

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 1996

**Actualisation des données de base ayant servi à la
conception des périmètres gérés par l'AMVS**

Présenté par

NIAOUE Heclon G.

Encadrement :

L. COMPAORE



AVANT PROPOS

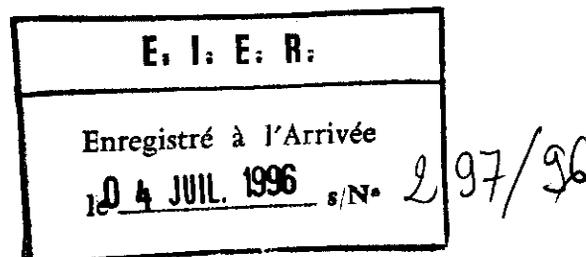
Avant de présenter les résultats de cette étude, j'adresse mes sincères remerciements:

- A la Direction Générale de l'AMVS pour avoir bien voulu nous confier cette tâche.

-A Directeur des Etudes de l'AMVS et à tous les responsables techniques et administratifs de ce Projet à Niassan pour leur constante collaboration scientifique et technique.

A mes encadreurs LAURENT COMPAORE et BERE ALBERT pour leurs précieux conseils

Enfin aux paysans du périmètre pilote de 50 hectares de Niassan pour leur disponibilité et leur participation aux travaux de terrain.



RESUME

Les paramètres d'irrigation des aménagements Hydro Agricoles gérés par l'Autorité de Mise en Valeur de la Vallée du Sourou (AMVS) ont été déterminés à partir d'une étude réalisée en 1981 par le GERSAR, un bureau d'études français, dans le cadre d'un schéma directeur d'aménagement de la vallée.

La présente étude a pour objectifs d'actualiser ces paramètres et de faire le point sur fonctionnement de ces périmètres.

Elle a porté sur le périmètre pilote de 50 hectares.

Des informations recueillies à partir des référentiels techniques disponibles, des enquêtes, des mesures et des constatations faites sur le terrain ont constitué l'essentiel de la méthodologie employée.

L'analyse des résultats montre que les besoins en eau et le débit d'équipement ont été sous estimés. Mais compte tenu des résultats économiques actuels sur le périmètre et du potentiel de rendement des variétés utilisées, une actualisation des paramètres d'irrigation ne se justifierait pas économiquement.

Globalement, le périmètre fonctionne relativement à la satisfaction de la majorité des exploitants.

Toutefois une réhabilitation du réseau d'irrigation s'impose pour améliorer l'efficacité et rendre plus équitable la distribution de l'eau.

Des interventions spécialisées dans la maintenance de l'aménagement devront être planifiées pour garantir la pérennité des ouvrages.

SOMMAIRE

CADRE ET OBJECTIF DE L'ETUDE	1
I. METHODOLOGIE	2
I.1. TRAVAUX PREPARATOIRES	2
I.2. TRAVAUX DE TERRAIN	2
1.2.1. <u>Mesures effectuées</u>	3
1.2.2. <u>Enquêtes</u>	5
I.3. TRAITEMENT DES DONNEES	5
1.3.1. <u>Dépouillement des jaugeages</u>	5
I.4. Rapport final	7
II. GENERALITES SUR LE MILIEU NATUREL ET LES AMENAGEMENTS	9
II.1. MILIEU NATUREL	9
II.1.1. Situation géographique, accès	9
II.1.2. Climat	9
II.1.3. Végétation	11
II.1.4. Activités humaines	12
II.2. INVENTAIRE DES ELEMENTS CONCEPTUELS DU PERIMETRE	12
II.2.1. Historique	12
II.2.2. Les données de base	13
II.2.3. La conception technique	14
II.2.4. Economie	15
III. CALCUL DES BESOINS EN EAU	17
III.1. DONNEES AGRO CLIMATIQUES	17
III.1.1. Précipitations	17
III.1.2. Evapotranspirations	17
III.1.3. Spéculations et calendriers agricoles	18
III.1.4. Coefficients culturaux	18
III.1.5. Pertes par percolations	19
III.1.6. Efficacités	19
III.2. LES BESOINS EN EAU SUR LE PERIMETRE	20
III.2.1. Besoins en eau annuels	20
III.2.2. Débit d'équipement	20
III.3.	20
III.3. CONCLUSION	25
I	

IV. ANALYSE DIAGNOSTIC DU PERIMETRE	29
IV.1. INVENTAIRE DES INFRASTRUCTURES	29
IV.1.1. conclusion	29
IV.2. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE	29
IV.2.1. Disponibilité de la ressource en eau	29
IV.2.2.	29
IV.2.2. débit de la station de pompage	35
IV.2.3. débit dans les canaux et effcience	36
IV.2.4. pertes par infiltration dans les canaux	39
IV.2.5. Gestion de l'eau d'irrigation	39
IV.2.6. Maintenance de l'aménagement	40
IV.2.7. Conclusion	41
IV.3. AGRONOMIE	43
IV.3.1. L'exploitation familiale	43
IV.3.2. Les spéculations	43
IV.3.3. L'équipement agricole	44
IV.3.4. Calendrier agricole et techniques culturales	44
IV.3.5. Gestion de l'eau d'irrigation	45
IV.3.6. Les rendements	47
IV.3.7. Conclusion	50
IV.4. ASPECTS ORGANISATIONNELS	51
IV.5. ECONOMIE	51
IV.6. CONCLUSION	52
V.	56
IV.7. QUELQUES PROPOSITIONS D'AMELIORATION	57

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

ANNEXES

CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Les périmètres gérés par l'Autorité de Mise en valeur de la Vallée du Sourou (AMVS) se situent au nord-ouest du Burkina, à la lisière de la frontière malienne, à environ 250 kilomètres de Ouagadougou. Ils couvrent actuellement une superficie d'environ 3000 hectares.

Les premiers aménagements datent de 1985. Les estimations des besoins en eau de ces périmètres ont été faites dans le cadre d'un schéma directeur général d'aménagement de la vallée réalisé en 1981 par le GERSAR¹, un bureau d'études Français.

La conception des premiers périmètres a été sommaire dans le volet besoins en eau.

Cette étude a pour but de procéder à une actualisation de ces besoins en prenant en compte les spécificités des aménagements et de faire une analyse diagnostic de fonctionnement de ces périmètres, l'objectif final étant de déboucher sur des recommandations pouvant servir à la réhabilitation des aménagements existants ou être prises en compte dans des projets ultérieurs.

Elle a porté sur l'aménagement pilote de 50 hectares.

¹ GERSAR: bureau d'études Français basé à Nimes

I. METHODOLOGIE

L'étude s'est déroulée en trois phases:

- * une phase préparatoire
- * une phase de terrain pendant laquelle une série de mesures et d'enquêtes ont été menées
- * une phase d'interprétation ayant débouché sur la rédaction du rapport final.

I.1. TRAVAUX PREPARATOIRES

Ils ont consisté en une mobilisation des données et informations de base. Une documentation préliminaire sur les études pédologiques, agronomiques et techniques ayant intéressé le site étudié a donc été indispensable (cf. bibliographie). Ces données ont permis d'identifier les informations à vérifier ou à compléter et d'orienter l'étude.

La phase de recherche documentaire a été précédée d'une première visite de terrain ayant servi à une définition des objectifs de l'étude et une reconnaissance du périmètre à étudier.

I.2. TRAVAUX DE TERRAIN

I.2.1. Mesures effectuées

Elles ont pour objet de vérifier les hypothèses faites pendant la conception et les caractéristiques d'ouvrages mentionnées dans les référentiels techniques.

La série de mesures a porté sur :

- * des essais d'infiltration dans les casiers visant à déterminer la perméabilité des sols rencontrés sur le périmètre.
- * des mesures de débits dans les canaux et à la parcelle
- * des mesures de pertes par infiltration dans les canaux
- * des mesures d'efficience
- * de fluctuation de nappe pour permettre de quantifier les apports souterrains

Les méthodes utilisées pour chaque type de mesure sont décrites ci après

I.2.1.1 Essais d'infiltration

Deux méthodes sont couramment employées pour déterminer la perméabilité des sols:

- * la méthode du double anneau de Muntz
- * la méthode du puits ou méthode de Porchet

Pendant l'étude, le riz était à un stade bien avancé sur les parcelles. La méthode de Porchet, compte tenu du faible encombrement qu'elle nécessite, nous

a donc paru la plus adaptée pour minimiser les destructions de plantes au cours des essais. Elle consiste à creuser un trou cylindrique de 40 à 50 centimètres de diamètre à la tarière de 10 centimètres de diamètre.

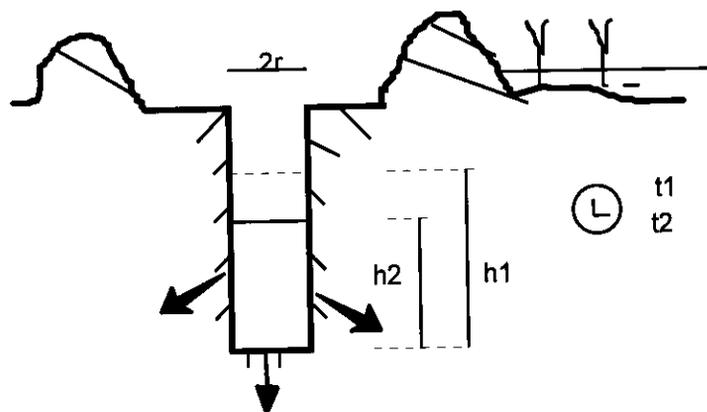


Figure 1: Essai d'infiltration par la méthode de Porchet

Après l'avoir rempli d'eau, on observe la variation du niveau d'eau dans le temps. Si on note h_1 la hauteur d'eau dans le puits à un instant t_1 et h_2 la hauteur à un instant ultérieur t_2 et r le diamètre du puits, la perméabilité mesurée est donnée par la formule:

$$K = \frac{r}{2(t_2 - t_1)} \log \frac{h_1 + r/2}{h_2 + r/2}$$

Un bourrelet de terre est construit autour de chaque puits pour l'isoler des arrivées d'eau de la parcelle (figure 1)

Les sondages à la tarière sont implantés de façon à quadriller tout le périmètre et à tenir compte de la classification des sols faites par les paysans (cf. carte jointe). Pour chaque sondage, une appréciation directe de la texture du sol du profil est effectuée par la méthode présentée à la figure 2.

Les essais sont réalisés sur les profils de sol types en raison de deux essais par profil. La perméabilité retenue est la moyenne des deux valeurs mesurées. Au total huit (8) essais ont pu ainsi être réalisés pour un total de 16 sondages, soit une moyenne d'un essai pour six hectares environ.

Les pertes par infiltration réelles dans les bassins rizicoles sont dues en grande partie à l'infiltration verticale que la présence d'une lame d'eau sur toute la surface du casier favorise.

Elles dépendent en grande partie de l'état de surface et de la texture des horizons superficiels du sol dans le bassin. Les dépôts successifs d'éléments fins après les premières irrigations contribuent donc à les réduire dans le temps.

Or la méthode de Porchet engendre la destruction de ces couches superficielles. D'autre part, elle ne permet pas d'éviter les erreurs par excès dues aux infiltrations latérales à travers les parois du puits.

Les perméabilités obtenues au cours de nos essais sont donc certainement plus élevées que celles réellement observées pendant les irrigations.

Dans le contexte actuel, la méthode de Muntz reste la plus indiquée pour la mesure de la perméabilité des sols. Toutefois, la mise en valeur des parcelles avant les essais n'a malheureusement pas permis de la mettre en oeuvre.

Quelques propriétés texturales :

plasticité

cohésion

- stabilité du sol et des agrégats
- porosité.

- Appréciation de la texture au champ

L'examen du sol en place, du profil par exemple, permet une appréciation directe et suffisante pour un jugement textural. Ceci est possible par une appréciation au toucher.

- *Les sables grattent sous les doigts.*
- *Lorsqu'on fait un patton humide, on le roule entre les doigts, quand il s'agit du limon, il s'effrite et laisse une teinture comme du talg (poudre blanche) sur les doigts.*
- *s'il ne s'effrite pas, il donne l'impression d'une forte plasticité \Rightarrow la teneur en argile est certainement élevée. \Rightarrow on pourra faire un anneau avec ce sol sans qu'il y ait de cassure.*

Voir figure 10 ci-après.

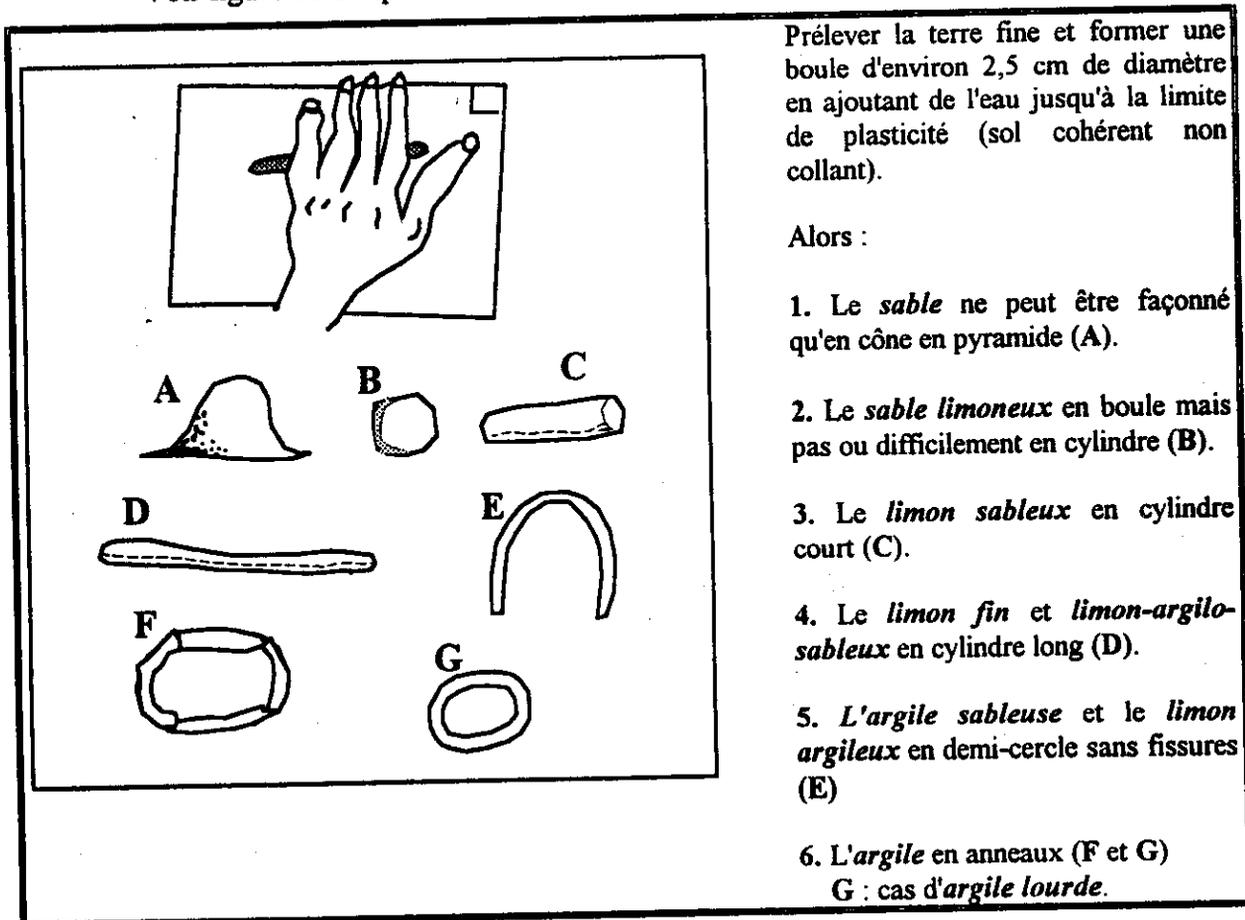


Figure 1 Appréciation de la texture du sol au champ.

1.2.1.2 Mesures de débit dans les canaux et à la parcelle

Elles sont effectuées:

- * au micro moulinet pour le canal principal
- * au déversoir RBC pour les canaux en terre et les parcelles

Les valeurs sont utilisées pour déterminer les efficacités, les pertes par infiltrations et les durées d'arrosage des parcelles.

1.2.1.3 Pertes par infiltration dans les canaux

Ces pertes sont évaluées par différence en mesurant le débit à l'entrée et à la sortie d'un tronçon de canal donné. Si Q_e désigne le débit à l'entrée du tronçon; Q_s désigne le débit à sa sortie et L sa longueur, le débit de perte par

infiltration par unité de longueur $q = \frac{Q_e - Q_s}{L}$

1.2.1.4 Efficacité

efficacité du canal principal

C'est le rapport de la somme des débits mesurés à l'entrée des canaux secondaires par le débit de la station de pompage. En toute rigueur, le débit de la station étant susceptible de varier dans le temps, il faut pour calculer cette efficacité mesurer en même temps le débit de la station et des canaux secondaires pendant toute la durée d'irrigation et faire une moyenne des valeurs obtenues, ce qui suppose qu'il faut disposer de toute une équipe pendant toute une journée et de matériel en nombre suffisant.

Il n'a pas été matériellement possible de réaliser ces conditions. Nous avons donc déterminé l'efficacité en utilisant la moyenne des débits mesurés à l'aller et au retour du cheminement.

efficacité des canaux secondaires

C'est le rapport du débit mesuré en tête de parcelle par le débit en tête du canal. Elle sera calculée pour chaque maille hydraulique.

efficacité des parcelles

C'est le rapport entre la dose nette et la dose brute à la parcelle.

La dose nette représente le volume à fournir pour combler les besoins en eau de la plante, et la dose brute la quantité délivrée par le réseau.

La dose fournie à la parcelle s'obtient en multipliant le débit moyen mesuré à la parcelle par sa durée d'arrosage.

