloisonnement par parcelles de 3 ha, une cote représentative de chaque parcelle est choisie en admettant que les zones hautes seront planées par les paysans.

Cette méthode n'a pas donné des résultats satisfaisants (zones non dominées) et il semble que le projet s'oriente vers une nouvelle méthodologie qui consiste à établir un plan topographique systématique et à prévoir des opérations de planage.

Chaque parcelle de 3 ha est alimentée par une bouche d'eau constituée par une buse.

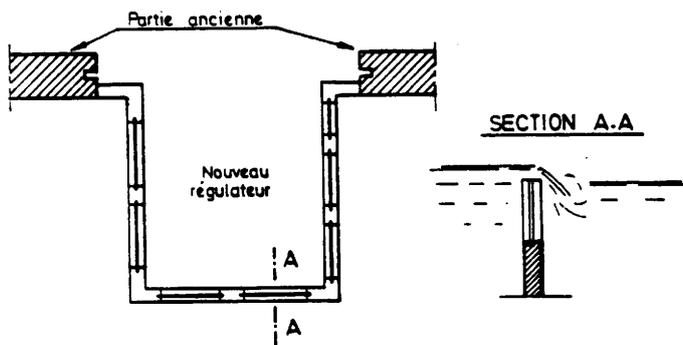
Les parcelles de 3 ha sont entourées par une diguette de ceinture (coté drain) et par une diguette de séparation entre 2 parcelles. Une diguette de ceinture supplémentaire est également prévue pour la dernière parcelle aval (coté drain de partiteur).

Canaux partiteurs

Les canaux partiteurs sont recalibrés. Le produit des déblais est utilisé pour recharger les cavaliers.

L'ouvrage de prise en tête de partiteur n'est pas modifié. Seules quelques réparations sont effectuées sur l'équipement hydromécanique.

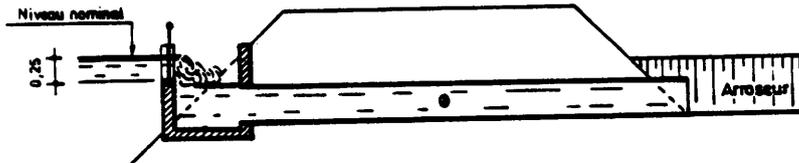
Les régulateurs à batardeaux sont transformés en déversoirs statiques en béton équipés de vannettes de réglage et d'un pertuis de fond pour permettre l'écoulement vers l'aval quand le niveau dans le distributeur est trop bas.



Une échelle graduée permet de repérer le niveau d'eau. La graduation zéro correspond au niveau nominal.

Un déversoir de sécurité (trop plein) est prévu pour chaque bief et est implanté à proximité du régulateur. Le seuil est calé à 5 cm au dessus du zéro de l'échelle.

Les prises d'arroseur se composent d'un ouvrage de tête en béton et d'une buse de raccordement incorporée dans le cavalier. L'ouvrage de tête comporte une échancrure qui constitue un déversoir pouvant obturé par une vannette.



La largeur du déversoir est proportionnelle au débit de l'arroseurs sur la base de 1,8 l/s/ha.

La crête de déversoir est calée à 0,25 m au dessous du niveau nominal du partiteur. Le déversoir fonctionne en régime dénoyé ce qui signifie que le niveau aval n'a pas d'incidence sur le débit qui ne dépend que du niveau amont. Cet ouvrage a été qualifié de semi-module par opposition au module à masque de type Neyrtec. Pour ce type d'appareil l'incidence des variations du niveau amont sur le débit est atténuée par le masque.

2.4.2.2. Qualité technique des équipements

La réhabilitation a débuté en 1982 et se poursuit actuellement. Les aménagements récents datant de 1986/87 sont correctement réalisés. Par contre les équipements plus anciens sont assez mal conservés.

Cette remarque concerne principalement les terrassements : il convient de noter que les effets de l'érosion sont presque aussi importants que sur les équipements anciens. La même constatation peut être faite dans la région de NIONO sur les aménagements du RETAIL et sur les aménagements du projet ARPON. Pour expliquer que des terrassements exécutés il y a 25 à 50 ans ne soient guère plus dégradés que des réalisations récentes, une tentative d'explication peut être avancée : les anciens terrassements, même s'ils ont été construits suivant les mêmes méthodes et avec les mêmes matériaux ont fait l'objet d'un entretien permanent pendant de nombreuses années (jusqu'en 1973/74 d'après les renseignements fournis par d'anciens encadreurs) ; on peut donc penser que les remblais ont pu ainsi se consolider et subir un compactage naturel, l'érosion superficielle étant compensée par des recharges.

On peut retenir de ce constat quelques données qui seront utiles pour établir des normes de réhabilitation :

- Les matériaux de construction de remblais sont de qualité très médiocre
- La pérennité des remblais ne peut être garantie que par des opérations d'entretien importantes, voire des opérations de reprise de travaux.

En ce qui concerne le génie civil des ouvrages, le béton et les maçonneries ont été correctement réalisés et sont bien conservés.

2.4.3. Gestion des réseaux - Problèmes de fonctionnement

2.4.3.1. Organisation générale

La zone du MACINA comporte 3 casiers : NIARO - BOKY WERE - KOKRY, regroupés en 2 secteurs : KOLONGO et KOKRY.

Les casiers sont subdivisés en unités hydrauliques alimentées chacune par un canal partiteur ou par un canal arroseur indépendant.

Ces unités hydrauliques sont également regroupées par unités de production UP.

Placé sous la responsabilité du Chef de Zone et des chefs de secteurs, le chef de la "gestion eau" de MACINA est responsable du fonctionnement et de la gestion hydraulique de la zone. Il assume ces tâches en collaboration avec les chefs de casier, les surveillants du réseau, les Irrigateurs et les manoeuvres.

2.4.3.2. Gestion de l'irrigation

De la mi juin à la mi Août, on procède à une irrigation "de soutien" destinée à assurer la survie des plantes et à alimenter la nappe.

L'eau est en principe disponible en tête d'arroseur vers le 15 Août.

Sur la zone non réaménagée, les chefs d'UP fixent les besoins que les chefs de casier essayent de satisfaire :

- . en manoeuvrant les vannes de prise en tête de partiteur
- . en organisant des tours d'eau par bief entre régulateurs sur les distributeurs (réglage des batardeaux)

Sur la zone réaménagée, la gestion de l'eau consiste à maintenir le niveau nominal dans les divers biefs des partiteurs, en manoeuvrant les prises d'arroseurs (en fonction des besoins), les vannes de réglage des régulateurs et la vanne de la prise en tête de partiteur.

En fin de campagne, les débits sont réduits en fonction du degré de maturation. L'irrigation est arrêtée pendant la première quinzaine de Décembre.

2.4.3.3. Gestion du drainage

Du fait de la dégradation des équipements sur les zones non réaménagées, l'eau s'écoule d'un ilot à l'autre "en cascade" et se concentre dans le réseau de drainage.

Celui-ci se trouve ainsi saturé par l'apport d'un débit important et à cause de l'existence de "bouchons" sur le réseau.

La vanne de l'ouvrage de rejet du drain bretelle dans le Niger est maintenue fermée pendant toute l'irrigation.

Les raisons du maintien volontaire d'un niveau d'eau élevé dans le réseau de drainage sont diverses :

- . maintien de l'eau dans les rizières
- . maintien de la nappe en charge
- . constitution d'une réserve utilisée en période de pénurie
- . utilisation de l'eau pour irriguer les hors casiers et le maraichage notamment sur les berges du Fala de BOKY WERE..

Le réseau reste engorgé le plus longtemps possible. En principe la vanne de l'ouvrage de rejet vers le NIGER est ouverte fin Novembre.