1.2.1.5 Mesure de fluctuation de la nappe

Le matériel utilisé se compose:

- * d'un piézomètre réalisé à l'aide d'un tuyau PVC de cinq (5) centimètres de diamètre, de trois (3) mètres de longueur, crépiné sur un (1) mètre
- * d'une sonde de mesure sonore
- * d'une tarière de cinq centimètres de diamètres munie de rallonge permettant de forer jusqu'à trois mètres de profondeur.

Pour éviter que les eaux d'irrigation qui empruntent les chemins préférentiels entre le piezomètre et le puits ne faussent les résultats, nous avons trouvé judicieux de l'installer sur une parcelle non exploitée entourée de parcelles mises en valeur.

Afin que les résultats puissent être interprétés au niveau de tout le périmètre, l'appareil a été rattaché altimétriquement au niveau de référence par cheminement. Les mesures de niveau sont faites avec la sonde sonore et la cote du plan d'eau s'obtient en retranchant à la cote du sommet du piezomètre, la profondeur indiquée par la sonde.

I.2.2. Enquêtes

Ces enquêtes ont pour objectifs de:

- * cerner la structure des exploitations: nombre d'exploitation, population totale et population active, superficie des différentes cultures et associations de cultures, techniques culturales, matériel, calendriers culturaux, moyens de production, etc.
- * déterminer la production des différentes cultures, l'étude des rendements et de leur variabilité.
- * d'identifier les structures associatives sur le périmètre et leur influence sur la production
- * d'analyser les résultats économiques
- * de relever les dérives de fonctionnement observées par les principaux acteurs

Elles ont été réalisées avec des questionnaires "fermés" ou par entretiens. Les personnes ressources interrogées sont:

- * les producteurs (échantillons de 15 personnes choisies au hasard)
- * les membres du groupement
- * l'encadreur du périmètre

I.3.TRAITEMENT DES DONNEES

I.3.1. Dépouillement des jaugeages

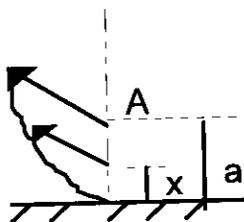


fig 3: extrapolation des vitesses au fond

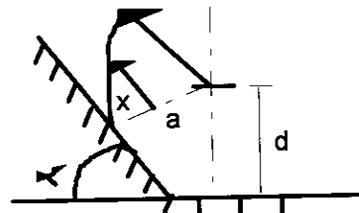


fig 3: extrapolation des vitesses sur le talus

Le dépouillement est effectué avec le logiciel JAUTAR mis au point par l'Ecole centrale de Lyon.

Le débit est obtenu par sommation des débits élémentaires suivant les verticales de mesure. Pour effectuer cette intégration, il faut extrapoler les vitesses au voisinage des talus et du fond des canaux, ce qui revient à calculer un coefficient des parois.

D'après Carlier (Hydraulique Générale, page 445), au voisinage d'une paroi, la vitesse V_x en un point d'abscisse x comptée à partir de la paroi peut s'exprimer par

$$\text{la relation: } V_x = V_a \left(\frac{x}{a}\right)^{1/n} = Kx^{1/n}$$

V_a représente la vitesse mesurée au point A d'abscisse a le plus voisin.

n coefficient dépendant de la rugosité des parois et pour lequel on peut adopter les valeurs suivantes:

planches bien rabotées, enduit de ciment lissén = 10

maçonnerie bien dressée, béton brut $n = 7$

maçonnerie dégradée, paroi en terre en bon état $n = 5$

K coefficient à déterminer

Nous avons retenu pour les calculs les valeurs de n suivantes:

$n = 6$ pour le canal principal

$n = 4$ pour les canaux en terre

Calcul du coefficient de fond

Nous évaluons ce coefficient en utilisant le maximum des distances les plus proches du fond au cours des jaugeages. Elle vaut six (6) centimètres pour le canal principal et huit (8) centimètres pour le secondaire 2. En adoptant comme unité de mesure de longueur le centimètre, on obtient:

$$\text{pour le canal principal} \quad K = \left(\frac{1}{6}\right)^{1/6} \approx 0,7$$

$$\text{pour les canaux en terre} \quad K = \left(\frac{1}{8}\right)^{1/4} \approx 0,6$$

Calcul du coefficient des talus

Nous retiendrons pour chaque talus, la moyenne des valeurs calculées entre le point le plus proche de la surface et celui voisin du fond (cf. figure 4).

Si m désigne le fruit des berges du canal, d la profondeur du point le plus voisin de la surface et a l'abscisse de ce point comptée à partir de la paroi, on a:

$$\cos\alpha = \frac{a}{d} \text{ et } \operatorname{tg}\alpha = m \Rightarrow a = d \times \cos[\operatorname{arctg}(m)] \text{ et } K = \left(\frac{1}{a}\right)^{1/n}$$

Canal principal

au voisinage de la surface $d \approx 40$ cm et $m \approx 1 \Rightarrow a = 28,3$ cm

$$\Rightarrow K = \left(\frac{1}{28,3}\right)^{1/6} \approx 0,6$$

au voisinage du fond $K = 0,7$

d'où la moyenne
$$K = \frac{0,7 + 0,6}{2} \approx 0,6$$

canaux en terre

$d = 29 \text{ cm}$ $m \approx 1 \Rightarrow a = 20,5 \text{ cm}$

$$K = \left(\frac{1}{20,5}\right)^{1/4} \approx 0,5$$

au voisinage du fond $K = 0,6$

d'où la moyenne
$$K = \frac{0,5 + 0,6}{2} \approx 0,55$$

Pour la suite des calculs, on retiendra en résumé les valeurs suivantes:

canal principal
$K = 0,7$ au fond
$K = 0,6$ sur les talus
canal secondaire
$K = 0,6$ au fond
$K = 0,5$ sur les talus

1.4. Rapport final

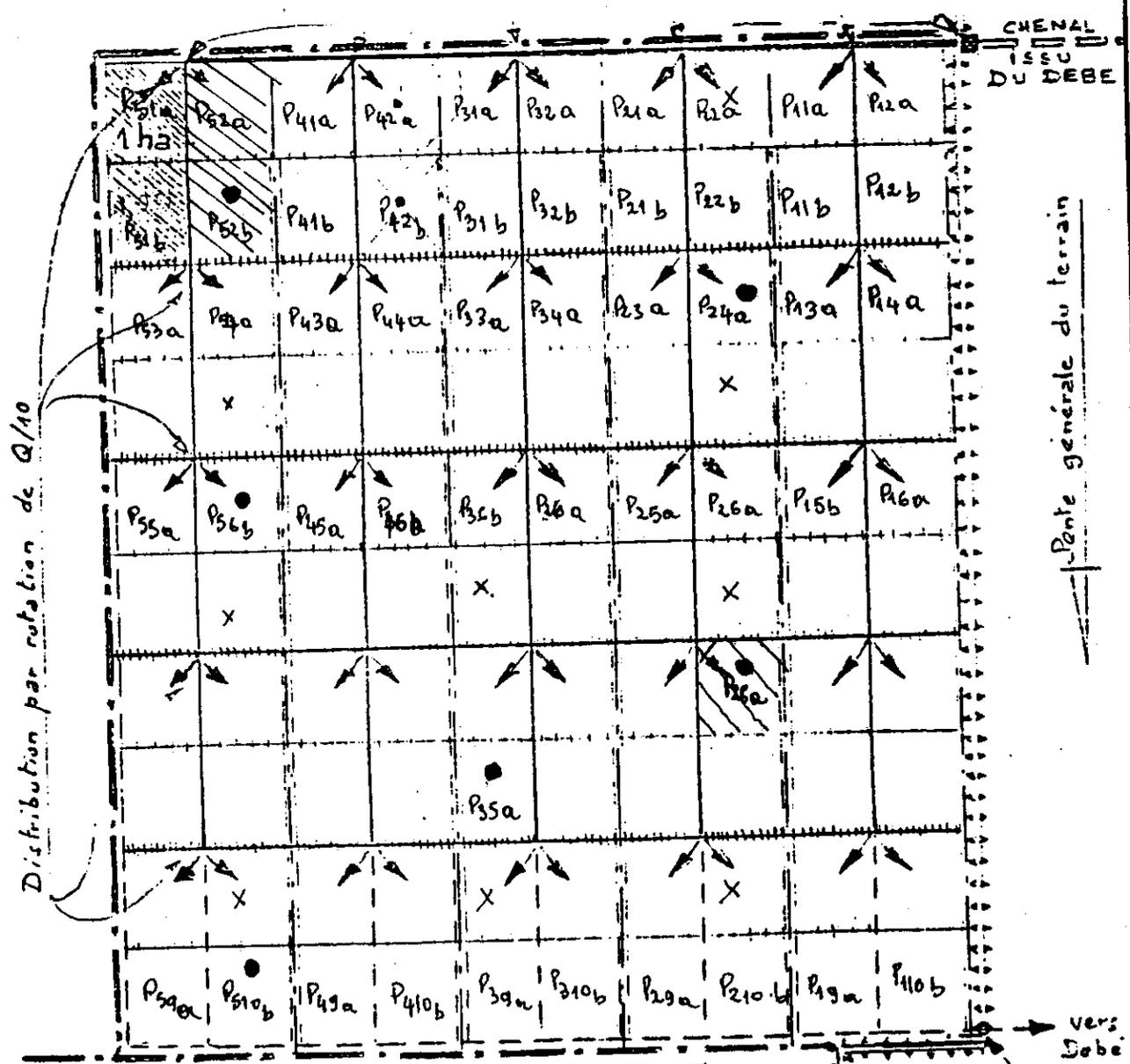
Le rapport final comporte quatre chapitres:

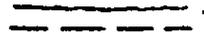
Le premier traite de la méthodologie d'étude, le second des généralités sur le milieu naturel et les aménagements, le troisième du calcul des besoins en eau sur le périmètre et le dernier de l'analyse-diagnostic de l'aménagement.

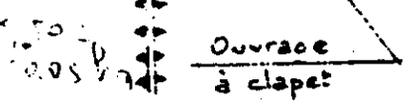
Implantation des sondages à la tarière et des essais d'infiltration

Légende

-  Parcelles pitrantes
- Essai d'infiltration
- x Sondage à la tarière
- P12a: n° de parcelle



-  Canaux
-  Colatures d'assainissement
-  Pistes
-  Diguettes de séparation des casiers
-  Diguettes intermédiaires
-  Digue de protection.



Echelle 1/5000.

ERRATA

- Page 20 § III.2.1 : tableau 3.3 et 3.4 (au lieu de 3.4 et 3.4)
- Page 25 § III.3 : 40000 F CFA par campagne (au lieu de 20000 F)
- Page 27, colone longueur
du tableau: 3100,00 (au lieu de 3100,00 F)
- Page 39 § IV.2.5.1: 12 heures pendant la mise en boue (au lieu de 11 heures)
- Page 57 Inventaire des points forts et points faibles (au lieu de
Inventaire: points forts et points faibles)

II. GENERALITES SUR LE MILIEU NATUREL ET LES AMENAGEMENTS

II.1. MILIEU NATUREL

II.1.1. Situation géographique, accès

Les périmètres gérés par l'AMVS se situent au nord-ouest du Burkina Faso, à la lisière de la frontière malienne, à environ 260 kilomètres de Ouagadougou.

Ils sont localisés dans la province du SOUROU, à proximité du village de NIASSIAN situé à environ 55 kilomètres de TOUGAN, chef lieu de province.

L'accès à TOUGAN à partir de OUAGADOUGOU se fait en empruntant la route Nationale 2 jusqu'à YAKO, puis la Départementale 6 à partir de cette localité (cf. carte jointe).

II.1.2. Climat

Le climat de la vallée est de type Soudano sahélien comportant six mois de pluie de la mi Juin à la mi Octobre et sept mois de sécheresse. Les principales stations climatologiques de la région sont DI et TOUGAN.

II.1.2.1 précipitations

Les précipitations de la zone sont sujettes à de très grandes variations annuelles et inter annuelles. La pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 600 et 700 millimètres. Cependant en 1982, 1983, 1984 et 1990 on a enregistré des précipitations inférieures à 600 millimètres dans les deux stations et plus de 900 millimètres à la station de DI en 1994.

II.1.2.2 températures

La région est caractérisée par une uniformité du régime thermique se traduisant par des températures moyennes journalières élevées tout au long de l'année. Elles passent par deux pointes:

- * à la fin de la saison sèche (Avril à Mai) où elles atteignent environ 34 °C
- * à la fin de la saison pluvieuse (Septembre à Octobre) avec une moyenne de 25 °C.

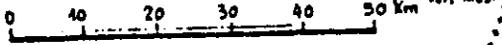
Entre ces deux pointes, on note une baisse de Décembre à Janvier sous l'influence de l'Harmattan et une baisse de Juillet à Septembre sous l'effet de la Mousson.

II.1.2.3 humidité relative et évaporation

L'humidité relative moyenne reste faible pendant la saison sèche (30 à 40%). Elle augmente avec la pluviométrie, dépasse la barre de 50% après le moins de Juin et se maintient à une valeur relativement élevée quelques mois après l'hivernage.

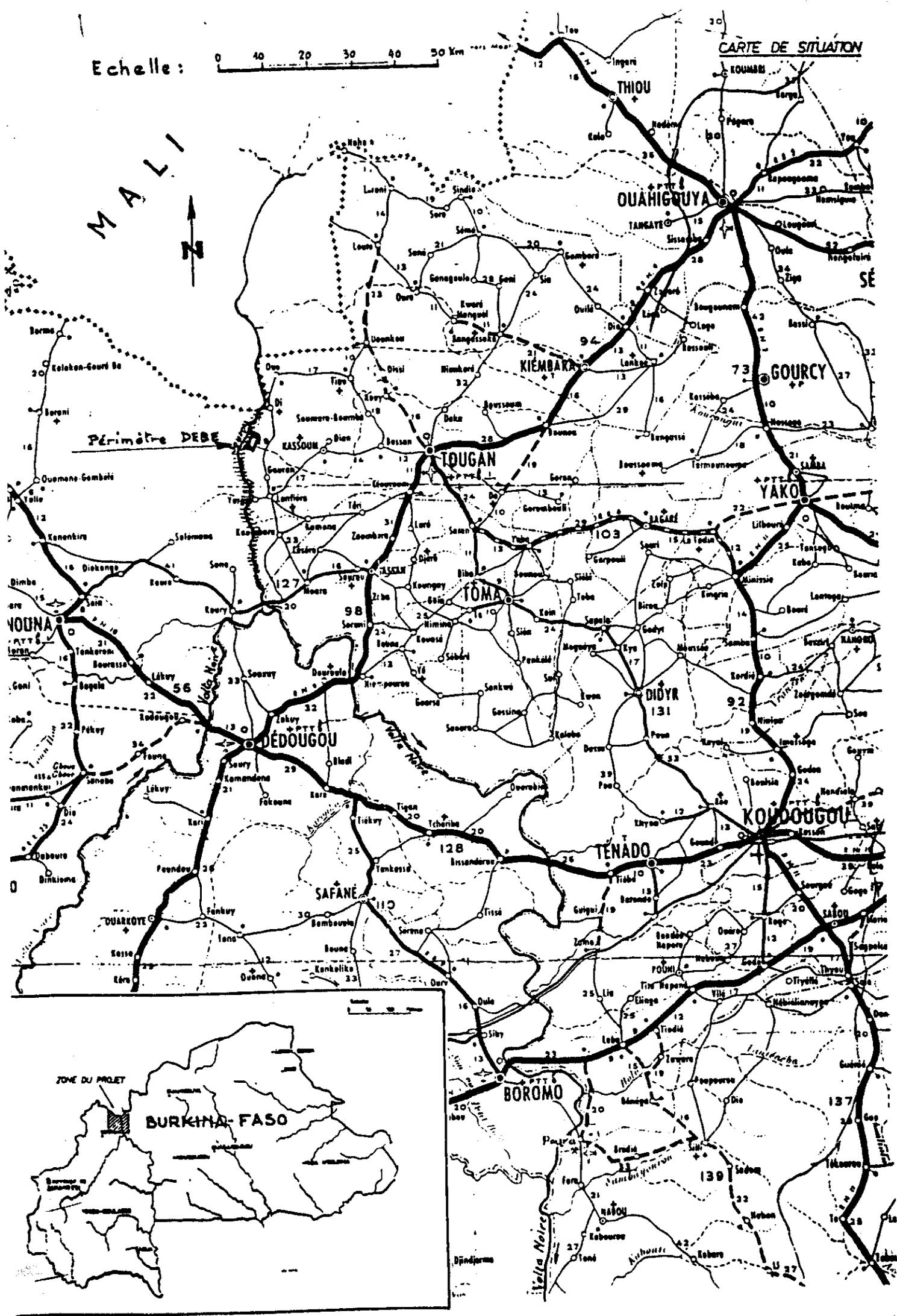
L'évaporation moyenne annuelle d'un bac classe A dans la région se situe autour de 2500 millimètres.

Echelle :



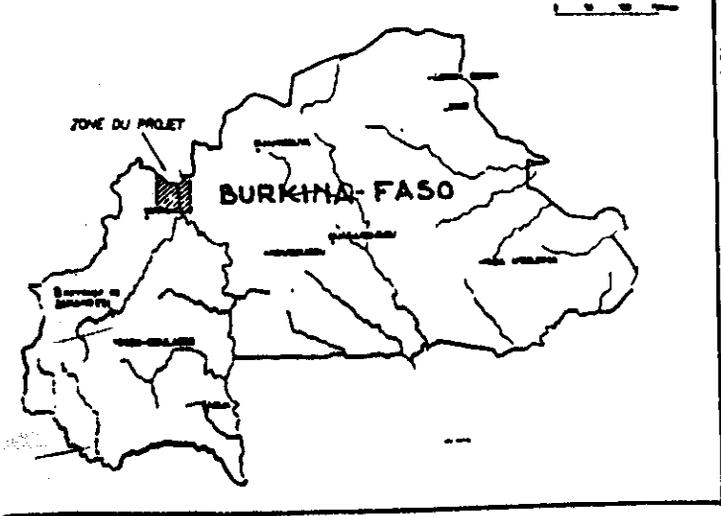
CARTE DE SITUATION

MALI



ZONE DU PROJET

BURKINA-FASO



II.1.2.4 Géologie et géomorphologie

La vallée est située dans la zone d'effondrement de la plaine du Gondo. Les formations récentes datent de fin tertiaire à début quaternaire et sont constituées d'alluvions argileux d'origine fluvio-lacustre, d'épaisseur variable.

Ces alluvions reposent sur des formations primaires (grès, schistes, dolomie) appartenant à l'étage grés-schisto-dolomitique du grès de Bobo.

Ces dernières sont elles même assises sur le socle granitique du précambrien.

A la périphérie de la cuvette et au contact des formations en place, un recouvrement sablo-argileux probablement d'origine colluviale succède aux argiles à affaissement et à nodules calcaires.

L'ensemble de la vallée est généralement décrit comme le flanc Est d'un grand synclinal dont l'axe se trouverait approximativement sur le cours actuel du Niger.

Le substratum géologique à niveau dolomitique détermine un modèle de cuvettes d'effondrement fermées ou communiquant avec le lit mineur, d'une profondeur comprise entre 75 et 125 centimètres.

Les dépressions ont en moyenne 100 à 300 mètres de diamètre.

Trois zones peuvent être délimitées en fonction de l'altitude:

	Altitude (m)	observation
Zone basse	249 à 252	inondable
Zone moyenne	252 à 255	non ou peu inondable
Zone haute	255 à 273	non inondable

La partie non inondable de la vallée se caractérise par un modelé très plat au dessus duquel s'élèvent d'un à deux mètres quelques plateaux cuirassés.

La pente générale redescend vers le Sourou et ne dépasse que localement 0,5%.

II.1.2.5 hydrologie

Les principaux cours d'eau traversant la vallée sont:

- * le Sourou, un affluent défluent de la rive gauche du Mouhoun
- * le Debé, un marigot affluent du Sourou

La capacité de la rivière Sourou s'est accrue depuis la dérivation du Mouhoun dans celle ci.

II.1.3. Végétation

La végétation, compte tenu du contexte pluviométrique de la région, est du type savane arbustive.

Deux grands types de formations végétales se rencontrent dans la vallée:

* les prairies marécageuses à graminées dans les zones soumises à une inondation prolongée.

* les savanes arbustives et localement arborées dans les zones exondées

Ces formations sont influencées par l'action de l'homme.

II.1.4. Activités humaines

Les activités économiques que mènent les populations sont orientées vers le secteur primaire: agriculture, élevage, pêche.

Les cultures couramment pratiquées sont les céréales (mil, sorgho, maïs) mais aussi le sésame et l'arachide. L'aménagement des périmètres irrigués a permis l'introduction de la riziculture inondée.

II.2. INVENTAIRE DES ELEMENTS CONCEPTUELS DU PERIMETRE

II.2.1. Historique

II.2.1.1 Objectifs

Les buts poursuivis par l'aménagement étaient:

*d'assurer l'autosuffisance vivrière de la zone

* l'amélioration des conditions de vie des populations

* le développement des cultures dans la région

* de tester les conditions de mise en valeur des aménagements ultérieurs par la création d'un périmètre pilote.

II.2.1.2 Les principaux acteurs

Demandeur: Etat Burkinabé

Maître d'Ouvrage: Ministère de l'eau

Maître d'Oeuvre: AMVS

Projeteur: SOGREAH¹

Réalisateur: l'ONBAH²

Financement: Fonds Européen de Développement (F.E.D.)

Gestionnaire: AMVS

Utilisateurs: 82 paysans regroupés en une coopérative

Encadrement: un encadreur

¹ Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques

² Office National des Barrages et des Aménagements Hydro-Agricoles

II.2.1.3 les dates importantes

juin 1985 :	Avant Projet Sommaire
juillet 1985:	Avant Projet Détaillé
Octobre 1985 à juin 1986	Travaux
Juin 1986	Réception provisoire
Juillet 1986	Première mise en culture

II.2.2. Les données de base

II.2.2.1 climatologie

Il semblerait que les études aient été conduites avec les données de la station de DEDOUGOU. Cette information n'a pu être vérifiée puisque les documents disponibles ne mentionnent pas les stations de référence.

II.2.2.2 hydrologie

Aucun des documents disponibles ne fait référence à de telles études. Une simple indication sur le niveau de variation du Sourou est fournie. Il serait compris entre les cotes 248,00 et 252,00 mètres.

II.2.2.3 pédologie

L'aménagement s'est basé sur des études de sols réalisées à grande échelle par le BUNASOLS et la SOFITEX dans la zone. Les documents suivants ont ainsi été utilisés pendant la conception:

* la carte pédologique au 1/10000 établie en 1978 par le BUNASOLS pour la SOSU-SOUROU

* la carte pédologique au 1/20000 établie en 1985 par la SOFITEX

Ces études ont permis l'identification des types de sols suivants:

Type de sol	classe d'aptitude
Sols hydromorphes peu humifères à pseudogley	apte à la riziculture
Sols peu évolués non climatiques, d'apport hydromorphes vertiques	riziculture
Sols brun Eutrophiens divisé en trois classes: * hydromorphes vertiques *, intergrade entre hydromorphes vertiques et ferruginisés ferruginisés	riziculture cultures pluviales polycultures
ferrugineux tropicaux	inaptes

II.2.2.4 agronomie

Le périmètre devait réaliser deux campagnes annuelles de riziculture. Les calendriers agricoles prévus en phase de projet sont les suivants:

campagne sèche: de Janvier à Avril avec pépinière en Décembre

campagne humide de Juillet à novembre avec pépinière en juin.

La taille des parcelles est fixée à 0,5 hectare et la surface nette exploitable est de 50 hectares.

II.2.2.5 les critères sociologiques

Les parcelles devaient être attribuées à la population du village de NIASSIAN, en raison de 0,5 à 1 hectare par famille suivant l'importance de celle ci. Il était également prévu:

* la mise en place d'une coopérative chargée de faire fonctionner le réseau d'irrigation, gérer les crédits de campagne, de l'entretien courant et du règlement de l'essentiel des problèmes socio-économiques des paysans.

* la création d'une société de mise en valeur devant assurer la tutelle de l'ensemble des aménagements dans la vallée. Elle aurait pour principales fonctions la maîtrise d'ouvrage (recherche de financement notamment), la maîtrise d'oeuvre (réalisation des périmètres), le gros entretien, la formation du personnel de la coopérative, l'évaluation socio-économique des aménagements, etc.

II.2.3. La conception technique

II.2.3.1 les normes d'irrigation

* Aucune indication sur la méthode de calcul de l'évapotranspiration potentielle, le choix des coefficients cultureux et l'efficience à la parcelle n'est donnée dans les dossiers.

* l'efficience estimée du réseau est estimée à 80%

* Les besoins en eau totaux annuels à la parcelle pour la riziculture sont estimés à 27827 m³ par hectare répartis mensuellement comme suit):

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	JUil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
	2000	5267	4067	4089	0	78	589	3922	2933	3489	1367	78

* Débit d'équipement calculé à partir des besoins du mois de Février en supposant une irrigation continue (24h/24 h) pendant cette période est égal à 2,7 l/s/ha

* main d'eau fixée à 27 litres par seconde, surface du quartier hydraulique égal à 10 hectares avec une prise pour deux hectares.

* distribution de l'eau par rotation à l'intérieur de chaque quartier hydraulique.

* réseau d'irrigation calculé avec des secondaires uniformément calibrés et un canal primaire de section variable d'amont en aval, par la formule de Manning Stricker en supposant des coefficients de rugosité de:

30 pour les canaux en terre

70 pour les canaux revêtus

II.2.3.2 les équipements

Le périmètre se compose:

- * d'un chenal d'amenée
- * d'une station de pompage
- * d'un réseau de canaux de section trapézoïdale dont un canal principal revêtu et cinq canaux en terre.
- * d'un réseau de colatures et de pistes internes.

Une description détaillée de ces équipements sera faite au chapitre 3

II.2.4. Economie

Coût total de l'aménagement : 155 millions de francs cfa

Amortissements prévus: aucune information disponible

III. CALCUL DES BESOINS EN EAU

III.1.DONNEES AGRO CLIMATIQUES

III.1.1.Précipitations

Les précipitations dans la région étant soumises à de très fortes variations inter annuelles, il est indispensable de disposer d'une longue série de relevés (au moins sur trente années d'observations) pour pouvoir faire des calculs fiables.

La station de Di, entrée en fonctionnement à partir de juillet 1977 ne dispose donc pas de suffisamment de données pour de tels calculs.

Il est donc nécessaire de compléter la série ou d'utiliser les relevés d'une station proche beaucoup plus ancienne.

Parmi les postes pluviométriques de la vallée nous avons retenu la station de Niassan situé à moins de trois kilomètres à vol d'oiseau de Di. Cette station a été bien suivie jusqu'à 1980 par le CIEH¹ et l'ORSTOM².

Les données ainsi disponibles couvrent la période de 1964 à 1995, soit trente-deux (32) observations, et sont relatives:

à la station de Niassan de 1962 à 1980

à la station de Di de 1981 à 1995

Les besoins en eau sont calculés avec les moyennes décennales de précipitations qui se produisent, à titre de probabilité, trois années sur cinq (probabilité de 75%). Cela suppose néanmoins un risque de pénurie une fois tous les cinq ans.

La distribution fréquentielle des hauteurs de pluie est étudiée en recherchant le meilleur ajustement des précipitations à l'une des cinq lois statistiques suivantes:

la loi de GIBRAT-GALTON

la loi de GOODRICH

la loi de PERSON II

la loi de GUMBEL

la loi de FRECHET

Pour une analyse détaillée de la question, on consultera les ouvrages ⁽³⁾ cités en référence.

Les calculs sont effectués à ordinateur avec le logiciel Safarhy de l'ORSTOM.

Les résultats des différents calculs sont fournis en annexe Une synthèse des valeurs obtenues est donnée par le tableau 3.1.

¹ CIEH: Comité Inter-Etats d'Etudes hydrauliques

² ORSTOM: Institut Français de recherche scientifique

III.1.2.Evapotranspirations

L'évapotranspiration est calculée à partir des données d'évaporation du bac classe A de la station de DI.

Elle s'obtient en corrigeant les relevés d'évaporation du bac par un coefficient multiplicateur variant de 0,55 à 1,1.

Le choix de ce coefficient est fonction des conditions atmosphériques (humidité relative et parcours du vent) et mode d'installation du bac.

Le bac d'évaporation de la station de DI est placé dans un abri météo comportant un sol nu. Les coefficients sont donc calculés dans le cas d'un bac environné d'une jachère sèche.

Toutefois, les mesures d'ETM du riz effectuées au Sourou nous permettent d'utiliser les données d'évaporation bac non corrigées pour le calcul des besoins en eau de la riziculture sur le périmètre.

Cela suppose au préalable la détermination de coefficients cultureux dérivés de l'évaporation bac. Nous aborderons dans le paragraphe III.1.4 le principe de calcul de tels coefficients.

III.1.3.Spéculations et calendriers agricoles

Le périmètre réalise deux campagnes annuelles de riziculture.

Les calendriers agricoles effectivement suivis sont les suivant:

campagne de saison sèche :de Janvier à Juin avec des pépinières semées à la mi Novembre

Campagne de saison pluvieuse: de Juillet à Novembre avec des pépinières semées en juin.

Ces campagnes sont relativement longues comparées au cycle des variétés utilisées qui est d'environ 120 jours du semis à la récolte. Ce glissement des campagnes provient du fait que les opérations de repiquage sont étalées sur un mois environ sur le périmètre.

La surface totale aménagée est de 50 hectares. La superficie emblavée varie:

entre 47,5 et 48,5 hectares en saison sèche

49,5 hectares en saison pluvieuse.

Quelques casiers sont jugés filtrants ne sont pas mis en valeur pendant la première campagne.

III.1.4.Coefficients cultureux

Les coefficients cultureux disponibles dans les documents sont standards et souvent inadapés à toutes les unités agroclimatiques.

Il est donc nécessaire de les actualiser en fonction des unités climatiques et des variétés disponibles localement.

Nous avons donc trouvé judicieux d'exploiter les mesures d'ETM au lysimètre effectuées au Sourou pour la détermination de ces coefficients.

L'ETM est lié à l'évapotranspiration potentielle par la relation:

$$ETM = K_c \times ET_o$$

Où ETM est l'évapotranspiration maximale de la plante

ETo l'évapotranspiration potentielle

Kc le coefficient cultural

D'autre part, on a : $ET_o = K_b \times E_{bacA}$

E_{bacA} étant l'évaporation mesurée au bac pendant la période considérée.

On obtient ainsi $ETM = K_c \times K_b \times E_{bacA} = K'_c \times E_{bacA}$

où K'c est le coefficient cultural dérivé de l'évaporation bac.

Le tableau 3.2 donnent les résultats obtenus

III.1.5. Pertes par percolations

Les essais d'infiltrations montrent que la perméabilité stabilisée des sols rencontrés sur le périmètre varie entre 0,03 et 2,8 millimètres par heure, soit 0.7 à 6.7 centimètres par jour. La moyenne de l'ensemble de ces essais est de 0.73 millimètres par jour.

Toutefois 6 essais sur 8 soit plus de 75% de ces mesures, donnent une perméabilité inférieure à 1 millimètre par heure.

Comparativement à la superficie totale du périmètre, les casiers filtrants sont relativement marginaux.

Nous adopterons donc pour le calcul des pertes par percolation la moyenne des valeurs obtenues sur les profils de sols les plus représentatifs, c'est à dire obtenus à partir des 6 essais de perméabilité inférieure à 1 millimètre par heure.

Elle vaut environ 0,24 millimètre par heure, soit près de 6 millimètres par jour.

III.1.6. Efficacités

Les mesures d'efficacité des canaux ont donné en moyenne les valeurs suivantes:

76 % pour les canaux en terre

92 % pour le canal principal

Ces valeurs pourraient être améliorées si une réfection des joints du canal principal et un réprofilage des secondaires sont entrepris.

Pour ne pas pénaliser le projet, nous ferons les calculs des besoins en eau avec des niveaux d'efficacité compatibles avec l'hypothèse de la réalisation des travaux précités.

Nous admettrons donc pour la suite des valeurs de

80% pour les canaux en terre

95% pour le canal principal.

L'efficacité à la parcelle n'a pas pu être mesurée.

Les débits relativement faibles manipulés à la parcelle et la perméabilité des sols rencontrés sur le périmètre permettraient de supposer qu'elle est bonne.

Pour la suite des calculs, nous retiendrons une valeur moyenne de 80% couramment adoptée dans le cas de l'irrigation par bassin sur des sols peu perméables.

III.2.LES BESOINS EN EAU SUR LE PERIMETRE

III.2.1.Besoins en eau annuels

Les besoins en eau sur le périmètre se décomposent en:

- * besoins en eau des plantes obtenus en multipliant l'évapotranspiration potentielle par un coefficient cultural

- * besoins spécifiques à la riziculture inondée (saturation, remplissage des casiers)

- * besoins de compensation des pertes par infiltration

Nous ferons donc les calculs avec les doses de :

120 mm soit 1200 m³/ha pour la saturation et le remplissage des casiers.

Les besoins en eau sont calculés avec les moyennes décadaires des précipitations et de l'évaporation bac classe A.

La surface des pépinières de l'ensemble du périmètre est d'environ 0,5 ha, soit 11% des superficies emblavées par campagne.

Les besoins en eau des pépinières seront donc pondérés par ce coefficient pour les rapporter aux surfaces mises en valeur.

Les calculs donnent les résultats des tableaux 3.4 et 3.4.

III.2.2.Débit d'équipement

L'irrigation a lieu tous les jours de la semaine avec une durée journalière:

12 heures à la saturation et au remplissage des casiers.

11 à 12 heures pendant la phase d'entretien.

La période de saturation et de remplissage des casiers est étalée sur 25 jours environ sur tout le périmètre.

En tenant des durées d'irrigation actuelles et des besoins en eau du périmètre, on obtient un débit d'équipement de 6l/s/ha.