2.4.3.4. Problèmes de fonctionnement

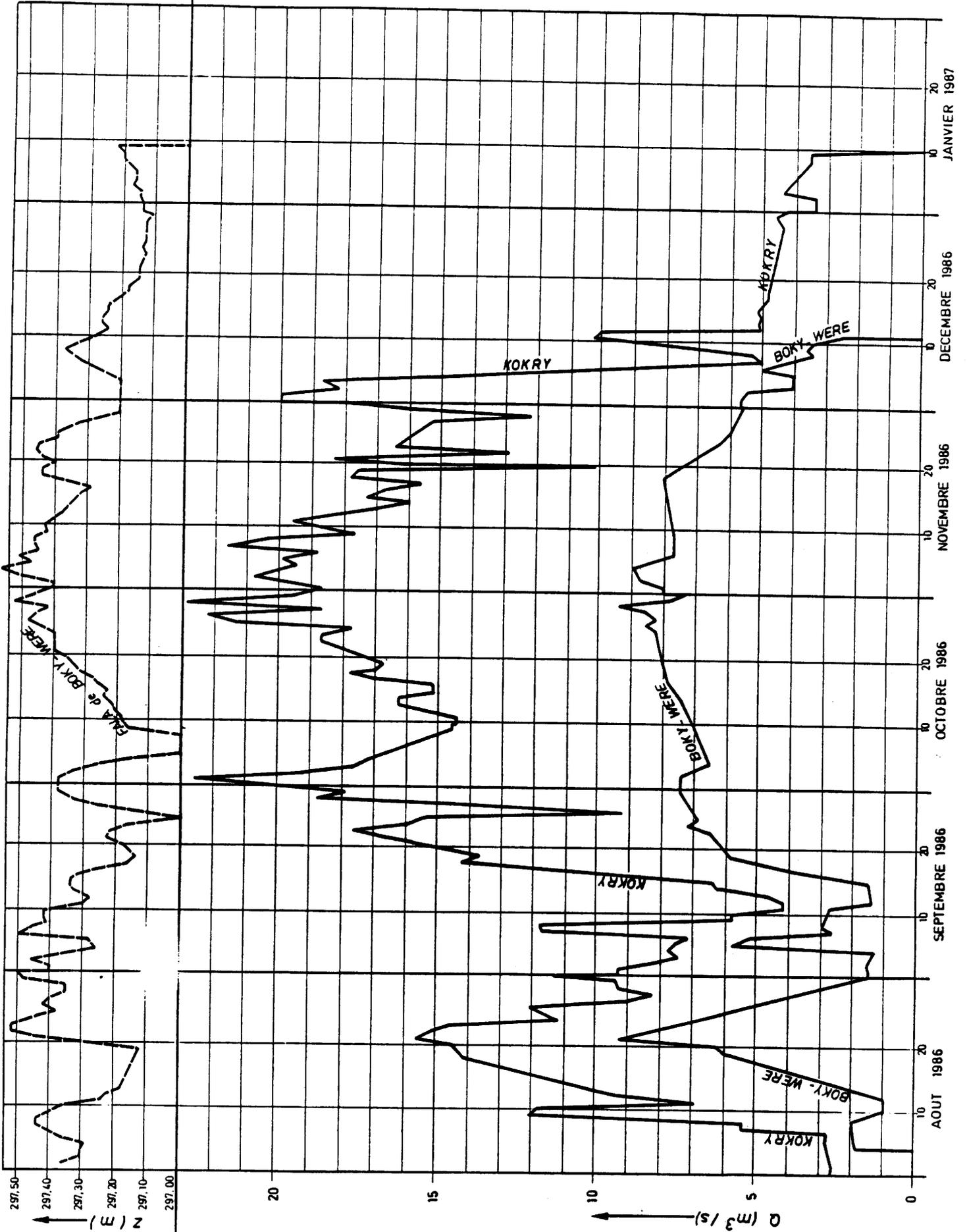
Dans le but de clarifier l'exposé, on distinguera les problèmes liés à l'état de dégradation des équipements et les problèmes liés au planage. En réalité, ces deux types de problèmes sont liés entre eux.

Problèmes liés à l'état de dégradation des équipements

Le dépouillement des lectures d'échelle et d'ouverture de vannes des prises de tête des deux distributeurs de BOKY WERE et de KOKRY a permis d'établir le diagramme de niveau et de débit fourni ci-après.

Variation des niveaux (Z) dans le FALLA à KOLONGO

Variation des débits (Q) en tête des distributeurs de BOKY WERE et de KOKRY



Ce diagramme concerne la campagne d'irrigation 86-87.

Les valeurs des débits ont été estimées en procédant comme suit :

- Le débit est de la forme $Q = a Sh^{1/2}$

où S représente la section d'ouverture de la vanne
et h la différence de niveau entre l'amont et l'aval.

Les lectures d'échelles permettent d'obtenir h et la section S est définie en fonction de l'ouverture de la vanne (nombre de dents de la crémaillère). A partir de 2 jaugeages réalisés le 31.10.87 et le 21.11.87 une valeur moyenne du coefficient "a" égale à 3,58 a pu être estimée. Cette méthode est approximative et les débits obtenus paraissent être surestimés. Des jaugeages supplémentaires n'ont pas pu être réalisés. Cependant au niveau de cette étude des ordres de grandeur et des valeurs relatives sont suffisants.

L'examen de ce diagramme permet de dégager quelques remarques intéressantes :

- les débits sont très variables d'un jour à l'autre tout au long de la campagne
- cette dernière remarque s'applique surtout au distributeur de KOKRY
- le sens de variation des débits ne suit pas nécessairement le sens de variation des niveaux du Fala à KOLONGO.
- la date d'ouverture des vannes est la même pour les deux distributeurs. Les vannes du distributeur de KOKRY sont fermées 1 mois après celles du distributeur de BOKY WERE.

Cette gestion hydraulique assez incohérente est liée aux difficultés de maintien de la ligne d'eau dans le Fala et aux problèmes de régulation dans les distributeurs.

Par ailleurs, le débit fourni en tête des régulateurs n'est pas suffisant pour satisfaire les débits requis dans les casiers, ce qui oblige à organiser des tours d'eau par bief. Ces insuffisances de débit ont également pour conséquence des insuffisances de niveaux.

L'objet de ce chapitre ne concerne pas les distributeurs mais l'analyse qui vient d'être faite permet de mieux comprendre les problèmes de gestion des partiteurs et des arroseurs.

Sur le secteur de KOLONGO on ne rencontre pratiquement pas de problèmes de débit en tête des partiteurs, sauf en cas de rupture de digue sur le Fala en amont de KOLONGO.

0953F/PF/FS

En revanche, sur le secteur de KOKRY, le manque d'eau (sur le distributeur de KOKRY) constitue un problème majeur, particulièrement ressenti sur les zones réhabilitées du projet ARPON. En effet, sur ces zones, les équipements réhabilités devraient pouvoir permettre d'assurer une maîtrise de l'eau correcte si les débits et les niveaux étaient disponibles à la prise sur le distributeur.

En effet, en maintenant le niveau nominal dans le partiteur (niveau repéré sur les échelles) le débit délivré dans les arroseurs est parfaitement déterminé. Le débit est fonction de la hauteur d'eau "h" sur le seuil de largeur "l".

$$Q = 0,36 (2g)^{1/2} H^{3/2} = 1,61 l h^{3/2} \quad (1)$$

Pour la hauteur nominale $h = 0,25$, le débit est égal à 200 l/s/m. La largeur du seuil est calculée en fonction de la superficie S dominée par l'arroseur sur la base d'un débit de 1,8 l/s/ha. Pour 30 ha par exemple :

$$l = 1,8 \times 30/200 = 0,27 \text{ m}$$

Il est certain que si le niveau nominal n'est pas maintenu le débit de la prise est très variable mais on peut connaître le débit (formule 1).