Niveau de probabilité des pluies moyennes décadaires du Sourou
(période d'ajustement: 1964 à 1995)

		Niveau de probabilité (%)				
Mois	Décade	10	25	50	75	80
Mai	1					
	2	1.2	3.6	11.4	21.1	24.8
	3	6.1	12.1	22.7	38.4	43.1
Juin	1	6.9	11.6	20.5	36.4	42
	2	4.7	9.5	20.8	45.5	45.5
	3	15.2	22.3	32.1	44.8	48.4
Juil	1	15	21.2	37.3	60.1	60.1
	2	13	20.3	33.3	54.8	61.9
	3	29.8	41.4	59.5	85.4	93.5
Août	1	23.2	37.4	59.4	23.2	37.4
	2	16.8	30.5	53.4	16.8	30.5
	3	26	40	61.1	26	40
Sept	1	17.9	29.4	48.6	74	81.4
	2	13	20.4	33.6	55.3	62.6
	3	2.8	8	19.6	34.5	46.3
Oct	1	0	3.4	12.6	24.4	35.3
	2	0		8.4	9.1	12
	3	0				
Cumul		191.6	311.1	534.3	649.8	764.8

Valeurs mesurées de l'ETM du riz et de la percolation au Sourou

Saison humide 1992

saison humide 1993

Mois	décade	ETM mesurée (mm/j)	percolatio (mm/j)	ETM + D (mm)	ETM mesurée (mm/j)	percolatio (mm/j)	ETM + D (mm)
	1						
Août	2	4.1	16	20.1	6.3	18.9	25.2
	3	6.2	28.4	34.6	5.6	16.8	22.4
	1	8.1	28.5	36.6	8.4	9.5	17.9
Septembre	2	9.3	27.7	37	10.2	13.7	23.9
	3	9	25.1	34.1	9.4	3.5	12.9
	1	7.2	25.9	33.1	8.3	2.4	10.7
Octobre	2	7.8	23.4	31.2	8	-0.6	7.4
	3	6.8	25.3	32.1	8.7	-1.3	7.4
	1	6.8	25.1	31.9	6	0.3	6.3
Novembre	2	6.5	21.4	29.9	8.7	-1.3	7.4
	3						

Source: INERA

Coefficients cultureux déduits de ces mesures

1992

1993

Age du riz (jours)	ETM mesurée en mm/j	Ebac A en mm/j	$K'_c = \frac{ETM}{Ebac_A}$	ETM mesurée en mm/j	Ebac A en mm/j	$K'_c = \frac{ETM}{Ebac_A}$	Moyenne
0 à 10							
11 à 20	4.1	5.5	0.75	6.3	6.7	0.94	0.85
21 à 30	6.2	4.9	1.27	5.6	6.3	0.89	1.08
31 à 40	8.1	5.3	1.53	8.4	5	1.68	1.61
41 à 50	9.3	5.6	1.66	10.2	5.8	1.76	1.71
51 à 60	9	6.1	1.48	9.4	5.3	1.77	1.63
61 à 70	7.2	5.5	1.31	8.3	5.9	1.41	1.36
71 à 80	7.8	6.8	1.15	8	6.9	1.16	1.16
81 à 90	6.8	7.3	0.93	8.7	7.1	1.23	1.08
91 à 100	6.8	6.8	1	6	7.8	0.77	0.89
101 à 110	6.5	7.5	0.87	8.7	7.8	1.12	1

Besoins en eau sur le périmètre

Tableau 3.3 Campagne de la saison des pluies

Mois	Juin			juillet			Août			Septembre			Octobre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Décade															
EbacA (mm)			56.9	53.7	47.4	48.1	43.1	41.6	65.2	47.0	39.9	41.7	42.8	46.5	55.1
K'C			0.8	0.8	0.85	1.08	1.61	1.71	1.63	1.36	1.16	1.08	0.89	1	
ETM			45.5	43.0	40.3	51.9	69.4	71.1	106.3	63.9	46.3	45.0	38.1	46.5	
Pu (mm)			44.8	60.1	54.8	85.4	23.2	16.8	26.0	74.0	55.3	34.5	24.4	9.1	
ETM-Pu			0.7	-17.1	-14.5	-33.5	46.2	54.3	80.3	-10.1	-9.0	10.5	13.7	37.4	
Saturation (mm)			120												
Remplissage (mm)				120											
Infiltration (mm)				60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
Entretien (mm)												30		-150	
BN (mm)			120.7	162.9	45.5	26.5	106.2	114.3	140.3	49.9	51.0	100.5	73.7	0.0	
BN pépinières (mm)		102.0													
total mois (mm)		222.7			234.9			360.8			201.4			73.7	
Eg															
BB (mm)		342.6			361.4			555.1			309.9			113.4	
BB (m3/ha)		3426			3614			5551			3099			1134	

Nota: Pu: pluie utile. BN = besoins nets à la parcelle. BB: besoins totaux à fournir par le réseau. Eg: efficience globale d'irrigation. Entretien: lame d'eau d'entretien

Besoins en eau sur le périmètre

Tableau 3.24 : campagne de la saison sèche

Mois	Déc			Janv			Fev			Mars			Avril			Mai			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Décade																			
EbacA (mm)			85.5	69.7	85.5	82.3	86.8	76.5	94.4	96.2	114.6	101.1	99.4	96.9					
K'C			0.8	0.8	0.85	1.08	1.61	1.71	1.63	1.36	1.16	1.08	0.89	1					
ETM (mm)			68.4	55.8	72.7	88.9	139.7	130.8	153.9	130.8	132.9	109.2	88.5	96.9					
Pu (mm)																			
ETM-P(mm)			68.4	55.8	72.7	88.9	139.7	130.8	153.9	130.8	132.9	109.2	88.5	96.9					
Saturation (mm)			120																
Remplissage (mm)				120															
Infiltration (mm)				60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60					
Entretien (mm)																			
BN (mm)			188.4	235.8	132.7	148.9	199.7	190.8	213.9	190.8	192.9	199.2	148.5	6.9					
BN pépinières (mm)	20.6	13.8																	
total mois (mm)	20.6	202.2		517.3			604.4			583.0			155.4						
Eg							0.65												
BB (mm)	31.7	311.1		795.9			929.9			896.9			239.0						
BB (m3/ha)	317	3111		7959			9299			8969			2390						

Nota: Pu: pluie utile. BN = besoins nets à la parcelle. BB: besoins totaux à fournir par le réseau. Eg: efficacité globale d'irrigation. Entretien: lame d'eau d'entretien

III.3.CONCLUSION

Les calculs qui viennent d'être faits montrent que les besoins en eau et le débit d'équipement ont été sous-estimés pendant la phase d'étude. L'écart entre les besoins annuels est d'environ 11000 m³/ha, et à l'exception des mois de septembre et Novembre, les besoins en eau mensuels que nous avons obtenus sont supérieurs à ceux du GERSAR.

L'absence d'informations sur les données climatologiques utilisées et les hypothèses de calcul faites ne permet pas d'identifier les causes de cet écart.

Les canaux actuels ne pourront pas supporter les débits actualisés (300 l/s pour le canal principal et 60 l/s pour les secondaires). De même, la station de pompage actuelle ne permettrait de fournir le débit à pomper puisque son débit maximal est de 150 l/s.

Une prise en compte des paramètres d'irrigation actualisés se traduira donc par d'importantes modifications d'ouvrages. Les investissements à réaliser dans ces conditions devront permettre:

- * le renforcement du groupe motopompe actuel par une station de pompage de soutien de même puissance et de débit au moins égal ou son remplacement par un autre de débit deux fois plus important.

- * un nouveau calage des canaux d'irrigation

Il importe donc de déterminer si les améliorations apportées par de tels investissements seront pertinents comparés aux résultats actuels.

En d'autres termes, le bénéfice qu'obtiendrait le périmètre en cas de modification serait-il suffisant pour faire fonctionner les équipements et rembourser éventuellement à une partie des sommes investies?

Puisque les surfaces à emblaver restent les même dans les deux situations, les dépenses inhérentes aux cultures seront considérées comme des charges fixes. De même, nous supposons que les améliorations n'entraîneront pas une augmentation des frais du personnel de la coopérative chargée de gérer le périmètre.

Les seules charges susceptibles d'augmenter en cas d'amélioration sont les amortissements, les frais d'entretien et de pompage.

Les frais d'entretien annuels supplémentaires seront estimés à 10% du montant de l'investissement initial, tandis les amortissements seront calculés en supposant une durée de vie de 30 ans pour le réseau à construire et de 15 ans pour le matériel de pompage.

Le gain économique qu'entraînerait une augmentation des volumes pompés est d'environ 4 millions de francs par an pour un investissement initial avoisinant les 150 millions de francs. L'augmentation du revenu moyen par hectare serait d'environ 80000 F par an, soit 20000 F en moyenne par campagne.

Nous pensons que ce résultat n'est pas assez pertinent pour justifier ces investissements. Il serait plus facile et moins coûteux d'améliorer l'effcience actuelle du réseau.

Coût du pompage

Pour déterminer ce coût pour le cas de figure d'une amélioration des paramètres d'irrigation, il faut au préalable calculer les dépenses en carburant par m³ pompé avec les données actuelles et extrapoler les résultats obtenus.

Cela suppose toutefois que le rendement du groupe motopompe reste constant quel que soit la campagne, ce qui est, généralement le cas lorsque le niveau de remplissage est atteint au pied de la vis.

On utilise à cet effet les résultats de la campagne de saison sèche qui permettent d'avoir une estimation plus précise du volume

situation actuelle

	<i>Campagne sèche</i>
Carburant + lubrifiants	2 437 901
Nombre de jours de pompage	130
durée journalière de pompage	12
débit de la station (l/s)	135
Volume pompé (m ³)	758 160
dépense en carburant par m ³ pompé	3,22 F/m ³

Cas de l'amélioration

Volume annuel pompé	2418570
dépenses en carburant + lubrifiants	$3,22 \times 2418570 = 7\,787\,795$

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Canaux secondaires

débits l/s	b m	yn m	H m	décapage m ² /ml	remblais m ³ /ml	déblais m ³ /ml	revêtement m ³ /ml	longueur m
60	50	45	65	6.80 F	4.40 F	0.90 F		3 100.00 F
Canal principal								
300	60	60	80	5.95	1.29	4.21	0.70	640.00
				(m ²)	m ³	m ³	m ³	
Total				24888	14466	5484	448	

Designation	u	Qté	Pu	Coût
F CFA				
Décapage	m ²	24 888.00 F	400.00 F	9 955 200 F
Remblai	m ³	14 465.60	2 650.00	38 333 840
déblai	m ³	5 484.40	1 900.00	10 420 360
revêtement	m ³	448.00	100 000.00	44 800 000
béton de propreté	m ³	2.00	53 000.00	106 000
Module à masques	u	5.00	500 000.00	2 500 000
béton armé pour modules	m ³	5.00	135 000.00	675 000
Total réseau				106 790 400 F
Motopompe 9 KW et asséchoires				24 000 000 F
				130 790 400 F
Imprévus (10 %)				13 079 040 F
Total				143 869 440 F

Comparaison des bénéfices obtenus dans les deux situations

Le rendement moyen annuel actuel est de 4,4 tonnes par hectare. En supposant que la modification des paramètres d'irrigation permettra d'atteindre le maximum de rendement des variétés utilisées sur le périmètre, on obtient:

	<i>Situation de référence</i>	<i>Amélioration des paramètres</i>
Investissement	0	150 000 000
Production Totale (tonnes)	454,55	582
production vendue(tonnes)	413,232	523,8
prix de vente (F/t)	93000	93000
Total ventes	38811048	48713400
Charge de culture	6280501	6280501
Fonctionnement	1570632	1570632
pompage	4102676	7785795
Amortissement pompe	397410	1997410
taxes d'aménagement	193000	323790
Entretien	146250	277040
Impôts et taxes	3920	3920
Total charge	12694389	18239088
Résultat	26120581	30474312

Gain: 4353731 F/an

IV. ANALYSE DIAGNOSTIC DU PERIMETRE

IV.1. INVENTAIRE DES INFRASTRUCTURES

(cf. page 30 à 34)

IV.1.1. conclusion

L'inventaire de description des ouvrages qui vient d'être faite révèle un bon entretien des canaux, des colatures et des pistes. Une réutilisation des eaux de drainage permet une économie de la ressource .

Toutefois, la faible capacité des secondaires et la mauvaise étanchéité au niveau des prises tout ou rien contribuent à réduire leur efficacité et défavorisent les prises les plus à l'aval de ces canaux.

Cette situation découle de l'absence de planification d'interventions spécialisées sur le périmètre.

On note également des difficultés à irriguer ou à drainer certaines parcelles dues à un mauvais planage et à un niveau relativement bas.

IV.2. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

IV.2.1. Disponibilité de la ressource en eau

Il ressort de l'avis de l'aiguardier, chargé de la mise en marche et de la surveillance de la station de pompage, que le niveau d'eau au pied de la station a été suffisant pour permettre un remplissage correct de l'Hydrovis durant les dix années de fonctionnement du périmètre.

Type d'ouvrage	Caractéristiques prévues initialement	Etat actuel	Observations
<p>Ouvrages de mobilisation</p> <ul style="list-style-type: none"> ● chenal d'amenée <ul style="list-style-type: none"> ● Station de pompage 	<p>Longueur: 3,5 Km largeur en base : 1m fruit des berges: 1/1 pente du radier: 0 ‰ profondeur: 1,8 à 2,3 m</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pompe <p>Hydrovis de marque Vuillafans S.A. Débit nominal: 135 l/s vitesse de rotation nominale: 46 tr/min longueur: 9,78 m nombre de spires: 2 hauteur de relevage: 6,26 m</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Moteur <p>moteur Diesel de marque Lister vitesse de rotation: 1500 tr/min le moteur est installé dans un abri grillagé coiffé en tôles</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Réducteur <p>fabriquant: Hansen Junior rapport de réduction: 32,86</p>	<p>Les berges sont stables. Le niveau d'envasement n'a pas pu être évalué</p> <p>Bon état</p>	<p>bonne aération des machines</p>

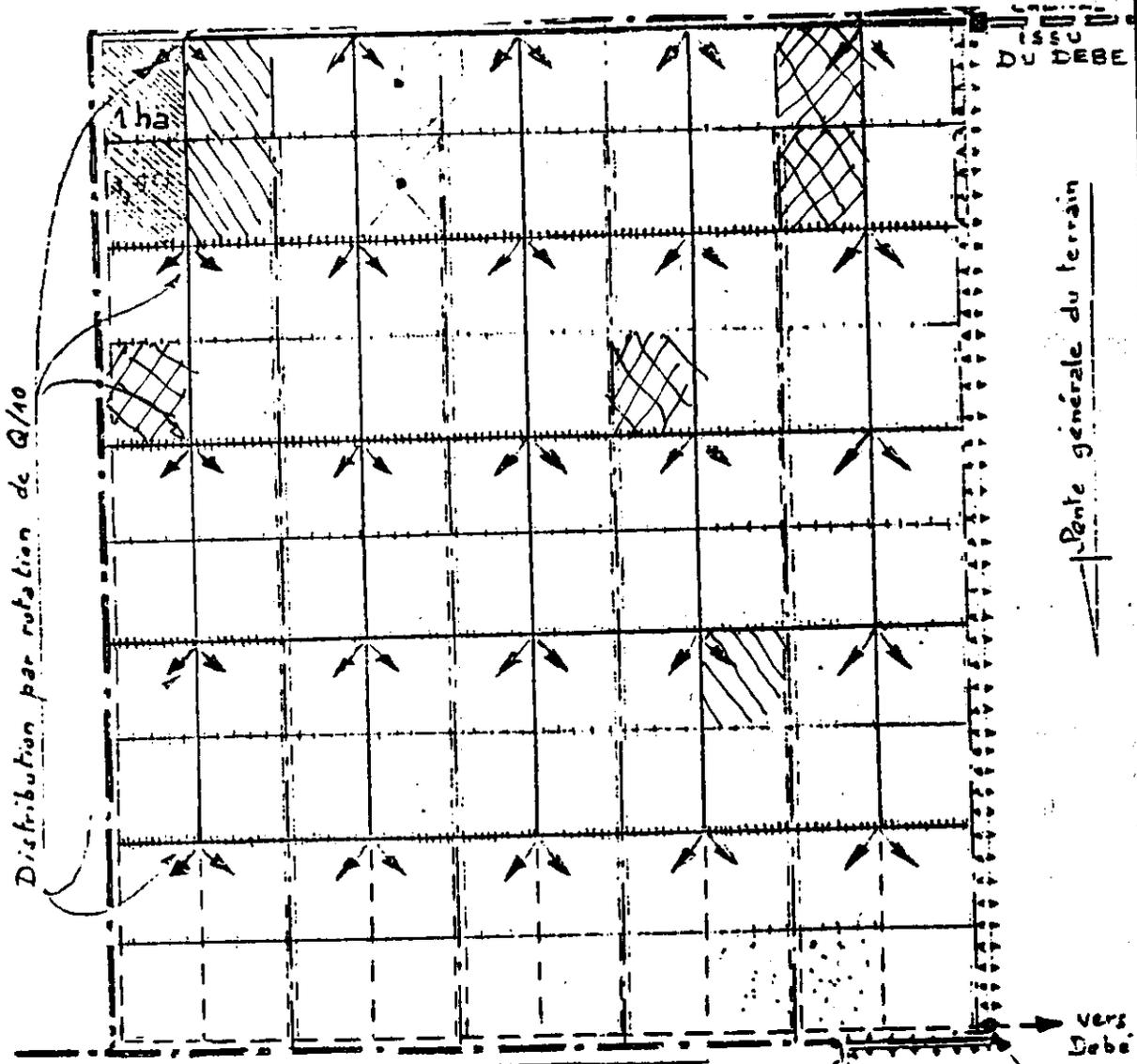
Type d'ouvrage	Caractéristiques prévues initialement	Etat actuel	Observations
Réseau d'irrigation gravitaire	<p>Canal revêtu de section trapézoïdale variable d'amont en aval, de longueur totale égale à 640 m. les caractéristiques des différents tronçons sont les suivantes (dimensions en mètres)</p> <p>* tronçon compris entre la station et la seconde prise (amont) $b = 0,50$ $H=0,65$ pente = $0,3 \text{ ‰}$ $L = 211$ $m = 1/1$</p> <p>* tronçon compris entre seconde et la troisième prise $b = 0,40$ $H=0,65$ pente = $0,3 \text{ ‰}$ $L = 143$ $m = 1/1$</p> <p>* tronçon compris entre la troisième et la quatrième prise $b = 0,30$ $H=0,65$ pente = $0,3 \text{ ‰}$ $L = 143$ $m = 1/1$</p> <p>* tronçon compris entre la quatrième et la dernière prise $b = 0,30$ $H=0,60$ pente = $0,3 \text{ ‰}$ $L = 143$ $m = 1/1$</p>	<p>dimensions et pentes conformes. Bon état</p>	<p>Fuites d'eau perceptibles dans le premier tronçon</p>
<p>● Canaux secondaires</p>	<p>en terre, section trapézoïdale uniforme pour tous les tronçons et les secondaires. $b = 0,30$ $H=0,40$ pente = $0,32 \text{ ‰}$ $L = 640$ $m = 1/1$</p>	<p>Profondeur réelle plus faible. talus dégradés</p>	<p>débit véhiculé sans revanche débordement fréquents sur les trois premiers tronçons de chaque canal</p>

Type d'ouvrage	Caractéristiques prévues initialement	Etat actuel	Observations
Réseau d'irrigation (suite)			
<ul style="list-style-type: none"> ● Prises sur canal principal 	<p>on a:</p> <p>4 partiteurs fixes en béton de rapport de partition 1/5</p> <p>1 puisard équipé d'une buse pour l'alimentation du dernier secondaire en fin de canal principal</p>	bon état	
<ul style="list-style-type: none"> ● Prises sur secondaires 	<p>4 prises TOR équipés de volets mobiles en tôles d'acier permettant d'alimenter soit le canal, soit deux parcelles</p> <p>1 puisard en fin de canal équipé de buses permettant d'alimenter les derniers casiers.</p>	Bon état	mauvaise étanchéité des prises TOR
Réseau de drainage	<p>1 colature principal débouchant sur le chenal</p> <p>8 colatures internes parallèles aux pistes et débouchant sur la colature principale.</p> <p>* 1 piste latéritique principale de 5 m de long entourant tout le périmètre</p> <p>* pistes secondaires de même nature, de 4 m de large, permettant l'accès aux casiers</p>	bon entretien	
Réseau de pistes		bon état	

Type d'ouvrage	Caractéristiques prévues initialement	Etat actuel	Observations
Parcelles	Le périmètre est morcelé en parcelles de 0,5 ha avec 2 ha équipés d'une prise		sols en grande majorité aptes à la riziculture inondée (faible perméabilité) quelques casiers filtrants identifiés Défaut de planage initial sur certaines parcelles

Nature des parcelles

-  fitrantes
-  mal planées
-  inondables



Distribution par rotation de Q/10

- 0.2  Canaux
- 0.2  Colatures d'assainissement
- 0.3  Pistes
- 0.3  Diguettes de séparation des Casiers
- 0.3  Diguettes intermédiaires
- 0.3  Digue de -protection.

Ouvrage à clapet

Echelle 1/5000.

IV.2.2. débit de la station de pompage

Le tableau ci après donne le résultat de trois séries de mesure du débit de la station (une par le service hydrologie de la DIRH¹ en août 1993 , deux par nous au cours de l'étude). Ce débit a été mesuré au micro moulinet, à la sortie du bassin de dissipation, à environ 15 à 20 mètres de la station de pompage.

Une mesure de la vitesse de rotation de la vis d'Archimède a été effectuée au cours des jaugeages que nous avons réalisés.

Tableau 1: débit de la station mesuré à la sortie du bassin de réception

date	Opérateur	vitesse de rotation (tr/min)	Débit moyen (l/s)	Observation
13/08/93	DIRH		92	mesure à l'aller
13/08/93	DIRH		89	mesure au retour
15/04/96		44,3	135	
16/04/96		44,5	135	mesure à l'aller
16/04/96		44,5	134	mesure au retour

Le débit de la station au cours des mesures effectuées par la DIRH est inférieur de 33% environ au débit nominal.

Par contre, la dernière série de mesures donne des résultats assez voisins de la valeur nominale.

Il est bon de remarquer que les jaugeages de la DIRH se situent au mois d'Août, c'est à dire en campagne hivernale où l'on pratique généralement l'irrigation d'appoint. La vitesse de rotation de l'hydrovis a dû être probablement réduite au cours de cette période pour adapter le débit aux besoins.

Le débit nominal d'une vis d'Archimède se calcule par la relation:

$$Q_n = 1,15UND^3 \quad (m^3 / s)$$

¹ DIRH: Direction de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques

avec: Q_n = débit nominal de la vis

U coefficient de débit qui dépend des caractéristiques géométriques de l'Hydrovis (diamètre, pas de l'hélice, angle d'inclinaison)

N = vitesse de rotation en tr/min

D = diamètre extérieur

Cette équation n'est valable qu'à condition que:

* le niveau du plan d'eau au pied de la station se maintient à la cote d'amorçage (cote de la spire la plus basse)

* la lame déversante est stable

* le jeu fonctionnel entre la vis et l'auge est normal

* la vitesse de rotation est inférieure ou égale à la vitesse limite de rotation de l'hydrovis

L'équation précédente montre que pour une vis donnée, le débit dépend des conditions de fonctionnement et de la vitesse de rotation.

Le niveau d'eau dans le chenal dépassait largement les dernières spires de l'hélice. Par conséquent cette condition a dû être remplie au cours des jaugeages de la DIRH qui ont eu lieu en saison de pluie.

D'autre part, les faibles fuites en retour observées au cours de nos mesures permette de supposer un jeu fonctionnel normal, ce qui a été le cas pour les jaugeages antérieurs.

La cause la plus probable de la différence de débit constaté serait donc la vitesse de rotation.

IV.2.3. débit dans les canaux et efficience

Tableau 2: débit d'entrée dans les secondaires et efficience du canal principal

date	débit de la station (l/s)	débit d'entrée dans les secondaires (l/s)					Σ des débits dans les secondaires l/s	efficience du canal principal %
		CS1	CS2	CS3	CS4	CS5		
15/04/96	135	25	29	24,9	22	20,1	121	90
16/04/96	134,5	27,3	29,5	24,7	25,9	18	125	92
17/04/96	135	26,1	28	24,6	23,3	22	123,9	92
moyenne	135	26,1	28,8	24,7	23,7	19,9	123,3	91

figure 4.1: débit moyen mesuré sur les secondaires

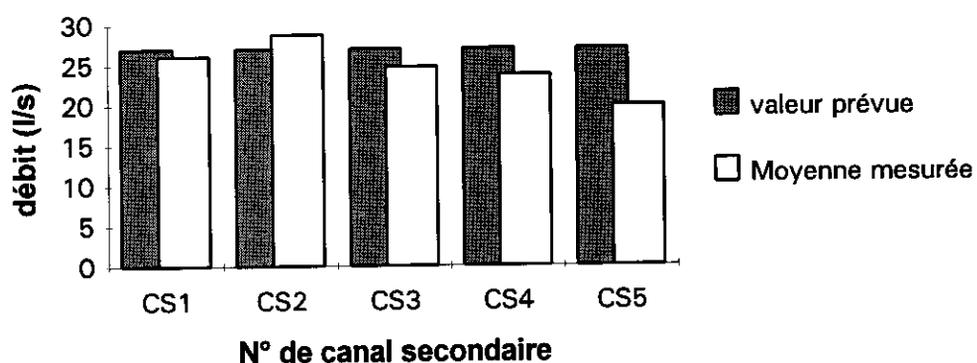
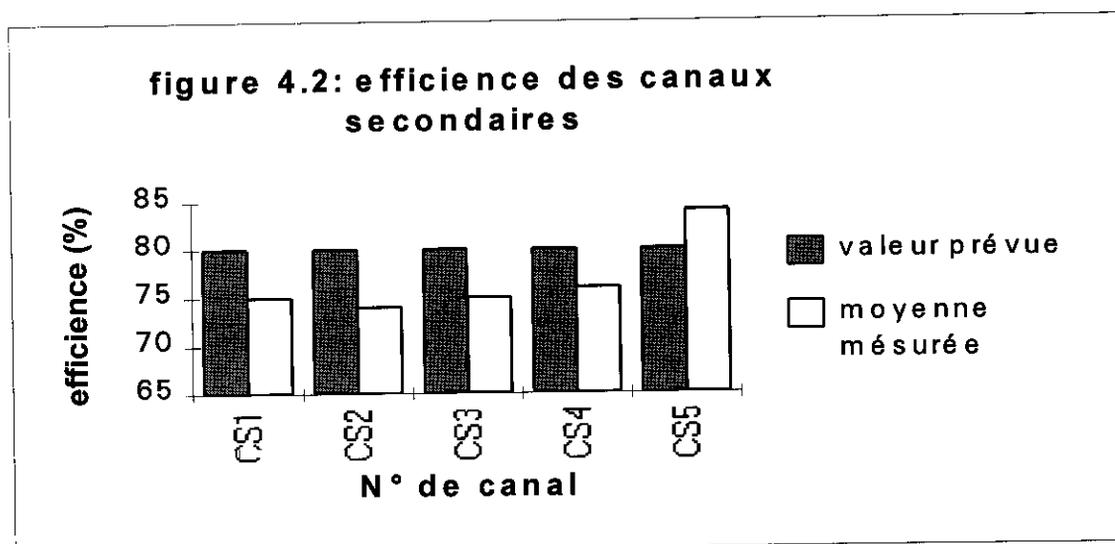


Tableau 3: efficacité des canaux secondaires

date		CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
15/04/96	débit d'entrée (l/s)	25	29	24,9	23	20,1
	prise assurant le tour d'eau	1	1	1	2	3
	débit total en tête de parcelle (l/s)	21	27	21	20	16
	efficacité (%)	84	93	84	87	80
16/04/96	débit d'entrée (l/s)	27,3	29,5	24,7	23,4	19
	prise assurant le tour d'eau	5	5	5	5	2
	débit total en tête de parcelle (l/s)	19,6	17	16,5	17	15
	efficacité (%)	71	0,58	66	72	79
17/04/96	débit d'entrée (l/s)	26,1	28	24,6	23,2	22
	prise assurant le tour d'eau	4	4	4	4	1
	débit total en tête de parcelle (l/s)	18	20,3	18	17,2	20
	efficacité (%)	70	72	73	74	90
	moyenne	75	74	75	76	84



Les mesures effectuées permettent de dégager les renseignements suivants:

* Bien que le débit de la station de pompage soit égal à la valeur nominale, la main d'eau prévue de 27 litres par seconde n'est vérifiée que sur un seul secondaire (CS2.)

* La distribution de l'eau dans ces canaux n'est pas équitable. Elle favorise les canaux secondaires les plus à l'amont.

* A l'exception du dernier secondaire, les pertes au cours du transport sont assez importantes (jusqu'à 42 % du débit d'entrée sur le secondaire CS2) lorsque les prises les plus à l'aval assurent leur tour d'eau. Il existe donc également une inéquité dans la répartition de l'eau entre les prises d'un même canal secondaire.

Une mauvaise régulation des partiteurs, la revanche quasi nulle des canaux et une mauvaise étanchéité des volets des prises tout ou rien expliquent ces dysfonctionnements.

En effet, les partiteurs ne contrôlent pas le débit mais prélèvent une fraction fixe du débit affluent que si l'écoulement est dénoyé sur les seuils des partiteurs. Dans ces conditions, la fraction prélevée est proportionnelle à un rapport de longueur des seuils.

En phase d'avant projet, ces ouvrages sont calculés en faisant l'hypothèse d'un tel écoulement sur les seuils, et nous avons vérifié que leurs dimensions actuelles correspondent bien à celles prévues à l'étude.

Par contre, au cours des mesures, la condition d'écoulement dénoyé n'était remplie sur aucun des partiteurs.

D'autre part, même si le débit de la station est égal au débit nominal, le débit à l'amont du premier partiteur du périmètre est inférieur à cette valeur à cause des fuites relativement importantes dans le tronçon de canal avant ce partiteur. Les traces de ces fuites sont d'ailleurs perceptibles dans les remblais du canal et les jaugeages effectués montrent une différence de quatre litres par seconde environ entre l'entrée et la sortie de ce tronçon.

* Malgré les fuites sus mentionnées, l'efficacité du canal principal est bonne. Elle pourrait d'ailleurs être améliorée si un renouvellement des joints de mastics est fait dans le tronçon de canal décrit plus haut.

Les fréquents débordements consécutifs à la faible profondeur des canaux et la mauvaise étanchéité des vannettes des prises tout ou rien expliquent cette inéquité.

On remarque d'ailleurs que ces pertes sont moins importantes dans le dernier secondaire où le débit est plus faible et les débordements quasi inexistantes.

IV.2.4. pertes par infiltration dans les canaux

Elles ont été difficiles à mesurer dans les secondaires à cause de l'importance des pertes par débordement sur la plupart des tronçons de canaux compris entre les prises tout ou rien 1 et 4.

Pour le canal principal, ces pertes peuvent être déduites de l'efficience. Elles valent donc en moyenne 9% du débit d'entrée. Les fuites entre le début du canal et le premier partiteur (9% de la longueur totale du canal) représente environ 27% des pertes totales.

IV.2.5. Gestion de l'eau d'irrigation

IV.2.5.1) Organisation de l'irrigation

Le réseau est en eau tous les jours de la semaine, pendant 12 heures par jour en saison sèche et de 11 heures par jour en saison de pluie.

Le tour d'eau est organisé autour des prises de chaque secondaire avec une rotation de cinq jours.

Pendant le tour d'eau, la durée d'ouverture des prises est fixée à:

12 heures durant la phase d'entretien

48 heures (4 journées de 12 heures) en phase de saturation.

On est donc bien loin de l'irrigation continue prévue dans les référentiels techniques au cours de cette période.

Le débit à la prise est distribué en même temps à deux casiers de 0,5 hectares chacun, avec une durée d'arrosage par casiers fixée à:

11 heures en phase de mise en boue

5 à 6 heures pendant la période d'entretien

Le remplissage des casiers est effectué cinq à six jours après la mise en boue avec une durée d'arrosage de 5 heures par casier de 0,5 hectare. Le délai de cinq à six jours entre la saturation et le remplissage est fixé pour permettre de bénéficier de la présence d'une lame d'eau rémanente après la saturation.

En effet, les débits délivrés à la parcelle ne permettraient pas d'obtenir une lame d'eau suffisante dans la durée d'irrigation impartie.

La phase de mise en boue et de remplissage est donc étalée sur environ un mois sur tout le périmètre.

En début de campagne, les prises devant débiter les premières le tour d'eau sur chaque secondaire sont fixées en assemblée générale par le groupement coopératif.

Les tableaux 4 et 5 présentent l'organisation de l'irrigation prévue en début de campagne et celle effectivement constatée pendant les enquêtes.

Tableau 4: tour d'eau fixé en début de campagne

	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
1 ^{er} jour	prise 5	prise 5	prise 5	prise 5	prise 1
2 ^e jour	prise 4	prise 4	prise 4	prise 4	prise 2
3 ^e jour	prise 3				
4 ^e jour	prise 2	prise 2	prise 2	prise 2	prise 4
5 ^e jour	prise 1	prise 1	prise 1	prise 1	prise 5

Tableau 5: tour d'eau pendant les enquêtes

	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
1 ^{er} jour 15/04/96	prise 1	prise 1	prise 1	prise 2	prise 3
2 ^e jour 16/04/96	prise 5	prise 5	prise 5	prise 5	prise 2
3 ^e jour 17/04/96	prise 4	prise 4	prise 4	prise 4	prise 1

Ils montrent que le tour d'eau initial a été bien respecté sur les trois premiers secondaires. L'écart observé sur les autres serait dû à un consensus entre les paysans pour permettre de résoudre des problèmes d'ordre sociologique.

IV.2.5.2) débit à la parcelle

Le tableau 6 donne les résultats des mesures de débit sur certaines parcelles.

Il révèle qu'au niveau de chaque prise, on a également une répartition inégale des débits du fait de la différence de cote entre les parcelles en rive gauche et rive droite du canal.

Excepté le secondaire 2, les débits à la parcelle au cours de chaque rotation sont inférieurs à la valeur prévue du fait de l'insuffisance du débit d'entrée dans chacun de ces canaux.

IV.2.6. Maintenance de l'aménagement

Les paysans du périmètre sont conscients de la nécessité d'une maintenance des équipements. Des travaux d'entretien légers (curage des canaux et des colatures, nettoyage) sont systématiquement entrepris en début de chaque campagne sous l'impulsion du groupement.

Cependant, l'insuffisance de moyens financiers et le faible niveau de technicité ne permettent pas d'envisager des travaux plus importants tels que le reprofilage des canaux.

IV.2.7. Conclusion

L'analyse du fonctionnement hydraulique qui vient d'être faite révèle une parfaite organisation de l'irrigation par les paysans et un respect des tours d'eau.

Cependant, on note une insuffisance des débits à la parcelle et une inégale répartition de l'eau dues au mauvais fonctionnement du réseau. Ces lacunes peuvent affecter la viabilité de l'aménagement. Il importe donc de procéder à une réhabilitation des ouvrages.

Tableau 6: Débit à la parcelle

N° canal	Date	n° prise	n° parcelle	surface (ha)	temps d'irrigation (h)	Débit en tête du canal secondaire	débit en tête de parcelle (l/s)
CS1	15-Avr	1	P11a	0,5	6	25	12
			P12b	0,5	6		11
	16-Avr	5	P19a	0,5	6	27,3	9,6
			P110b	0,5	6		9,6
	17-Avr	4	P17a	0,5	6	26,1	10,8
			P18b	0,5	6		7,2
CS2	15-Avr	1	P23a	0,5	6	29	14,5
			P24b	0,5	6		12,5
	16-Avr	5	P29a	0,5	6	29,5	7
			P210b	0,5	6		7
	17-Avr	4	P27a	0,5	6	28	7
			P28b	0,5	6		11
CS3	15-Avr	1	P25a	0,5	6	24,9	8,9
			P36b	0,5	6		7
	16-Avr	5	P39a	0,5	6	24,7	7,5
			P310b	0,5	6		7,2
	17-Avr	4	P37a	0,5	6	24,6	7,1
			P38b	0,5	6		7
CS4	15-Avr	1	P41a	0,5	6	23	7,6
			P42b	0,5	6		11
	16-Avr	5	P49a	0,5	6	23,4	11,5
			P40b	0,5	6		6,8
	17-Avr	4	P47a	0,5	6	23,2	6,8
			P48b	0,5	6		10
CS5	15-Avr	3	P53a	0,5	6	20,1	7,1
			P54b	0,5	6		8,5
	16-Avr	2	P51a	0,5	6	19	9,6
			P52b	0,5	6		10,4

IV.3. AGRONOMIE

IV.3.1. L'exploitation familiale

La taille de la parcelle familiale varie de 0,5 à 1 hectare. Sur le 50 hectares aménagés, on dénombre:

* 17 exploitations de 1 hectare, soit 34% de la superficie totale

* 65 exploitations de 0,5 hectares qui représentent 65% de la superficie du périmètre.

* et 0,5 hectare non attribué, destiné à servir de pépinière à l'ensemble du périmètre.

Au total, sur les 82 exploitations que compte l'aménagement, 21% ont une superficie de un hectare.

IV.3.2. Les spéculations

Le périmètre est emblavé en riz pendant les deux campagnes annuelles. En hivernage, toute la surface attribuée est mise en valeur.