On constate donc que sur les zones réhabilitées, les débits prélevés en tête de distributeur sont calculables et correspondent à des besoins bien définis (1,8 l/s/ha).

Il en est tout autrement sur les zones non réhabilitées. En effet, compte tenu de l'état actuel des équipements, il est quasiment impossible de gérer un tel système hydraulique : d'une part on ne dispose d'aucun moyen pour mesurer les débits et d'autre part les régulateurs placés sur les partiteurs ne sont pas utilisés (manque de poutrelles). La gestion hydraulique consiste à régler l'ouverture de la vanne de l'ouvrage de tête sur les distributeurs (ou sur le Fala) de manière à prélever le maximum de débit limité par le niveau amont et par les risques de débordement en aval sur le partiteur.

Ces débits sont dérivés vers les arroseurs suivant une répartition tout à fait aléatoire. L'objectif consiste à maintenir le plus d'eau possible sur les rizières et à submerger le plus rapidement possible le maximum des zones hautes. Ce dernier point est lié aux problèmes de planage qui sera abordé ultérieurement.

De telles conditions de prélèvement et d'utilisation conduisent nécessairement à un gaspillage d'eau en volume et en débit. Cette "méthode" d'irrigation imposée par l'état de dégradation des équipements et notamment des diquettes de ceinture et de séparation implique la submersion de toutes les parcelles basses comprises entre un canal et un drain que ces parcelles soient cultivées ou non

Il n'a pas été possible d'obtenir des jaugeages entre bief (limités par le régulateur) sur les distributeurs. Cela aurait permis d'estimer les consommations par hectare. On ne dispose que d'un couple de mesures effectuées le 31.10.87 à la prise de tête du distributeur de KOKRY et sur le régulateur P1 à l'aval de K2 bis. Ces débits sont respectivement de 15 m³/s et de 8,5 m³/s. Le débit consommé dans le bief qui dessert les UP n° 4 et 5 du secteur de KOKRY est donc de 6,5 m³/s. La superficie cultivée correspondante étant de 1565 ha le débit spécifique est de 4,15 l/s/ha. Un débit similaire a été annoncé par les gestionnaires du projet ARPON à la suite d'une estimation faite en aval du régulateur.

Il ne s'agit pas de généraliser ces valeurs à l'ensemble de la zone du MACINA mais elles constituent cependant un indicateur qui confirme le gaspillage d'eau et explique la nécessité d'un tour d'eau sur le régulateur malgré l'importance des débits délivrés en tête pour une superficie cultivée de 5426 ha.

Une autre information qui confirme le gaspillage d'eau est fournie par une mesure de débit effectuée sur le collecteur principal de drainage. Elle a été effectuée le 13.11.87 au point qui se trouve à la confluence avec le marigot de BOLODIANI : le débit jaugé était de 5 m³/s. La superficie drainée à ce point est de 8700 ha bruts, dont environ 4000 ha sont cultivés et irrigués à partir du distributeur de KOKRY 2600 ha jusqu'au K3bis et du distributeur de BOKY WERE 1400 ha jusqu'au W5 rive droite . Les pertes d'eau d'irrigation s'élèvent donc à 1,25 l/s/ha irrigué. Il ne s'agit là encore que d'un ordre de grandeur mais il reste significatif sur l'importance des pertes.

Cette eau est stockée dans le Fala de BOKY WERE et dans le réseau principal aval puisque la vanne de l'ouvrage de rejet dans le Niger était fermée à la date des mesures.

En ce qui concerne le Casier de NIARO, aucune mesure nouvelle n'a été faite mais on a pu constater un écoulement relativement faible au débouché du drain bretelle dans le Fala de BOKY WERE. Les eaux excédentaires d'irrigation sont stockées dans le réseau de drainage et notamment dans le bief du drain principal qui rejoint le marigot de DJIBALA. Elles sont utilisées pour l'irrigation des hors casiers de NIARO - BA. (environ 300 ha bruts identifiés sur les photos aériennes).

On a pu également constater des débordements fréquents à proximité du pont qui permet à la route de NIARO - KOLONGO de franchir le drain principal.

En période d'irrigation et dans les conditions actuelles d'irrigation, l'engorgement des drain et les volumes surabondants ne constituent pas un problème essentiel. En revanche ce problème devient important au moment de la vidange des casiers. Les opérations de vidange durent en effet trop longtemps du fait des grandes quantités d'eau à évacuer et du mauvais état des drains qui freinent l'écoulement. Par ailleurs, du fait des mauvaises conditions d'irrigation et de l'absence de planage, les diverses parcelles n'atteignent pas le stade de maturation en même temps. Les paysans ont tendance à attendre que les dernières parcelles atteignent ce stade pour arrêter l'irrigation et

0953F/PF/FS

commencer la vidange. Cela conduit à effectuer la récolte dans l'eau pour les parcelles où les cultures sont les plus précoces et qui sont situées dans les zones basses.

Afin de suivre l'évolution de la vidange des casiers, une série de mesures ont été réalisées au pont sur le drain principal (marigot de BOLODIANI) et à l'ouvrage de rejet dans le NIGER. Ces mesures concernent des lectures d'échelles et l'ouverture de la vanne de sectionnement. Elles se sont échelonnées entre le 17.11.87 et le 22.12.87. Ces mesures n'ont malheureusement pas été poursuivies jusqu'à la vidange complète.

Au pont du Marigot de BOLODIANI, le niveau d'eau a très peu varié. Il est monté de 293,84 le 17.11.87 à 293,92 le 2.12.87 pour descendre à 293,79 le 22.12.87. A titre de comparaison le niveau atteignait la cote 293,74 le 13.11.87 (le débit était de l'ordre de 5 m³/s).

A l'ouvrage de rejet, le niveau atteignait la cote 293,00 le 5.11.87 alors que la vanne était fermée. Du 17.11 au 23.11.87 la vanne était soulevée de 15 dents (0,375 m) et à partir du 23/11, l'ouverture est passée à 35 dents (0,875 m).

Une anomalie apparaît aux alentours du 15/12 où le niveau chute brusquement de 2 m. On peut attribuer cette anomalie au fonctionnement de la décharge du distributeur de KOKRY entre le 1/12 et 14/12 qui aurait eu pour effet de maintenir le niveau et de compenser le débit de drainage qui auraient baissé progressivement en 14 jours.

A la fermeture de la décharge, il ne restait plus que le débit de drainage.

On peut également envisager des erreurs de lecture.

De toute manière, la vidange des casiers n'était pas terminée le 22 décembre. Par ailleurs, ces résultats de mesures mettent en évidence l'inertie du système de drainage. En effet, pendant la période de mesure la baisse de niveau à l'ouvrage de rejet n'a pas eu d'influence sur les niveaux au pont de BOLODIANI. Par ailleurs, ces résultats apportent une confirmation au constat de l'insuffisance de débitance du drain bretelle.