Par contre, en saison sèche, entre 47 et 48,5 hectares soit 94 à 96% de la superficie totale, sont exploités puisque certains casiers jugés filtrants ne sont pas mis en valeur.

Les enquêtes font ressortir l'utilisation de trois variétés de riz dont quelques caractéristiques agronomiques sont données par le tableau ci après:

Tableau 7: caractéristiques des variétés de riz semés sur le périmètre.

	Non de la variété	4456	4418 ou FKR14	ITA 123
	origine	Inde	Inde	Nigeria
	groupe variétal	Orizea Sativa	Orizea Sativa	Orizea Sativa
	année d'introduction	1976	1976	1983
	cycle semis épiaison (j)	93	95	92
durée du	cycle semis récolte	121	123	121
cycle	rendement potentiel (t/ha)	6 à 7	6 à 7	5 à 6
fumure	urée (kg/ha)	75	90	75
conseillée	NPK (kg/ha)	300	300	300

IV.3.3. L'équipement agricole

Au niveau des exploitants, en plus des outils traditionnels (houe, pioche, etc.), 78% des personnes interrogées possèdent une charrue à traction bovine et 57% des boeufs de trait.

La quasi totalité des exploitants disposent de charrettes pour le transport et de herse rotatives pour le sarclage.

Ce niveau d'équipement relativement élevé résulte des crédits accordés par le groupement pendant les premières années de fonctionnement.

Toutefois toute la superficie emblavée en saison sèche est labouré au tracteur de l'AMVS et 68% de cette superficie l'est également en campagne humide.

IV.3.4. Calendrier agricole et techniques culturales

Le calendrier effectif des cultures se présente comme suit:

- * campagne saison sèche: Décembre à Juin
- * campagne saison pluvieuse: mi Juin à Novembre

Le planning des travaux est donné par le chronogramme ci-après. Il est respecté par l'ensemble des paysans.

Un examen des dossiers d'aménagements montre que les dates théoriques de démarrage des campagnes diffèrent peu de celle effectivement constatées.

Les engrais sont fournis à crédit par le groupement en début de campagne et distribués par l'encadreur.

Les doses d'engrais préconisées sont:

NPK 300 Kg/ha

Urée 150 Kg/ha

Elles sont conformes aux valeurs requises pour les variétés utilisées.

La composition chimique de ces engrais n'a pas pu toutefois être déterminée.

L'épandage se fait généralement deux à trois jours après le labour pour le NPK et l'urée est appliqué quelques semaines après le repiquage.

Parmi les personnes interrogées, 79% emploient en plus de la fumure organique répandue généralement après le labour. Elle provient soit des fosses familiales, est soit ramassée en brousse ou achetée aux éleveurs Peuls.

Calendrier agricole

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembr	Octobre	Novembre	Déc
Calendrier prévu						(P)						(P)
Calendrier courant						(P)						

Planning des travaux

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Pépinières												
Labour												
Répiquage												
Sarclage												
Fertilisation												
récolte												

Nota: Campagne de la saison sèche 

Campagne de la saison de pluie 

(p): pépinières

175

Les quantités utilisées dépendent de la disponibilité de la fumure. Elles sont exprimées en sacs ou en nombre de charrettes.

Les doses appliquées par parcelles varient de cinq (5) à dix (10) sacs et de deux (2) à trente (30) charrettes. On note que les doses par unité de surface sont plus élevées pour les exploitations de un hectare. Leurs propriétaires disposent de plus de moyens financiers et associent généralement agriculture et élevage.

Le sarclage est réalisé manuellement et ou à la herse rotative. Le premier sarclage intervient quinze à vingt jours après le repiquage.

La plupart des travaux sont effectués avec la main d'oeuvre familiale. Pendant les opérations comme le repiquage et la récolte qui nécessitent une main d'oeuvre importante, certains exploitants emploient de la main d'oeuvre.

IV.3.5. Gestion de l'eau d'irrigation

IV.3.5.1) dose d'irrigation

Les mesures de dose à la parcelle ont été effectuées pendant la deuxième décennie du mois d'Avril. Les besoins en eau à la parcelle au cours de cette période s'élèvent à 1929 m³/ha.

Comme la rotation sur le périmètre est de cinq jours, la dose théorique correspondante est d'environ 965 m³/ha.

Le volume réellement apporté s'obtient en multipliant le débit mesuré à la parcelle par la durée d'arrosage de celle-ci.

Les résultats des calculs sont donnés par le tableau 8.

Ils indiquent une insuffisance des apports sur la plupart des parcelles. Ce déficit est découlé du fait que le débit d'équipement a été sous-estimé pendant la phase d'étude. Il est d'autant plus accentué que la régularisation du débit dans les secondaires et au droit des prises est mal assurée.

IV.3.5.2) apports souterrains

Les mesures piézométriques montrent qu'en saison sèche, la nappe est à plus de 2,5 mètres de profondeur par rapport à la surface des parcelles. Les apports souterrains sont donc nuls au cours de cette période.

Des mesures en saison pluvieuse permettront certainement d'avoir des résultats plus concluants.

Tableau 8: Doses à la parcelle

N° canal	n° prise	n° parcelle	Débit (l/s)	Durée d'apport (h)	Dose apportée (m3/ha)	Dose théorique (m3/ha)	déficit (%)
CS1	1	P11a	12	6	518	964	46,3
	1	P12b	11	6	475	964	50,7
	5	P19a	9,6	6	415	964	57
	5	P110b	9,6	6	415	964	57
	4	P17a	10,8	6	467	964	51,6
	4	P18b	7,2	6	311	964	67,7
CS2	1	P23a	14,5	6	626	964	35,1
	1	P24b	12,5	6	540	964	44
	5	P29a	7	6	302	964	68,7
	5	P210b	7	6	302	964	68,7
	4	P27a	7	6	302	964	68,7
	4	P28b	11	6	475	964	50,7
CS3	1	P25a	8,9	6	384	964	60,2
	1	P36b	7	6	302	964	68,7
	5	P39a	7,5	6	324	964	66,4
	5	P310b	7,2	6	311	964	67,7
	4	P37a	7,1	6	307	964	68,2
	4	P38b	7	6	302	964	68,7
CS4	1	P41a	7,6	6	328	964	66
	1	P42b	11	6	475	964	50,7
	5	P49a	11,5	6	497	964	48,4
	5	P40b	6,8	6	294	964	69,5
	4	P47a	6,8	6	294	964	69,5
	4	P48b	10	6	432	964	55,2
CS5	3	P53a	7,1	6	307	964	68,2
	3	P54b	8,5	6	367	964	61,9
	2	P51a	9,6	6	415	964	57
	2	P52b	10,4	6	449	964	53,4

Nota: le déficit est exprimé en % de la dose théorique

IV.3.6. Les rendements

Les enquêtes sur les rendements concernent l'ensemble des 82 exploitants du périmètre. Les calculs portent sur les résultats des campagnes sèche et humide de l'année 1994 (cf. tableaux en annexe).

L'absence du comptable du groupement pendant la phase d'enquête n'a pas permis d'obtenir des données d'un plus grand nombre de campagnes qui auraient permis une étude plus approfondie de la variabilité des rendements.

Le rendement moyen sur l'ensemble du périmètre est de 4,2 tonnes par hectare pour la campagne sèche et 4,6 tonnes par hectare pour la campagne humide.

Comparé au rendement potentiel des variétés utilisées qui vaut 6 à 7 tonnes par hectare, on peut dire que le rendement du périmètre est assez bon.

Cette bonne moyenne cache toutefois l'hétérogénéité constatée au niveau de l'exploitant.

Les données disponibles permettent une classification des rendements en trois grands groupes:

- * les parcelles à rendements relativement faibles (2 à 3,5 tonnes par hectare soit moins de 30% du rendement potentiel des variétés).
- * les parcelles à rendements moyens compris entre 3,5 et 4,5 tonnes par hectares.
- * les parcelles rendements élevés compris entre 4,7 et 6 tonnes par hectare.

Le coefficient de variation des rendement vaut environ 20 % en saison sèche et 12 % en saison pluvieuse.

Une telle diversité ne s'explique ni par l'accès aux intrants puisque le groupement assure un crédit de campagne à ses membres, ni par la main d'oeuvre disponible car le nombre moyen d'actifs par famille est de 8 personnes (Cf paragraphe.IV.4).

D'autre part, comme les pépinières utilisées sont communes à tout le périmètre, la qualité des semences ne peut également pas expliquer cette disparité.

Elle pourrait être due:

- * à la différence pédologique entre les parcelles
- * au mode de gestion de l'eau
- * au degré de motivation des exploitants
- * etc.

Pour affiner le diagnostic, nous avons procédé à une analyse des rendements obtenus par campagne sur chaque maille hydraulique (figure 4.3 à 4.6):

Figure 4.3 :Rendement obtenus sur chaque secondaire pendant les campagnes 1994 à 1995

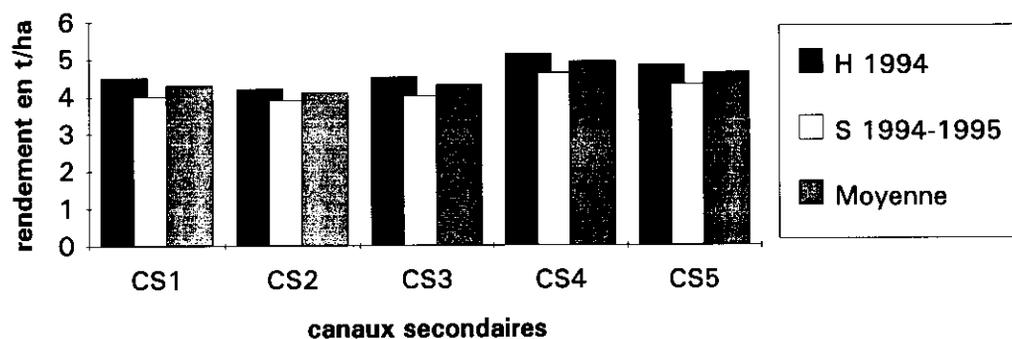


Figure 4.4: répartition des rendements sur chaque canal secondaire

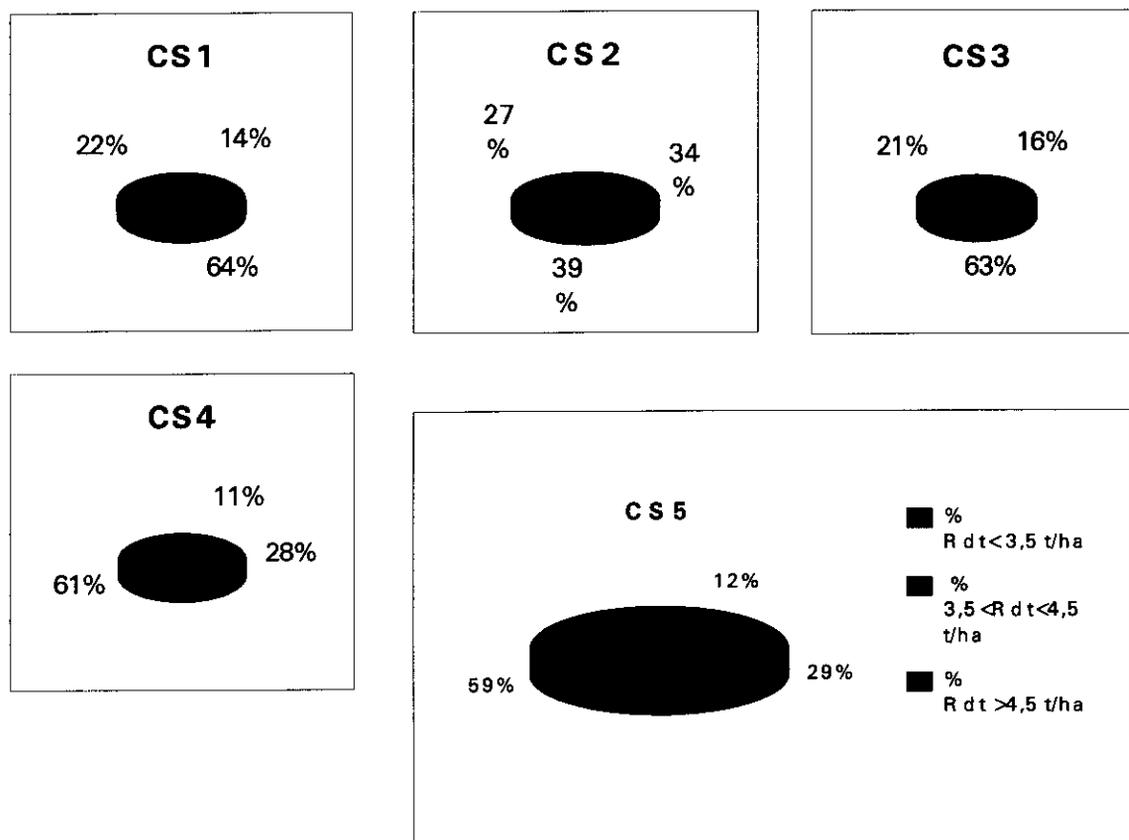
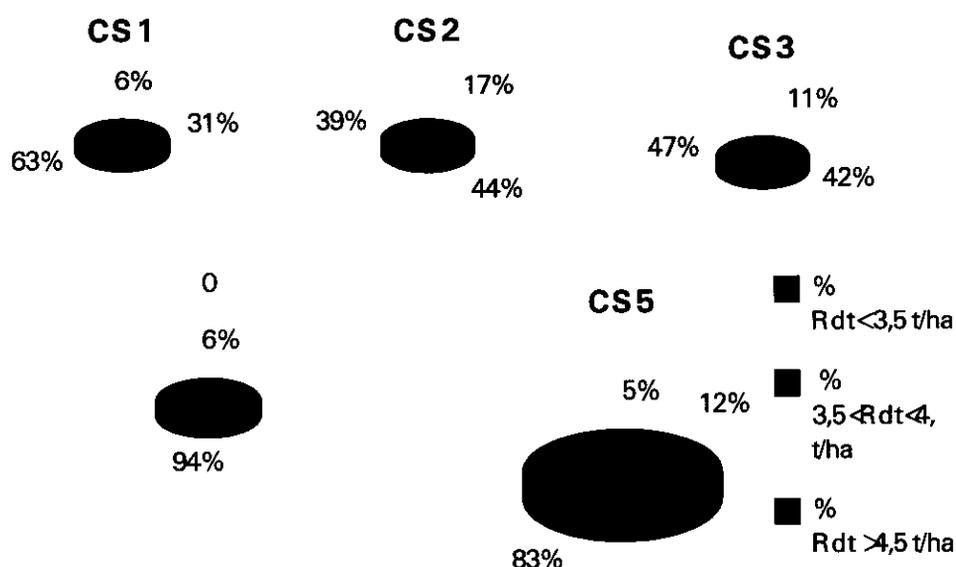


Figure 4.5: campagne Humide 1994



Elle permet de dégager les renseignements suivants:

* les rendements par maille hydraulique sont relativement homogènes sur l'ensemble du périmètre. Ils sont légèrement plus élevés en saison de pluie qu'en saison sèche (+7 à 12 %).

* la fraction des rendements les plus faibles (moins de 3,5 tonnes par hectare) est plus importante pendant la saison sèche. En outre, plus de 60 % de cette tranche de rendement provient des parcelles alimentées par les prises les plus à l'aval de chaque canal secondaire (prise 4 et 5).

* les rendements les plus élevés s'observent en grande partie dans les exploitations de 1 hectare.

* les rendements moyens par an sont élevés chez les exploitants qui associent la matière organique à l'engrais. Toutefois le mode d'évaluation des quantités utilisées et la disparité des doses d'irrigation sur les parcelles ayant fait l'objet de cette enquête rendent impossible une analyse de l'influence des quantités apportées sur les rendements.

L'inéquité dans la distribution de l'eau mentionnée dans les paragraphes précédents explique le mauvais rendements des parcelles alimentées par les dernières prises de chaque secondaire.

Elle n'explique pas toutefois le fort pourcentage des mauvais rendements sur le deuxième secondaire où le débits est le plus élevé du périmètre.

L'absence des résultats d'un plus grand nombre de campagnes ne permet pas de savoir si ces valeurs sont ponctuelles et résultent d'un mauvais entretien des cultures pendant cette année.

les rendements sont assez élevés sur les exploitations de un hectare. Les propriétaires de ces parcelles sont les plus équipés et pratiquent des techniques comme le planage des parcelles avant semis et le désherbage précoce.

IV.3.7. Conclusion

L'analyse agronomique qui vient d'être faite révèle:

* un bon niveau d'équipement des paysans.

* une maîtrise des techniques culturales, un respect des tours d'eau et des durées d'arrosage.

* un assez bon rendement d'ensemble sur le périmètre. Cependant, des valeurs relativement faibles sont observées sur certaines parcelles.

* des insuffisances des doses d'irrigation sur certaines parcelles.

IV.4. ASPECTS ORGANISATIONNELS

Le périmètre est exploité par 82 familles originaires du village de Niassan. La moyenne d'âge des ces exploitants est de 39 ans et la moyenne par famille est de:

- * 13 personnes pour l'effectif
- * 8 personnes pour le nombre d'actifs.

La première mise en culture date de 1986. Les parcelles ont été attribuées par tirage au sort aux populations en raison de 0,5 à 1 hectare suivant l'effectif de la famille.

La majorité des paysans sont analphabètes.

Un groupement coopératif gère le fonctionnement du périmètre. Le bureau de ce groupement est composé de 11 membres qui sont:

- * un Président
- * un vice-président
- * un Secrétaire
- * un Secrétaire Adjoint
- * un Trésorier Général
- * un Trésorier Général Adjoint
- * un Comité Technique de Gestion de cinq membres.

Il emploie un aideguardier, un encadreur, un mécanicien et un comptable.

Le Comité Technique de Gestion est responsable de l'entretien du périmètre. Il propose les dates de début de campagne fixées en assemblée générale, contrôle les travaux d'entretiens et veille au respect des tours d'eau.