DRAIN PRINCIPAL DE BOKY WERE

 CAMPAGNE DE MESURES DU 17.11.87 AU 22.12.87

DATE	PONT DU MARIGOT DE BOLODIANI NIVEAU D'EAU	OUVRAGES DE REJET DANS LE NIGER				OBSERVATIONS
		Niveau Amont	Niveau Aval (NIGER)	Ouverture de la vanne	Débit calculé m3/s	
17/11	293,84	292,62	290,20		4,26	
18/11	293,84	292,40	290,20		4,10	
19/11	293,85	-	-	22 dents	-	
20/11	293,86	292,30	290,20	(0,375 m)	4,03	
21/11	293,86	292,20	290,20		3,96	
22/11	-	-	-		-	
23/11	293,86	292,12	sans		8,79	
24/11	293,88	292,12	échelle		8,79	
25/11	293,87	-	-		-	
26/11	293,88	-				
27/11	293,88	292,20			8,92	
28/11	293,90	292,32			9,11	
29/11	-	-			-	
30/11	293,90	292,30			9,08	
01/12	293,90	292,40			9,24	-----
02/12	293,92	292,50			9,39	
03/12	293,90	292,50			9,39	
04/12	293,90	292,50			9,39	
05/12	293,90	292,52			9,42	ouverture de
06/12	293,88	292,52		(0,87 m)	9,42	décharge du
07/12	293,88	292,52		(0,85 m)	9,42	distributeur
08/12	293,88	292,52			9,42	de KOKRY
09/12	293,86	292,52			9,42	
10/12	293,86	292,52			9,42	
11/12	293,84	292,52			9,42	
12/12	-	292,52			9,42	
13/12	293,84	292,52			9,42	
14/12	293,82	292,52			9,42	-----
15/12	293,78	-			-	
16/12	293,78	290,50			5,7	
17/12	293,75	290,50			5,7	
18/12	-	290,50			5,7	
19/12	-	290,50			5,7	
20/12	-	290,50			5,7	
21/12	-	290,50			5,7	
22/12	293,79	290,50			-	

Les problèmes liés au planage

Qu'il s'agisse des zones réhabilitées dans le cadre du projet ARPON ou des zones anciennes, les rizières n'ont fait l'objet d'aucun planage. Dans le projet d'origine, il était prévu de limiter des dénivellations du microrelief en cloisonnant les parcelles. Malgré ce cloisonnement, plus ou moins bien respecté, les dénivellations à l'intérieur d'un bassin unitaire sont importantes et peuvent atteindre une vingtaine de centimètres. Dans le cadre d'une riziculture extensive en hivernage, qui était l'objectif initial, ces dénivellations sont acceptables dans la mesure où les pluies sont suffisamment régulières et abondantes entre la période de labours et la levée après les semis. Dans le cas contraire, il faut envisager des apports ponctuels au moment des labours, des semis et une submersion progressive. Ceci est très difficile à réaliser si les dénivellations sont importantes (saturation des zones basses, asphyxie des plants, mauvaise répartition de l'eau, volumes importants...).

Actuellement, on se trouve dans ce cas et dans l'impossibilité, à cause des problèmes de gestion de l'eau, d'effectuer des apports à la demande.

L'importance des problèmes de planage est mise en évidence si l'on constate que les rendements des cultures sont tout à fait comparables sur les zones réhabilitées où le réseau et la gestion de l'eau ne sont pas en cause (K3 par exemple) et sur les zones non réhabilitées. De même, si l'on compare des rendements de 4T/ha sur le Retail à des rendements de 1,5 T/ha sur le projet ARPON à MACINA, il convient de préciser que cette différence est essentiellement imputable aux effets indirects du planage. En effet, sur le RETAIL la réalisation du planage sur les parcelles a permis l'introduction de variétés à paille courte à haut rendement.

2.5. DIAGNOSTIC D'ENSEMBLE

Les équipements relatifs à l'aménagement des casiers et au drainage principal sont vétustes, ne sont plus entretenus et sont très dégradés.

Il convient toutefois de souligner que même avec une faible efficacité de fonctionnement, ils permettent d'alimenter en eau 9000 ha de riziculture. Cette performance dans les conditions actuelles, est due en grande partie à l'effort et à l'efficacité des gestionnaires des réseaux.

En ce qui concerne les superficies, sur les 13 650 ha aménagés, environ 9 000 ha sont actuellement cultivés (66%). De plus, sur ce total, 3 800 ha ont fait l'objet de réhabilitation partielle dans le cadre du projet ARPON depuis 1982.

Si l'on fait le bilan du projet ARPON, on constate qu'il a permis de remettre en culture 3 800 ha qui étaient abandonnés mais que les résultats agricoles (rendement) sur ces parcelles sont à peu près les mêmes que sur les zones non réaménagées. En réalité, il faut considérer que les équipements qui ont été réalisés représentent un potentiel important mais que ce potentiel ne peut pas être opérationnel. Il s'agit d'une réhabilitation partielle qui doit être complétée à court terme par une réhabilitation complémentaire à l'amont (Infrastructure principale) et à l'aval (planage - drainage principal). Dans ces conditions, on disposera d'un outil indispensable pour envisager l'intensification de la riziculture.

Sur les zones non réaménagées, tous les équipements doivent être réhabilités selon les principes qui font l'objet de la seconde partie de l'étude.

3. LA GESTION DES RESEAUX HYDRAULIQUES ET LEUR ENTRETIEN

3.1. LA GESTION DES RESEAUX HYDRAULIQUES

Compte-tenu de l'importance des réseaux hydrauliques de l'Office du Niger, le problème de la gestion de l'eau revêt une importance particulière qui a souvent été négligée par le passé.

Depuis 1982, ce problème a fait l'objet de plusieurs études pour tenter d'analyser le fonctionnement actuel et essayer d'y apporter des améliorations.

Elles ont montré que les agents de l'Office et les agriculteurs s'étaient adaptés tant bien que mal aux situations difficiles engendrées par le mauvais état des réseaux et le parcellaire très dégradé. A titre d'exemple, il suffit de citer le cas de l'utilisation généralisée des réseaux de drainage comme vecteurs d'irrigation par la construction de petits barrages au détriment des fonctions de drainage.

L'empirisme actuel de la gestion de l'eau est dû à la fois au manque d'entretien du réseau d'adduction, au manque de discipline des agriculteurs, et à l'absence de consignes précises pour les commandes des vannes, en particulier pour les manipulations des vannes sur les grands adducteurs où le fonctionnement hydraulique global est mal connu (absence de documents de base, de topographie d'ensemble et de détail...).

Pour remédier à cette situation, l'Office a mis en place un programme d'amélioration progressive de la gestion de l'eau sur le réseau non réaménagé et un programme de réhabilitation de ses structures et de son réseau hydraulique.

Ce programme s'attache en particulier à redéfinir les rôles respectifs des différents intervenants dans la gestion de l'eau.

La nouvelle organisation de l'Office qui fait suite aux décisions du Gouvernement de 1985 (cf. décret N° 290) attache une attention particulière au problème de la gestion de l'eau puisqu'à terme, le rôle de l'Office devrait s'orienter vers celui d'un prestataire de services au bénéfice des agriculteurs. Cette réorientation implique principalement la fourniture de l'eau d'irrigation en temps, quantités et lieux voulus ainsi que son évacuation par un réseau de drainage. Elle sous-entend, afin de satisfaire cet objectif, le maintien en état de l'ensemble des réseaux et donc leur entretien.

3.1.1. L'organisation actuelle de la gestion de l'eau de l'Office

Longtemps dépendante du Service Travaux de l'Office, le Service Gestion de l'Eau a été rattachée au Service des Etudes Générales par décision du Directeur Général de l'Office datant du 20 novembre 1986.

Les rôles impartis à cette nouvelle division sont les suivants :

- gérer des réseaux adducteurs pour le compte de l'Etat ;
- assurer la régulation des niveaux et volumes d'eau nécessaires pour les besoins d'irrigation ;
- élaborer et gérer un programme de recherche de développement pour satisfaire les besoins de la conception et des utilisateurs de l'eau ;
- gérer le réseau hydrométrique et éditer annuellement un annuaire hydrologique ;
- établir un manuel des procédures de gestion eau ;
- appuyer les zones dans l'organisation et la conduite des irrigations ;
- former le personnel de la gestion de l'eau et l'encadrement agricole ;
- élaborer le budget d'entretien courant et participer à la confection du programme annuel d'entretien.