Le groupement fonctionne sur des règles formelles (respect du règlement intérieur). Il a bénéficié au stade précoopératif de subventions sous forme de salaire d'encadrement, de crédits pour le besoin en fonds de roulement. Actuellement, il fonctionne de façon autonome.

Le groupement assure le crédit de campagne aux paysans et distribue les ristournes aux paysans après commercialisation du produit par l'AMVS.

La qualité des relations avec les exploitants et les différents acteurs du périmètre justifie la bonne marche actuelle du groupement.

IV.5. ECONOMIE

L'analyse porte sur les résultats du groupement et de quatre exploitations types appartenants aux personnes interrogées.

Ces exploitations ont été choisies en fonction des critères suivants:

- la taille de la parcelles
- le niveau des rendements.

Les résultats économiques obtenus au cours des campagnes de l'année 1994 sont fournis par les tableaux ci après.

Il permettent de dégager les renseignements suivants:

- * le résultat du groupement est très nettement positif.
- * le revenu moyen annuel par hectare sur le périmètre varie entre 435000 et 754000 francs CFA. Il est évidemment fonction du niveau des rendements obtenus sur les parcelles.

Si l'on applique la norme habituelle du temps de travail pour le riz repiqué manuellement qui est d'environ 200 jours de travail et par campagne, la rémunération de la journée de travail du paysan obtenue est comprise entre 1085 et 1922 francs.

Comparé à la situation d'avant Projet, la rentabilité au niveau de l'exploitant ne fait aucun doute.

* les revenus tirés des campagnes sont plus faibles en saison sèche du fait des frais de pompage relativement élevés. Le prix de revient du mètre cube d'eau pompé est d'environ 4 francs.

* le prix de revient du kilogramme de riz produit au cours des deux campagnes est d'environ 31 francs. Il devrait être corrigé pour tenir compte des frais financiers et liés à la construction du périmètre. initialement une analyse des résultats économiques du groupement et des exploitants. Elle devait déboucher sur le calcul du prix de revient du mètre cube d'eau pompé et le prix de revient du kilogramme de paddy produit.

En résumé, l'analyse économique qui vient d'être faite, bien que confrontée à un manque de données de base, permet de conclure de la rentabilité au niveau des paysans et du groupement. Elle permet une autonomie de gestion de la coopérative et constitue une source de motivation pour les producteurs.

4/ résultats économiques

Résultats de quelques exploitants types

Noms et prénoms: Drabo Bakary **Taille de la parcelle:** 0,5ha
rendements (t/ha): saison sèche 3,7 saison de pluie: 3,8

	campagne sèche 199	campagne humide 1994	
Production vendue	175 491 F	168 423 F	
Charges			
Fonctionnement	8 099 F	8 010 F	
redevance eau	25 113 F	22 398 F	
Engrais	17 500 F	16 988 F	
Semences	3 368 F	4 503 F	
labours	7 500 F		
Taxes d'aménagements	1 000 F	1 000 F	
refections	1 500 F	1 500 F	
Amortissement	4 076 F	4 076 F	
Impôts et taxes		40 F	
Charges diverses			revenu annuel
revenu net	107 335 F	109 948 F	217 283 F

Noms et prénoms: Sery B Lanscina **Taille de la parcelle:** 0,5ha
rendements (t/ha): saison sèche 4,5 saison de pluie: 4,9

	campagne sèche 199	campagne humide 1994	
Production vendue	202 647 F	203 670 F	
Charges			
Fonctionnement	8 099 F	8 010 F	
redevance eau	25 113 F	22 398 F	
Engrais	17 500 F	16 988 F	
Semences	3 368 F	4 503 F	
labours	7 500 F	7 500 F	
Taxes d'aménagements	1 000 F	1 000 F	
refections	1 500 F	1 500 F	
Amortissement	4 076 F	4 076 F	
Impôts et taxes		40 F	
Charges diverses			revenu annuel
revenu net	134 491 F	137 695 F	272 186 F

Noms et prénoms: Sery Moudou **Taille de la parcelle:** 1ha
rendements (t/ha): saison sèche 5,1 saison de pluie: 6,1

	campagne sèche 199	campagne humide 1994	
Production vendue	466 302 F	557 349 F	
Charges			
Fonctionnement	16 199 F	16 020 F	
redevance eau	50 266 F	33 975 F	
Engrais	44 795 F	44 795 F	
Semences	9 005 F	9 005 F	
labours	15 000 F	15 000 F	
Taxes d'aménagements	2 000 F	2 000 F	
refections	3 000 F	3 000 F	
Amortissement	8 152 F	8 152 F	
Impôts et taxes		160 F	
Charges diverses			revenu annuel
revenu net	317 885 F	425 402 F	743 287 F

Noms et prénoms: Sanfo Valentin **Taille de la parcelle:** 1ha
rendements(t/ha): saison sèche 3,8 saison de pluie: 4,8

	campagne sèche 199	campagne humide 1994	
Production vendue	340 194 F	437 565 F	
Charges			
Fonctionnement	16 199 F	16 020 F	
redevance eau	50 266 F	33 975 F	
Engrais	44 795 F	44 795 F	
Semences	9 005 F	9 005 F	
labours	15 000 F	15 000 F	
Taxes d'aménagements	2 000 F	2 000 F	
refections	1 500 F	1 500 F	
Amortissement	4 076 F	4 076 F	
Impôts et taxes		80 F	
Charges diverses	142 841 F	126 451 F	revenu annuel
revenu net	197 353 F	311 194 F	508 547 F

Résultats du Groupement

	campagne sèche 199	campagne humide 1994
Production vendue	18 072 420 F	20 738 628 F
Charges		
Fonctionnement	785 652 F	784 980 F
redevance eau	2 437 901 F	1 664 775 F
Engrais	2 172 558 F	2 194 955 F
Semences	436 743 F	441 245 F
labours	517 500 F	517 500 F
Taxes d'aménagements	95 000 F	98 000 F
refections	72 750 F	73 500 F
Amortissement	197 686 F	199 724 F
Impôts et taxes		3 920 F
Charges diverses		
revenu net	11 356 632 F	14 763 949 F

Prix de revient du kilogramme de paddy produit sur les deux campagnes

Production totale (tonnes)	413,232
charges campagne sèche	6 715 789 F
Charges campagne humide	5 978 599 F
total	12 694 388 F
 evient du Kg produit (F/kg)	 30,7

IV.6. CONCLUSION

Le périmètre rizicole étudié fonctionne relativement bien à la grande satisfaction de la majorité des paysans rencontrés.

Il soutient la sécurité alimentaire des exploitants et procure des revenus supplémentaires à leurs familles. Ceux ci sont d'ailleurs très enthousiastes dans leur travail et on note une bonne gestion des équipements.

Les techniques culturales sont bien maîtrisées par l'ensemble des paysans de sorte que l'intervention de l'encadreur est de moins en moins indispensable.

Une bonne organisation de la coopérative et sa saine gestion financière assurent un bon recouvrement des crédits de campagne et une autonomie de gestion.

Par rapport au dossier initial, le plan de cultures et les spéculations prévues sont globalement respectés .

Par contre les estimations des besoins en eau et le débit d'équipement du périmètre ont été sous-estimés. Toutefois, par rapport aux résultats actuels, le gain possible sur le plan économique qu'apporteront les paramètres d'irrigation actualisés ne permet pas de justifier les investissements assez importants qu'il faudra réaliser.

Bien que le groupe motopompe fournisse un débit égal à la valeur prévue en Avant projet, les débits à la parcelle et dans la plupart des secondaires sont inférieures aux valeurs escomptées à cause d'un mauvais fonctionnement des ouvrages distribution et l'état relativement dégradé des secondaires.

Le périmètre nécessitera d'ici peu des travaux de réfection et de réhabilitation que le montant actuel des redevances d'aménagement payées par les paysans ne permettra certainement pas de financer.

Si les sols rencontrés sont en grande majorité à vocation rizicole, il existe des casiers filtrants sur lesquels la gestion de l'eau reste difficile.

Inventaire: points forts et points faibles

<i>Points forts</i>	<i>Points faibles</i>
Fonctionnement hydraulique	
Station de pompage Bonne aération des machine bon état global	Débit inférieur au débit d'équipement réel
Réseau d'irrigation simplicité des ouvrages Disponibilité de l'eau durant toute l'année assez bon état des canaux	distribution de l'eau non équitable au niveau des secondaires mauvaise d'étanchéité du premier tronçon du canal principal et des prises TOR Faible capacité des secondaires Mauvaise efficience du réseau main d'eau prévue non respectée sur l'ensemble des secondaires Débit à la parcelle plus faible que prévu distribution de l'eau non équitable dans les secondaires et au niveau des parcelles
Réseau de drainage bon entretien, réutilisation des eau de drainage pour l'irrigation	
Agronomie	
Sols en grande proportion aptes à la riziculture Bon niveau d'équipement des exploitants Respect des calendriers culturaux et des tours d'eau, maîtrise des techniques culturales Assez bon rendement d'ensemble	présence de casiers filtrants et mal planés Insuffisance des doses sur la plupart des parcelles Méconnaissance des débits longue durée d'irrigation sur les parcelles Forte variabilité des rendement au niveau des parcelles
Aspects organisationnels	
Bonne organisation coopérative Saine gestion financière, bon recouvrement des crédits de campagne	analphabétisme de la grande majorité des membres

IV.7. QUELQUES PROPOSITIONS D'AMELIORATION

Nature du problème	Cause	Action
Fonctionnement Hydraulique		
fuite sur le canal principal	joints de mastic détériorés	travaux de réfection
distribution de l'eau dans les secondaires non équitable	mauvais fonctionnement des partiteurs	Changer ces ouvrages par des modules à masques ou des puits de fond. Cela ne devrait pas entraîner de grosses modifications d'ouvrages
Mauvaises effience des secondaires Inéquité dans la distribution de l'eau dans les parcelles	Etat dégradé des talus, absence de revanche sur les secondaires. Mauvaise étanchéité des vannettes des prises TOR. distribution au droit de chaque prise TOR mal assurée	reprofilier les secondaires. Adopter un système de prise TOR qui permet de distribuer la main d'eau à un seul casier. Planification de la maintenance et des interventions spécialisées
Agronomie		
casiers filtrants	nature du sol	Amendements organiques
parcelles mal planée	défaut initial de planage	Reprise faisable par les paysans

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Hydraulique Générale- M carlier

L'irrigation villageoise - Christian Castellanet

Evaluation des quantité d'eau necessaires aux irrigations - Ministère de la coopération

Les Besoins en eau des cultures - J Doorembos et W.O Puitt- bulletin Fao d'irrigation et de drainage n°24

Cours d'analyse diagnostic d'aménagement hydro Agricole - J d'AT de ST Foulc

Etude de factibilité du schéma directeur d'aménagement et de mise en valeur du Sourou, dossier B2 - GERSAR

Projet de réalisation d'un bloc d'urgence de 50 hectares irrigués et surveillance des travaux - SOGREAH

Annexe 1

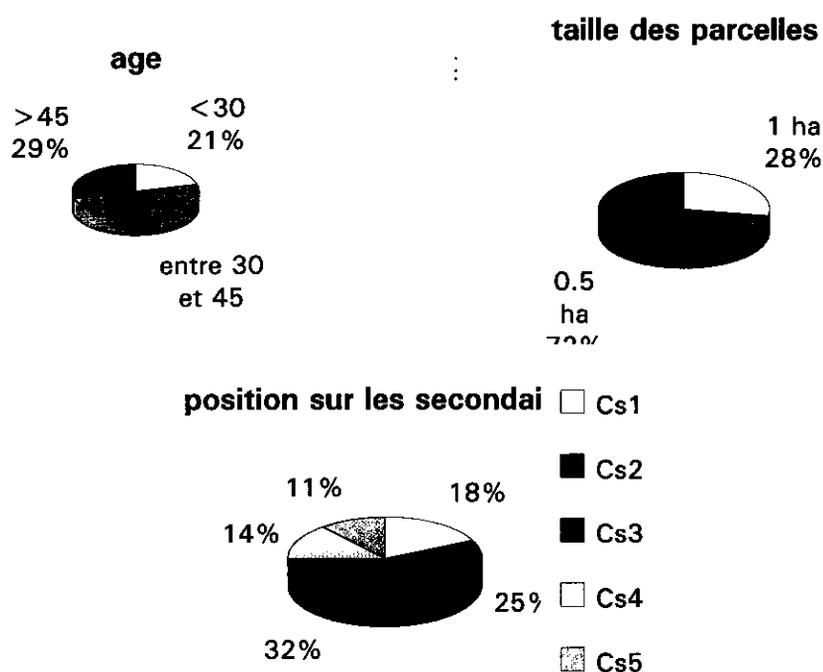
SYNTHESE DES ENQUETES

Synhèse des enquêtes

1/ Identification des personnes et localisation des parcelles

Noms et prénoms	Age	effectif de la famille	Nombre d'actifs	N° de CS	n° prise	Taille de la parcelle (ha)
Drabo Bakary	28	10	8	3	3	0.5
Drabo Jean De Die	46	7	4	5	5	0.5
Drabo Lanscina D	29	5	4	5	5	0.5
Sanfo Valentin	31	14	8	1 et 5	1	1
Sery Antoine	29	10	7	4	1	0.5
Sery B Lanscina	60	9	7	3	2	0.5
Sery Lamine	48	11	7	3	2	0.5
Sery Moudou	40	18	10	1	2	1
Sery Sakou n°1	43	20	11	2	3	1
Sery Sidii	39	12	9	3	4	0.5
Tiama Cesaire	35	27	9	2 et 3	2	1
Yaro Pako	50	10	7	3	1	0.5
Zerbo Emmanuel	36	5	4	1	3	0.5
Zerbo Mathias	37	20	17	4	4	0.5
Moyenne	39	13	8			

Répartition de l'échantillon en fonction :



2/ Cractéristiques des parcelles

* nature du sol

filtrants	4
non filtrants	9

* pentes

bien planée	10
mal planée	3

Synhèse des enquêtes

3/ Niveau d'équipement des exploitants

% des exploitants disposant de:

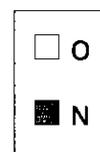
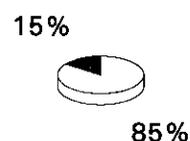
**charrue à traction
bovine**



Boeufs de trait



anes



N

O

Charrettes: 100%

4/ Saison culturale

Cultures pratiquées: riziculture pendant les deux campagnes

Labour au tracteur

Planning des travaux: voir calendrier d'exécution joint

Les travaux sont effectués manuellement à l'exception du labour

Fertilisation: Urée : 150 Kg/ ha

NPK: 300 Kg/ha

Les engrais sont appliqués en deux apports. 78% des personnes interrogées utilisent en plus de la fumure organique. Les quantités apportées sont évaluées en nombre de sacs ou de charrettes. Elles varient de 10 sacs à 30 charrettes.

78% des personnes utilisent en plus de la fumure organique

5/ Rendements

Les enquêtes ont porté sur le résultat des deux campagnes de 1994
rendement en tonnes par hectare

Noms et prénoms	Campagne sèche	Campagne humide	Moyenne
Drabo Bakary	4.6	3.8	4.2
Drabo Jean De Dieu	4.3	4	4.1
Drabo Lanscina D	3.3	4.2	3.8
Sanfo Valentin	3.7	4.8	4.3
Sery Antoine	4.5	4.5	4.1
Sery B Lanscina	4.1	4.4	4.5
Sery Lamine	5.1	4.1	5.6
Sery Moudou	4.8	6.1	4.8
Sery Sakou n°1	4.5	4.8	4.2
Sery Sidiki	4	3.9	4.3
Tiama Cesaire	4.5	4.6	4.5
Yaro Pako	4.5	4.5	4.3
Zerbo Emmanuel	4	4.5	4.3
Zerbo Mathias	3.9	4.7	4.4
Moyenne	4.2	4.5	4.4

Synhèse des enquêtes

4/ résultats économiques

Résultats de quelques exploitants types

Noms et prénoms: Drabo Bakary **Taille de la parcelle:** 0,5ha
rendements (t/ha): saison sèche 3,7 saison de pluie: 3,8

	campagne sèche 199	campagne humide 1994	
Production vendue	175 491 F	168 423 F	
Charges			
Fonctionnement	8 099 F	8 010 F	
redevance eau	25 113 F	22 398 F	
Engrais	17 500 F	16 988 F	
Semences	3 368 F	4 503 F	
labours	7 500 F		
Taxes d'aménagements	1 000 F	1 000 F	
refections	1 500 F	1 500 F	
Amortissement	4 076 F	4 076 F	
Impôts et taxes		40 F	
Charges diverses			revenu annuel
revenu net	107 335 F	109 948 F	217 283 F

Noms et prénoms: Sery B Lanscina **Taille de la parcelle:** 0,5ha
rendements (t/ha): saison sèche 4,5 saison de pluie: 4,9

	campagne sèche 199	campagne humide 1994	
Production vendue	202 647 F	203 670 F	
Charges			
Fonctionnement	8 099 F	8 010 F	
redevance eau	25 113 F	22 398 F	
Engrais	17 500 F	16 988 F	
Semences	3 368 F	4 503 F	
labours	7 500 F	7 500 F	
Taxes d'aménagements	1 000 F	1 000 F	
refections	1 500 F	1 500 F	
Amortissement	4 076 F	4 076 F	
Impôts et taxes		40 F	
Charges diverses			revenu annuel
revenu net	134 491 F	137 695 F	272 186 F

Synhèse des enquêtes

Noms et prénoms: Sery Moudou

Taille de la parcelle: 1ha

rendements (t/ha): saison sèche 5,1 saison de pluie: 6,1

	campagne sèche 199	campagne humide 1994	
Production vendue	466 302 F	557 349 F	
Charges			
Fonctionnement	16 199 F	16 020 F	
redevance eau	50 266 F	33 975 F	
Engrais	44 795 F	44 795 F	
Semences	9 005 F	9 005 F	
labours	15 000 F	15 000 F	
Taxes d'aménagements	2 000 F	2 000 F	
refections	3 000 F	3 000 F	
Amortissement	8 152 F	8 152 F	
Impôts et taxes		160 F	
Charges diverses			revenu annuel
revenu net	317 885 F	425 402 F	743 287 F