La division Gestion de l'Eau comprend théoriquement 3 sections distinctes :

- une section "Hydraulique" : elle a pour fonction principale d'assurer la conduite de l'eau sur tout le réseau d'adduction et d'assurer la régulation des débits et des niveaux.
- une section "Hydrologie" : elle est chargée des mesures hydrauliques sur le réseau de la collecte des données hydrologiques et de leur archivage
- une section "Programmation des irrigations" : elle est chargée des relations avec les secteurs gestion de l'eau des zones et de l'élaboration et de la coordination des programmes d'irrigation.

Elle devrait être décentralisée par des Secteurs Gestion de l'Eau qui seront responsables de la conduite de l'eau au niveau des différentes zones de l'Office.

L'organisation et les rôles de cette nouvelle division restent encore relativement théorique par manque de moyens humains et techniques et du fait du partage encore imprécis des rôles respectifs du Service Travaux et de la Structure Gestion de l'Eau.

3.1.2. L'organisation actuelle de la gestion de l'eau de la zone du Macina

Contrairement à l'organigramme de principe de la division "Gestion de l'Eau" défini en 1 ci-avant, la gestion de l'eau sur la zone du Macina dépend encore du Centre Travaux de la zone et est organisée comme suit :

4 chefs de casiers	:	Niaro	Boky-Wéré	Kokry (bief n° 1)	Kokry (biefs n° 2, 3, 4)
8 (+ 7)* irrigateurs	:	2	2	2	2 (+ 7)*
9 surveillants de réseau	:	5	2	1	1
5 Aiguadiers	:	Attachés à un ouvrage ou à un point particulier du réseau			

Les rôles respectifs de ces différents agents sont les suivants :

- les chefs de casier : ils gèrent globalement un bief de distributeur ou un distributeur et les partiteurs qui en dépendent.
- les irrigateurs : attachés à une unité de production, ils s'occupent de l'irrigation de leur unité et du suivi du réseau.
- les surveillants de réseau ; ils s'occupent de la surveillance du réseau primaire (Falas et distributeurs) et dépendent directement du Chef de casier ;
- les aiguadiers : ils sont affectés à la gestion d'un point particulier du réseau. Les cinq aiguadiers du Macina gèrent directement :
 - . les ouvrages de tête des distributeurs de Kokry et de Boky Wéré (2 aiguadiers) ;
 - . le déversoir de Kolongotomo (2 aiguadiers) ;
 - . le déversoir de Nawerena situé entre le déversoir de Kolongotomo et Kolongo (1 aiguadier).

A ce personnel directement utilisé à la gestion de l'eau des réseaux, il faut ajouter 20 manoeuvres (10 à KOKRY et 10 à KOLONGO) et un employé de bureau.

La gestion de l'eau du réseau du Macina est donc actuellement assurée par 55 personnes, ce chiffre n'incluant pas le personnel de gestion de l'ouvrage du point A.

* 7 irrigateurs ont été engagés à titre expérimental et provisoire par le projet Arpon pour être affectés directement à un distributeur.

Sur la base des entretiens et des réunions de travail tenues avec les différents responsables de la gestion de l'eau, ce personnel semble globalement suffisant pour assurer la gestion d'ensemble du réseau après réhabilitation.

Il leur semblerait toutefois nécessaire d'augmenter le nombre de manoeuvre affectés aux petits travaux d'entretien (40 au lieu de 20) mais ceci resterait à analyser en détail en fonction des normes et des principes retenus définitivement pour les régies d'entretien.

Si ce personnel semble suffisant en nombre, il est très sous équipé en moyens de communication et de transport (motos, mobylettes, vélos, radios....).

3.1.3. Le petit entretien

L'étude de réorganisation de la structure "Gestion de l'eau" prévoit que cette structure sera chargée de la gestion de l'eau sur le réseau dont la charge revient à l'Office et du petit entretien à caractère manuel et semi manuel principalement dans les zones réaménagées (entretien des talus, faucardage, accès et entretien des ouvrages, tenue des berges...).

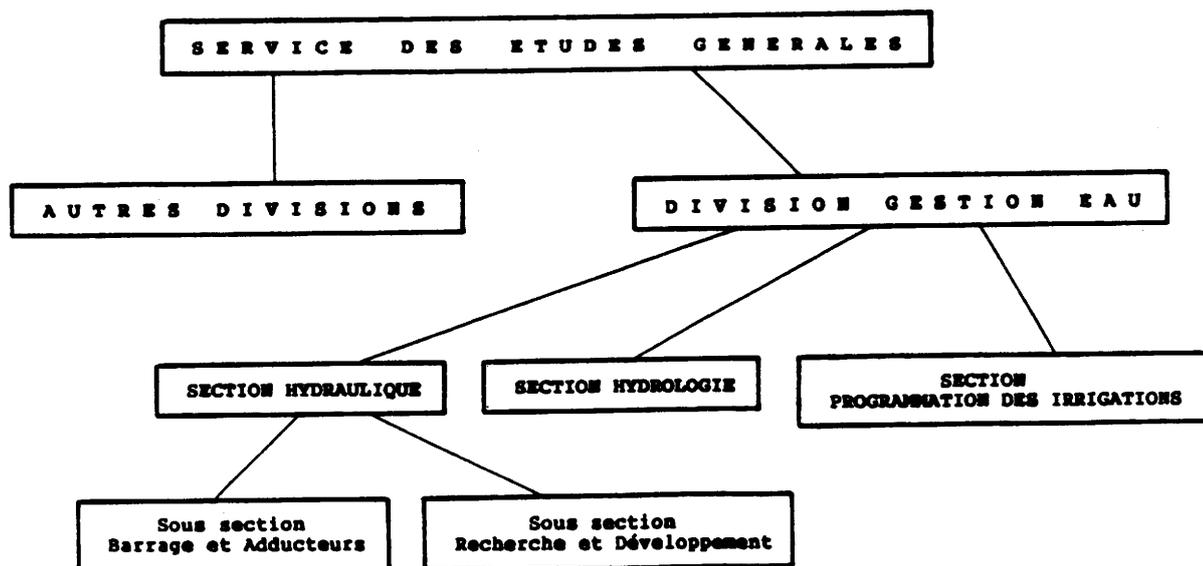
L'étude prévoit, pour assurer ces prestations, un personnel composé d'un nombre important de manoeuvres doté d'équipement léger.

Ainsi sur la zone du Macina, 14 équipes de 3 manoeuvres sont prévues (4 sur le casier de BoKy Were et (10) sur celui de Niaro) chaque équipe se voyant confier en moyenne dix kilomètres de digue ou cinq kilomètres de canal.

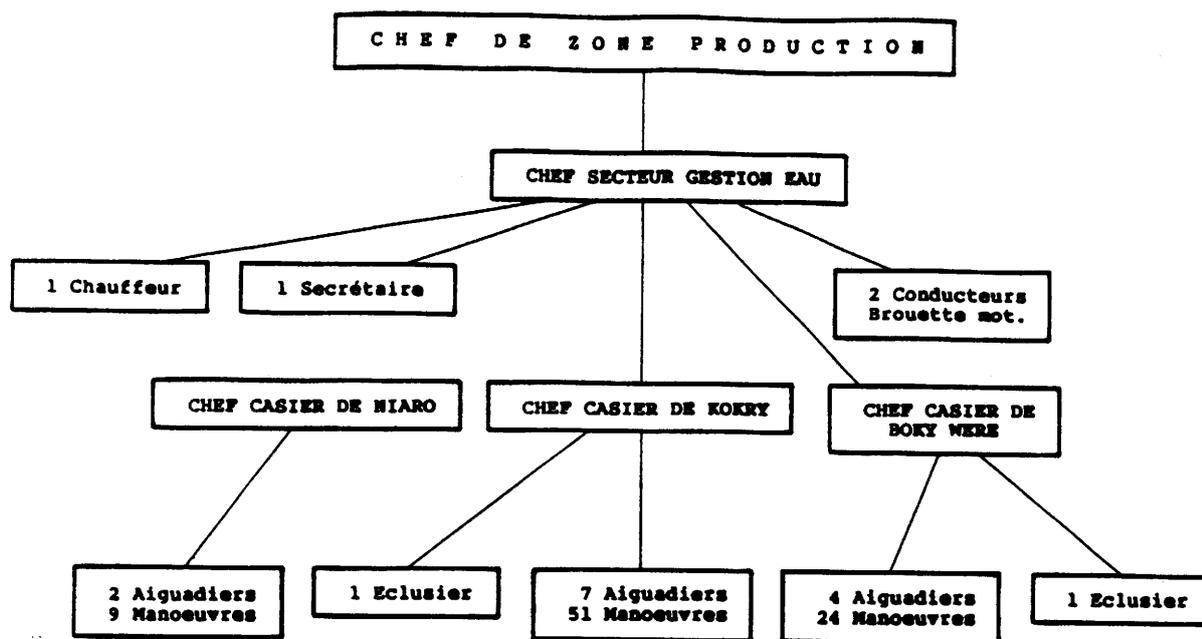
3.1.4. L'organisation de la gestion de l'eau envisagée par l'Office

Dans le cadre de l'étude réalisée par l'Office et Sogreah en 1983, l'organisation de la gestion l'eau, sur le Macina, était envisagée comme suit :

Au niveau central :



Au niveau du Macina :



Le budget annuel du fonctionnement pour le secteur du Macina s'élevait à 35 026 000 FCFA et s'établissait comme suit :

. Frais de personnel	22 845 000 FCFA
. Fonctionnement véhicule	5 840 000 FCFA
. Fonctionnement divers	1 200 000 FCFA
. Renouvellement et amortissement de l'équipement	5 141 000 FCFA

Ce budget annuel, ramené à 5 400 ha (surface cultivée dans le Macina en 1987) représentait une redevance de l'ordre de 100 kg/ha sur la base d'un coût de paddy à 70 FCFA/kg.

3.1.5. Diagnostic

La division Gestion de l'eau de l'Office est actuellement en pleine restructuration, les organigrammes proposés ci-avant n'étant encore que très théorique.

Une répartition des rôles entre cette division et le Service Travaux reste encore à préciser en particulier pour le petit entretien où les options prises sur le Retail ne sont pas celles proposées dans l'étude réalisée en 1987 avec l'appui de SOGREAH.

Une restructuration réelle accompagnée d'un programme d'investissement important reste à faire pour que la Division Gestion de l'Eau puisse jouer à l'avenir le rôle fondamental qui est imparti à l'Office (rôle de prestataire de service au bénéfice des agriculteurs).

3.2. ENTRETIEN DES AMENAGEMENTS

3.2.1. INTRODUCTION GENERALE

Les travaux d'aménagement hydroagricole des terres de l'Office du Niger ont débuté en 1933 sur la zone du Macina et se sont poursuivis ensuite sur les autres zones de l'Office pour arriver en 1970 à 53.000 ha aménagés pour la riziculture.

Le problème du suivi et de l'entretien des infrastructures de l'Office du Niger a fait l'objet de nombreuses analyses, puisqu'il est étroitement lié à la pérennité du programme général de réhabilitation entrepris depuis 1983 avec l'aide de différents bailleurs de fonds internationaux.

Le réseau hydraulique considérable que gère l'Office du Niger est actuellement fortement dégradé, en particulier sur l'ensemble du système du Macina où les travaux d'aménagement ont débuté en 1933.

Un entretien insuffisant de ces réseaux pendant des années a entraîné la situation actuelle qui est caractérisée par l'absence de maîtrise de l'eau (non respect des cotes de plans d'eau prévues et débits). Si d'autres facteurs (problèmes fonciers, socio-économiques, et organisationnels) jouent également un rôle important dans la chute des rendements rizicoles constatée depuis une dizaine d'années, l'absence de maîtrise de l'eau est considérée par la majorité des exploitants comme le facteur essentiel de limitation de la production.

Les principales conséquences de cette situation sont les suivantes :

- Au niveau des dégradations et des détériorations :

- . mauvais état des équipements hydromécaniques ne permettant plus la régulation des niveaux et des débits
- . mauvais état des corps d'ouvrages en remblais : fissures, ne permettant plus leur étanchéité, brèches...
- . déformation et destructions des profils en long et en travers des canaux et des drains dues aux érosions et aux passages d'animaux
- . obstruction et envasement des canaux
- . routes et pistes très détériorées rendant la circulation très difficile, voire impossible

- Au niveau du réseau de drainage : absence ou déficience du drainage sur la majorité des terres aménagées entraînant :

- . l'impossibilité de réaliser les techniques culturales d'une riziculture moderne
- . l'apparition et le développement des adventices
- . la stérilisation de certains sols
- . l'abandon partiel de terres aménagées

- Au niveau des parcelles :

- . l'impossibilité de remplir ou de vidanger les parcelles
- . une consommation anarchique et excessive de l'eau aggravant encore les problèmes du drainage.

3.2.2. La classification des travaux d'entretiens

3.2.2.1. Les réseaux hydrauliques

Les responsabilités actuelles de l'entretien des réseaux de l'Office du NIGER sont réparties entre trois intervenants :

- l'entretien des infrastructures primaires est du ressort de l'Etat (cf décret 290 du 26 nov 1985). Dans le cas particulier du MACINA, ce principe conduit à mettre à la charge de l'Etat :
 - . le barrage de MARKALA et le canal adducteur du NIGER au Point A (8 km environ), ces ouvrages étant communs à tous les périmètres de l'Office
 - . l'ouvrage vanné de tête du canal de MACINA
 - . l'adducteur primaire constitué par le canal de MACINA et le FALA de BOKY WERE (61,5 km).

A notre avis, et bien que ce principe ne soit pas précisé dans le décret, l'entretien de l'ensemble des ouvrages de prise et de décharge existant sur cet adducteur devraient également être du ressort de l'Etat puisqu'ils sont intégrés aux endiguements et que leur entretien est intimement lié à celui des endiguements.

Jusqu'à ce jour, l'Office a assuré l'entretien de ces infrastructures primaires pour le compte de l'Etat, sans réelle contre-partie financière.

- L'entretien du réseau primaire et secondaire d'irrigation et de drainage est du ressort de l'Office du NIGER (décret 290 du 26 novembre 1985). Dans le cas particulier du MACINA, ce principe conduit à mettre à la charge de l'Office :
 - . les distributeurs (réseau d'irrigation primaire) de KOKRY ³⁰ (15 km) et de BOKY WERE (30 km)
 - . le drain principal du MACINA (40 km) et celui de Niaro (16 km)
 - . les partiteurs (réseaux d'irrigation secondaire) : 24 km pour le système hydraulique dépendant du distributeur de BOKY WERE et 31,4 km pour celui dépendant du distributeur de KOKRY
 - . le réseau de drainage secondaire : 31,5 km pour le système hydraulique dépendant du distributeur de BOKY WERE et 80,2 km pour celui dépendant du distributeur de KOKRY et 17,3 Km pour le casier de Niaro
 - . le réseau de pistes principales de circulation interne au prérimètre.

L'Office doit assurer l'entretien de ces différents réseaux et le financer par les redevances payées par les agriculteurs

- L'entretien des réseaux de distribution et drainage tertiaire ainsi que l'entretien des diguettes et des pistes de desserte est du ressort des exploitants regroupés en Associations Villageoises.
- L'entretien interne des parcelles (plannage, réseau interne, lutte contre le digu) est du ressort des exploitants.

Si cette répartition relativement théorique des tâches d'entretien ne pose pas de problèmes dans son principe, son application actuelle est délicate du fait de l'état général de dégradation des réseaux qui dilue les responsabilités des différents intervenants et ne permet pas un contrôle effectif sur les travaux réalisés et de leur résultats.

Après réhabilitation, il sera nécessaire de définir des cahiers des charges précis répartissant par secteur hydrauliques les responsabilités relatives des différents intervenants, basés sur des plans fournissant la situation précise des réseaux et des ouvrages ainsi que leurs caractéristiques physiques.

3.2.2.2. Les bâtiments

L'Office a réalisé et gère un patrimoine immobilier considérable qui ne semble pas avoir fait l'objet d'un inventaire complet.

Ce patrimoine comprend :

- des logements pour le personnel : une part importante du personnel, en particulier dans les zones, est logée par l'Office et l'entretien de ces bâtiments est à sa charge.
- des bâtiments à usage techniques : bureaux, garages, ateliers, bâtiments d'usines....

L'entretien de ce patrimoine représente une charge importante :

- au niveau organisationnel : l'entretien de ces bâtiments nécessite l'approvisionnement d'une multitude de fournitures (éléments de menuiserie, serrurerie, plomberie, électricité,...) ce qui, vu le mode de gestion très centralisé des approvisionnements, conduit à un travail administratif interne très lourd et donne un résultat peu satisfaisant.
- au niveau financier : représente une charge importante puisque 100 millions ont été prévus au budget 86/87, uniquement pour les fournitures extérieures.

IMPORTANCE DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES
DE LA ZONE DU MACINA

1. ADDUCTION - IRRIGATION

1.1. Infrastructures primaires (distributeurs)

Adducteur Point A - KOLONGOTOMO	61,5	Km
Distributeur de KOKRY	30	Km (+ km)*
Distributeur de BOKY WERE	15	
TOTAL 1.1.	106,5	km

1.2. Infrastructures secondaires (Partiteurs)

Dépendant du distributeur de KOKRY amont (bief n° 1)	17,7	km
Dépendant du distributeur de KOKRY aval (biefs n° 2, 3 et 4)	13,7	km
Dépendant du distributeur de BOKY WERE	23,8	km
Dépendant de l'adducteur Point A - KOLONGOTOMO	29,3	km
TOTAL 1.2.	84,4	km

2. DRAINAGE

2.1. Infrastructures primaires

Drain principal de NIARO	15,8	Km
Drain principal de BOKY WERE	39,9	Km
TOTAL 2.1.	55,7	km

2.2. Infrastructures secondaires

Casier de KOKRY amont (bief n° 1)	40,1	km
Casier de KOKRY aval (biefs n° 2, 3 et 4)	40,1	km
Casier de BOKY WERE	31,5	km
Casier de NIARO	17,3	km
TOTAL 2.2.	129	km

* Liaison distributeur de KOKRY - Canal ORS
0953F/PF/FS

3.2.3. L'état des ouvrages hydrauliques

L'état réel des ouvrages hydrauliques est très mal connu. Les seules informations disponibles correspondent à deux inventaires réalisés par l'Office avec l'assistance de Sogreah en de 1983 et 1984.

Ces inventaires sont basés sur des reconnaissances visuelles et quelques levés topographiques sommaires.

Il convient de signaler ici que ces deux analyses doivent être considérées comme préliminaires : aucune analyse du fonctionnement actuel des réseaux n'a été faite, les travaux sommairement définis se bornant à des recharges de brèches ou de digues ou à des réparations d'ouvrages sans justification de cotes.

Pour caractériser les travaux à réaliser, 3 critères avaient été retenus :

- La nature des travaux
 - . opérations préventives d'accident,
 - . opération de restauration du fonctionnement hydraulique,
 - . opération de rénovation d'ouvrage

- Le degré d'urgence
 - . urgence du point de vue de la sécurité,
 - . urgence hydraulique,
 - . urgence économique

- La localisation des travaux.

3.2.4. L'organisation actuelle des travaux d'entretien

L'entretien de l'ensemble des réseaux de l'Office est actuellement assuré et régie par le Service Travaux qui dispose d'un parc de matériel imposant mais hétéroclite en très mauvais état et très insuffisamment employé.

Ainsi le taux d'utilisation des engins en état de marche avait été estimé en 1986 à 5 % pour les bulls, 8 % pour les graders, 7 % pour les chargeurs, 21 % pour les pelles mécaniques et 44 % pour les scrapers (mission d'expertise de M. CHIROUZE - BIRD - Juin 1986).

Cette situation permet d'expliquer partiellement l'état actuel des infrastructures de l'Office.

Le Service Travaux de l'Office intervient sur demandes des zones, en fonction de ses moyens en matériel et des moyens financiers disponibles.

L'organisation annuelle des travaux d'entretien peut être résumée comme suit :

- Chaque zone dresse le bilan des travaux réalisés l'année précédente et définit ses besoins en travaux d'entretien réalisés dans la campagne annuelle.
- Ces bilans des travaux réalisés et les demandes de travaux à réaliser sont transmis au Service des Etudes Générales qui réalise leur synthèse et définit le "Programme Annuel d'Entretien".
- Ce document est renvoyé dans les différentes zones et au Service Travaux.
- Les travaux sont alors réalisés partiellement ou en totalité par le Service Travaux en fonction de ses disponibilités en moyens, en personnels et en financement.

Ces travaux réalisés par le Service Travaux de l'Office font l'objet d'un contrôle et d'une supervision par le Service des Etudes Générales qui en dresse ensuite le bilan.

3.2.5. Les problèmes d'entretien rencontrés par l'Office

Ils ont déjà été identifiés par plusieurs études et seront simplement rappelés rapidement ici.

Ces problèmes sont imputables à de nombreux facteurs distincts.

Problèmes de conception : La conception de certains ouvrages engendre des problèmes d'entretien importants, tels que :

- . manque de compactage des remblais,
- . absence de protection anti érosives ou anti-batillages,
- . conception des pistes, des ouvrages de franchissement, des lavoirs ou des abreuvoirs...

Difficultés d'élaboration et de mise en place du programme annuel d'entretien

Les travaux d'entretien font l'objet d'un programme annuel défini d'octobre à décembre, après la saison d'irrigation, par chaque zone de l'Office (DERGE) avec l'appui théorique du Service des Etudes Générales. Ce programme définit les opérations d'entretien à réaliser avec un ordre d'urgence de 1 à 5.

La synthèse des programmes des différentes zones fait ensuite l'objet d'une synthèse par le Service des Etudes Générales qui doit encore prendre en compte :

- la capacité de production réelle du Service Travaux (moyens en engins, en personnel) pendant la durée effective d'intervention sur les réseaux (janvier à juin).
- les quantités de consommables nécessaires (carburants, lubrifiants et fournitures diverses...) limitées à une enveloppe théorique globale fixée dans le budget de l'Office.
- les pièces nécessaires au fonctionnement et à la réparation des engins (achats, disponibilité, ...).

Le rapprochement entre le programme théorique de travaux d'entretien et les moyens réels du Service Travaux n'est donc pas toujours possible.

A l'issue de cette analyse, le Service des Etudes Générales notifie au Service Travaux, les travaux à réaliser.

Cette notification intervient souvent avec du retard, et la durée réelle des travaux en est réduite d'autant sans possibilités de reports budgétaire d'une année sur l'autre.

Au cours des dernières années, le programme effectivement réalisé n'a jamais dépassé 30 % des travaux notifiés.

Difficultés d'entretien du matériel de travaux

L'Office dispose d'un parc de matériel considérable dont l'état général est très mauvais.

Les différentes origines des engins imposent des stocks de pièces détachées d'origine variées et très difficiles à gérer.

Les délais de commande et d'approvisionnement souhaités par la Division Mécanique sont très longs puisqu'ils impliquent l'approbation d'un budget par la Direction Générale et la commande par le Service Financier.

Problèmes de suivi de gestion

Aucun outil de suivi des coûts n'existait à l'Office jusqu'en 1987. Depuis cette année, la mise en oeuvre d'une comptabilité analytique a été mise sur pied, avec l'appui d'experts de la Société IDRH-EURO7 mais des résultats exploitables ne sont pas encore disponibles.

Le calcul des différents prix de revient des engins n'a jamais été établi de temps d'intervention et de coûts réels ce qui conduit à une sous-évaluation généralisée des coûts de travaux par la non-prise en compte de charges semi-directes ou indirectes.

Le rapport établi par M. CHIROUZE en juin 1986 montre, à partir de quelques ratios simples, la sous-évaluation importante du montant réel des charges de personnel et des coûts des engins.

Problèmes d'organisation

Deux problèmes importants d'organisation sont à souligner :

- le fonctionnement des différents ateliers de l'Office nécessitent une réorganisation générale visant à mieux répartir les matériels, les tâches et le personnel et à mieux gérer les pièces détachées,
- au niveau hiérarchique et structurel, les rôles respectifs des Services chargés de l'entretien général (Serge) et des divisions chargés de l'entretien dans les zones (Derge) restent à repreciser.

Manque de moyen

Bien que le parc d'engins de l'Office soit ancien, il reste malgré tout important et permet, moyennant un bon entretien et une bonne maintenance, de réaliser des travaux importants (les travaux de réhabilitation du projet Arpon sont réalisés en régie par l'Office).

Certains matériels et équipements sont toutefois notoirement insuffisants, comme :

- des engins de compactage,
- des camions ateliers,
- des moyens de liaison (véhicules, radios...)

3.2.6. Le problème de la redevance

3.2.6.1. Généralités

La tarification de l'eau à l'Office du Niger fait actuellement l'objet d'études (mission de M. INIAL-FAC) destinées à définir :

- les prestations que la redevance doit effectivement couvrir,
- le principe du calcul de son montant.

La réflexion engagée en est encore au niveau préliminaire.

Deux situations distinctes existent actuellement sur les zones de l'Office :

- sur la plus grande partie des surfaces irriguées, les réseaux sont fortement dégradés. Le Service de l'eau n'est plus ou très mal assuré et l'entretien est pratiquement inexistant : les redevances versées par les paysans s'apparentent donc plus à une taxe foncière qu'à une taxe pour une prestation de fourniture d'eau.
- sur quelques milliers d'hectares, des opérations de réhabilitation ont été entreprises. L'Office devrait donc disposer d'un outils adapté : dans ce cas, le montant de la redevance peut être estimé dans la mesure où les différentes parties la constituant sont clairement identifiées.

3.2.6.2. Eléments à prendre en compte dans le calcul de la redevance

Le coût de la prestation de fourniture d'eau d'irrigation (ou redevance) doit théoriquement intégrer :

- l'amortissement des investissements liés à la construction des réseaux : à l'Office, cet amortissement ne peut être, en tout état de cause, que partiel puisqu'il ne doit prendre en compte que les travaux de réhabilitation, les coûts de réalisation des réseaux existants ne pouvant entrer dans le calcul.
- Les charges d'exploitation intégrant les coûts d'entretien des réseaux et une partie des charges générales de l'Office : si la définition et le calcul de ces charges est relativement aisé sur les zones réhabilitées, elle est très difficile à définir sur les autres zones.

La redevance doit générer une enveloppe globalement suffisante pour couvrir l'ensemble des charges afférentes au service rendu. Les rôles et les responsabilités respectives de l'Etat, de l'Office et des agriculteurs ont été définies en 3.2.2.1. ci-avant. Ils peuvent être résumés comme suit :

- l'Office du Niger aura un rôle prestataire de service qui réalise, gère et entretiendra les aménagements existants ou à créer pour le compte de l'Etat (réseaux primaires) ou des agriculteurs.
- L'Etat est l'investisseur et le propriétaire des réseaux primaires que l'Office gère et entretient pour son compte,
- les exploitants participent éventuellement à l'amortissement des investissements des réseaux secondaires et tertiaires et supportent la charge de leur exploitation par le biais de la redevance.

3.2.6.3. Le montant actuel de la redevance

Sur l'ensemble des terres de l'Office, le montant de la redevance a été fixé depuis de nombreuses années à 400 kg de paddy par hectare.

Cette redevance est toutefois soumise à des ajustements annuels en fonction des aléas de la gestion de l'eau : des abattements, pouvant dépasser 50 %, sont ainsi consentis par l'Office dans certains secteurs où l'alimentation en eau ou le drainage n'ont pu être correctement assurés.

Dans le cas particulier de projet de réhabilitation du Retail, cette redevance a été portée à 600 kg/ha pour le cycle de saison des pluies et à 400 kg/ha pour le cycle de contre saison.

Plusieurs remarques peuvent être faites sur ce principe de redevance :

- aucune justification technique ou financière de ces montants de redevance ne semble exister à l'Office.
- pendant longtemps, l'agriculteur versait sa redevance à l'Office sous forme de paddy.
- Le montant global des redevances perçues par l'Office diminue régulièrement du fait de l'inflation, le prix du paddy n'ayant pas varié depuis plusieurs années alors que l'ensemble des coûts de gestion et de travaux progresse régulièrement.
- Dans la situation générale des agriculteurs installés sur les terres de l'Office, il semble difficile de majorer de façon significative le montant de la redevance qui représente déjà plus de 30 % des frais de culture des zones non réhabilitées (cf. volume 3- de la présente étude.

Compte tenu de ces différentes remarques, il semble indispensable de poursuivre rapidement les études de tarification de l'eau à l'Office afin que l'Office puisse disposer des éléments techniques et financiers nécessaires à la détermination du coût réel de la prestation "fourniture de l'eau d'irrigation".

3.2.7. Diagnostic

L'entretien des aménagements hydrauliques est fondamental pour le maintien en état de fonctionnement des réseaux hydrauliques de l'Office. Depuis plusieurs années, le problème de l'entretien a fait l'objet de plusieurs études proposant des solutions ponctuelles ou partielles sans qu'une doctrine précise soit définie par l'Office, chaque bailleur de fonds ayant tendance à proposer sa vérité.

Il semble que si la répartition théorique des tâches d'entretien et les rôles des différents intervenants définis en 3.2.2. ci-avant était effective, ce problème de l'entretien général des réseaux devrait pouvoir être réalisé dans des conditions acceptables.

Les options de décentralisation de la régie d'entretien prises actuellement par l'Office paraissent judicieuses mais restent encore relativement théoriques.

L'incertitude la plus importante semble être relative au niveau du montant de la redevance.

Son montant suffit-il à assurer l'entretien des réseaux réhabilités ? Le projet Retail où la redevance est majorée, a déjà montré qu'une petite régie d'entretien ne pouvait pas être amortie sur 1.300 ha !. Le problème reste donc posé et devrait trouver une amorce de réponse avec la poursuite de la mission de M. INIAL (FAC).

0953F/PF/FS