Noms et prénoms: Sanfo Valentin

Taille de la parcelle: 1ha

rendements(t/ha): saison sèche 3,8 saison de pluie: 4,8

	campagne sèche 199	campagne humide 1994	
Production vendue	340 194 F	437 565 F	
Charges			
Fonctionnement	16 199 F	16 020 F	
redevance eau	50 266 F	33 975 F	
Engrais	44 795 F	44 795 F	
Semences	9 005 F	9 005 F	
labours	15 000 F	15 000 F	
Taxes d'aménagements	2 000 F	2 000 F	
refections	1 500 F	1 500 F	
Amortissement	4 076 F	4 076 F	
Impôts et taxes		80 F	
Charges diverses	142 841 F	126 451 F	revenu annuel
revenu net	197 353 F	311 194 F	508 547 F

Synhèse des enquêtes

Résultats du Groupement

	campagne sèche 199	campagne humide 1994
Production vendue	18 072 420 F	20 738 628 F
Charges		
Fonctionnement	785 652 F	784 980 F
redevance eau	2 437 901 F	1 664 775 F
Engrais	2 172 558 F	2 194 955 F
Semences	436 743 F	441 245 F
labours	517 500 F	517 500 F
Taxes d'aménagements	95 000 F	98 000 F
refections	72 750 F	73 500 F
Amortissement	197 686 F	199 724 F
Impôts et taxes		3 920 F
Charges diverses		
revenu net	11 356 632 F	14 763 949 F

Prix de revient du kilogramme de paddy produit sur les deux campagnes

Production totale (tonnes)	413.232
charges campagne sèche	6 715 789 F
Charges campagne humide	5 978 599 F
total	12 694 388 F
 evient du Kg produit (F/kg)	 30.7

Annexe 2

DONNEES METEO

STATION DE DI-SOUROU

EVAPORATION BACA (mm)

Mois	Décad	Années												Moyenne							
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Janvier	1		76,7	61,8	62,3	81,9	83,1	94,9	72,0	88,7	91,5	82,6	95,8	89,5	81,4	90,9	96,1	118,6	75,9	86,9	85,0
	2		62,1	84,8	67,9	80,7	71,9	89,1	87,5	96,0	106,1	84,1	88,3	85,4	90,4	104,7	91,4	99,6	86,7	90,6	87,1
	3		83,8	98,6	92,4	104,2	106,4	115,6	97,3	116,8	97,0	116,4	100,7	121,0	107,3	135,9	107,8	106,8	114,1	102,7	106,9
Fevrier	1		69,3	108,6	84,9	115,9	99,7	87,7	98,3	132,6	106,2	95,4	108,3	105,5	105,6	106,4	116,9	112,1	103,5	95,4	102,9
	2		83,2	90,9	85,7	92,2	96,4	114,7	105,4	121,9	122,9	97,6	132,8	123,9	114,2	109,0	130,9	122,6	107,1	101,4	108,5
	3		60,3	79,3	87,2	91,5	78,2	104,6	103,0	100,8	97,2	103,8	111,8	84,2	115,3	105,9	121,1	95,9	95,7	86,4	95,7
Mars	1		87,5	98,2	99,6	108,5	122,4	110,3	112,6	136,5	122,0	121,8	122,8	124,3	156,7	107,5	121,9	126,6	121,2	123,2	118,0
	2		96,0	110,1	114,5	109,9	96,4	134,4	101,2	131,6	128,1	108,9	140,5	97,0	148,7	135,4	125,6	149,5	123,3	112,9	120,2
	3		117,7	125,0	137,0	146,7	135,9	138,1	146,7	155,7	156,9	141,5	157,5	131,0	164,7	140,5	159,3	150,9	133,3	139,9	143,2
Avril	1		94,0	119,1	97,0	131,9	118,0	133,8	114,9	142,6	151,9	146,5	123,3	138,5	131,2	126,7	130,0	132,7	132,6	109,5	126,3
	2		113,8	120,8	114,4	120,9	110,1	113,6	114,5	133,2	131,6	156,3	129,1	121,3	122,6	122,9	135,2	136,4	127,2	112,6	124,3
	3		95,5	133,4	124,6	116,6	108,0	125,9	112,2	120,8	132,9	145,0	110,5	124,4	134,5	119,6	124,5	125,4	122,0	103,9	121,1
Mai	1		100,3	106,9	110,1	94,3	103,6	131,3	142,9	127,3	127,9	134,4	115,3	117,3	117,7	130,1	129,1	141,4	113,9	110,3	119,7
	2		95,3	96,5	120,3	110,7	117,2	128,6	124,1	126,9	124,5	129,8	120,4	135,0	125,1	106,6	116,0	125,5	113,5	94,2	117,2
	3		110,1	129,6	112,9	115,8	104,0	124,1	143,4	160,1	125,9	143,7	138,7		139,2	79,7	109,6	135,2	122,1	114,6	124,0
Juin	1		98,8	77,7	80,1	75,4	106,8	90,1	108,1	91,1	134,2	121,6	85,5	118,3	116,9	112,4	86,0	120,1	101,6	100,4	94,7
	2		111,5	106,5	53,6	88,7	81,4	103,5	81,8	110,2	111,5	98,1	96,1	80,2	115,6	101,3	90,2	93,5	119,2	100,2	101,6
	3		93,2	82,5	70,9	90,8	76,3	74,9	89,5	104,8	95,1	102,4	71,6	94,6	94,1	87,4	79,6	84,1	104,2	83,1	89,0
Juillet	1		100,7	90,0	57,2	85,2	74,3	85,4	87,0	87,2	69,8	82,0	84,9	75,9	81,9	90,2	73,2	85,8	93,6	97,4	82,6
	2		80,6	58,3	63,4	72,1	72,9	71,7	67,6	85,0	76,9	78,8	60,8	65,7	71,1	76,0	78,6	68,4	68,1	73,2	72,6
	3		66,2	62,8	74,0	72,4	56,8	75,7	69,8	90,2	68,9	78,4	92,5	65,9	89,6	74,8	68,5	88,7	67,4	66,7	74,0
Août	1		61,9	60,4	60,0	49,2	64,2	53,6	63,7	69,7	56,6	60,9	50,5	71,3	51,7	62,0	76,6	57,7	76,4	71,8	51,1
	2		55,5	64,7	55,1	60,1	46,8	54,9	56,8	66,1	50,2	58,7	62,1	71,7	62,2	72,5	56,1	55,0	66,8	58,1	54,5
	3		46,8	69,4	60,7	58,8	56,9	63,7	67,2	77,5	83,0	70,2	79,7	82,7	62,2	86,9	76,6	54,7	62,7	55,9	66,8
Septembre	1		51,6	69,6	41,2	55,9	48,9	57,4	74,5	69,8	58,8	43,0	64,5	49,3	51,5	66,2	61,4	53,1	50,0	46,8	56,4
	2		63,2	50,4	54,4	64,9	54,8	66,3	57,2	49,9	53,4	60,8	58,2	44,5	59,6	70,4	59,5	56,3	58,1	50,4	57,0
	3		62,5	52,4	61,7	60,5	67,3	72,5	64,0	60,1	61,3	54,3	50,2	54,8	62,9	71,7	63,4	61,4	52,9	50,4	59,5
Octobre	1		58,7	64,0	57,0	63,4	66,6	67,8	75,2	57,2	62,1	56,6	66,8	60,0	56,9	72,4	69,1	54,7	58,9	43,0	61,1
	2		72,9	64,9	56,7	67,1	64,7	72,6	77,5	71,2	71,5	64,6	66,5	56,3	61,0	83,7	67,9	67,6	68,6	45,7	66,4
	3		74,0	65,8	62,4	71,9	80,4	83,6	100,0	86,1	94,5	64,2	85,5	85,7	71,3	96,0	77,4	73,2	78,2	55,3	78,7
Novembre	1		76,5	72,4	70,2	70,9	84,8	73,2	82,2	86,9	109,1	74,4	87,0	80,6	90,7	95,0	91,4	68,2	77,8	50,8	81,3
	2		73,2	76,6	58,2	76,5	84,6	77,2	99,7	85,3	113,6	85,4	90,3	85,8	87,1	92,5	89,9	74,6	78,3	62,1	102,5
	3		73,4	75,8	79,9	72,8	77,8	76,6	89,9	91,1	99,1	87,7	90,4	72,1	96,8	89,7	92,1	96,5	81,1	68,5	84,2
Décembre	1		64,2	70,8	68,0	67,9	79,8	82,8	80,6	90,7	102,5	88,4	91,1	86,5	93,4	98,6	86,4	69,8	87,5	85,7	94,2
	2		65,4	60,0	49,2	76,5	78,0	70,2	79,0	83,7	79,8	88,6	100,7	89,3	97,9	93,8	103,6	101,2	83,4	89,6	93,4
	3		75,1	79,1	81,7	72,8	78,7	86,7	90,9	85,3	105,0	88,5	97,2	95,3	79,6	114,6	103,8	94,4	96,4	99,6	107,9

Pluviométrie moyenne décennale des stations de DI et Gnaassian
(1964 à 1978: station de Gnaassian, 1979 à 1995: station de DI)

Mois	Décad	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Janvier	1															
	2															
	3															
Fevrier	1					10,1										
	2									8,0	4,5					
	3															
Mars	1				0,1	75,5								2,2		
	2						3,5									9,2
	3								19,7							
Avril	1						24,5	0,7	1,2	7,5		16,8		2,1		0,8
	2			1,0	63,3	4,9		19,6		25,5	8,4	1,8				
	3	11,5	0,5	3,0		11,3			37,4			3,5	15,1			3,5
Mai	1	3,5	2,0	15,0	59,6		31,1			13,5	5,6	8,2	6,0	27,2	6,3	
	2	19,0	145,5	28,7	4,0	96,1	7,7	45,1	6,3	34,0	31,3	1,9	20,5	44,9	27,0	9,7
	3	31,0	0,0	33,9	30,1	50,5	30,6	62,9	8,2	26,7	60,7	37,4	37,4	45,6	19,0	53,3
Juin	1	38,0	16,5	47,0	15,0	17,8	6,2	38,4	54,9	12,5	3,6	33,6	47,3	9,5	27,4	10,7
	2	70,0	64,5	10,7		29,9	35,1	18,7		25,7	58,9	49,9	18,3	26,5	35,9	43,4
	3	35,5	34,1	29,4	6,7	11,8	77,0	34,0	19,7	36,2	7,7	82,0	25,1	36,1	22,0	29,8
Juillet	1	42,0	28,0	22,0	67,1	64,1	49,6	73,6	43,4	15,5	22,1	33,6	57,6	3,4	73,5	49,7
	2	122,0	27,0	71,8	120,2	96,9	48,7	89,7	43,5	36,3	58,7	49,9	116,7	77,7	75,9	76,8
	3															
Août	1	45,5	53,4	61,5	59,4	11,8	109,7	43,3	36,6	43,7	58,1	82,0	49,3	36,6	65,6	44,4
	2	71,5	119,0	132,5	184,8	64,1	67,0	49,9	28,5	27,1	78,4	94,2	24,4	44,6	53,2	41,4
	3	103,9	130,1	52,0	123,8	96,9	79,9	32,2	99,9	70,6	20,7	53,5	85,4	11,0	19,6	144,7
Septembre	1	21,5	81,1	81,6	16,0	71,1	47,3	43,3	46,4	48,9	129,6	37,1	50,0	39,0	107,7	16,0
	2	65,5	84,6	219,1	35,4	38,9	44,2	70,0	16,1	40,1	24,5	98,2	62,5	34,5	28,0	70,1
	3	9,5	34,0	47,5	164,0	56,9	9,8		9,3	3,0	32,3	6,7	14,7	15,5	29,9	32,6
Octobre	1	8,0	13,0	52,0	8,2	39,4	18,4	2,5	2,5	1,6		17,8	2,7	18,5	3,6	9,2
	2	24,0	14,5	29,0			16,5	39,1		40,1		42,8	6,5	86,5		14,7
	3	0,5	5,0			11,3	15,8			3,0				6,7		4,4
Novembre	1	3,0														
	2							1,3								
	3															
Décembre	1															
	2															
	3															

Annexe 3

JAUGEAGES

 *
 * Nom de la station : NIASSIAN DATE : 15-04-96
 * Nom de la riviere : CANAL PRINCIPAL 50 HA
 * Code Hydrologique : 1
 * Hauteur a station : 44.0 cm
 * Temps de mesure : 30 sec.
 * Appareil de jaugeage : MICRO-MOUL IIMI N 2
 * Numero de l'hlice : 11431
 *

Coeff. de fond = 0.70 Coeff. de bord RG = 0.60 Coeff. de bord RD = 0.60

	ABCISSE (cm)	PROF.TOT. (cm)	HAUTEUR (cm)	*N.Tours	*VITESSE (m/s)	P.U. (m2/s)	* V.MOY. (m/s)
RIVE GAUCHE	0.0	0.0				0.000	
VERTICALE 1	40.0	44.0	40.0	181	0.370		
			30.0	188	0.383		
			20.0	171	0.352		
			10.0	151	0.314		
			5.0	121	0.258	0.146	0.332
VERTICALE 2	56.0	44.0	40.0	211	0.426		
			30.0	206	0.417		
			20.0	186	0.380		
			10.0	164	0.339		
			5.0	129	0.273	0.160	0.363
VERTICALE 3	72.0	44.0	40.0	202	0.409		
			30.0	188	0.383		
			20.0	165	0.340		
			10.0	145	0.303		
			5.0	110	0.238	0.146	0.332
VERTICALE 4	87.0	44.0	40.0	176	0.361		
			30.0	186	0.380		
			20.0	172	0.353		
			10.0	140	0.294		
			5.0	122	0.260	0.143	0.326
RIVE DROITE	136.0	0.0				0.000	

 *** DEBIT = 135 l/s SURFACE TOTALE = 0.402 m2
 *** VITESSE MOYENNE = 0.334 m/s

Section à 20 m de la station.
 mesure à l'aller

 *
 * Nom de la station : NIASSIAN DATE : 15-04-96
 * Nom de la riviere : CANAL PRINCIPAL 50 HA
 * Code Hydrologique : 1
 * Hauteur la station : 45.0 cm
 * Temps de mesure : 30 sec.
 * Appareil de jaugeage : MICRO-MOUL IIMI N 2
 * Numero de l'hlice : 11431
 *

Coeff. de fond = 0.70 Coeff. de bord RG = 0.60 Coeff. de bord RD = 0.60

ABCISSE * PROF.TOT. ***** P.U. * V.MOY.
 (cm) * (cm) HAUTEUR*N.Tours*VITESSE (m2/s) * (m/s)
 ***** (cm) * * (m/s) *****

	ABCISSE (cm)	PROF.TOT. (cm)	HAUTEUR (cm)	N.Tours	VITESSE (m/s)	P.U. (m2/s)	V.MOY. (m/s)
RIVE GAUCHE	0.0	0.0				0.000	
VERTICALE 1	45.0	45.0	40.0	164	0.339		
			30.0	164	0.339		
			20.0	169	0.348		
			10.0	156	0.324		
			5.0	131	0.277	0.143	0.319
VERTICALE 2	59.0	45.0	40.0	190	0.387		
			30.0	184	0.376		
			20.0	166	0.342		
			10.0	162	0.335		
			5.0	134	0.283	0.153	0.339
VERTICALE 3	73.0	45.0	40.0	189	0.385		
			30.0	184	0.376		
			20.0	185	0.378		
			10.0	161	0.333		
			5.0	136	0.286	0.156	0.347
VERTICALE 4	87.0	45.0	40.0	161	0.333		
			30.0	169	0.348		
			20.0	174	0.357		
			10.0	153	0.318		
			5.0	125	0.266	0.144	0.319
RIVE DROITE	136.0	0.0				0.000	

 *** DEBIT = 131 l/s SURFACE TOTALE = 0.400 m2
 *** VITESSE MOYENNE = 0.325 m/s

scdh Section à l'amont du seuil du praticien 1

 *
 * Nom de la station : NIASSIAN DATE : 15-04-96
 * Nom de la riviere : CANAL PRINCIPAL 50 HA
 * Code Hydrologique : 1
 * Hauteur la station : 43.0 cm
 * Temps de mesure : 30 sec.
 * Appareil de jaugeage : MICRO-MOUL IIMI N 2
 * Numero de l'hlice : 11431
 *

Coeff. de fond = 0.70 Coeff. de bord RG = 0.60 Coeff. de bord RD = 0.60

ABCISSE * PROF.TOT. ***** P.U. * V.MOY.
 (cm) * (cm) HAUTEUR*N.Tours*VITESSE (m2/s) * (m/s)
 ***** (cm) * * (m/s) *****

	ABCISSE (cm)	PROF.TOT. (cm)	HAUTEUR (cm)	N.Tours	VITESSE (m/s)	P.U. (m2/s)	V.MOY. (m/s)
RIVE GAUCHE	0.0	0.0				0.000	
VERTICALE 1	42.0	43.0	38.0	119	0.255	0.110	0.257
			27.0	146	0.305		
			16.0	131	0.277		
			5.0	99	0.217		
VERTICALE 2	58.0	43.0	38.0	150	0.313	0.120	0.279
			27.0	141	0.296		
			16.0	141	0.296		
			5.0	114	0.245		
VERTICALE 3	72.5	43.0	38.0	154	0.320	0.118	0.275
			27.0	146	0.305		
			16.0	134	0.283		
			5.0	102	0.223		
VERTICALE 4	89.0	43.0	38.0	146	0.305	0.115	0.268
			27.0	142	0.298		
			16.0	128	0.272		
			5.0	105	0.229		
RIVE DROITE	136.0	0.0				0.000	

 *** DEBIT = 105 l/s SURFACE TOTALE = 0.392 m2
 *** VITESSE MOYENNE = 0.266 m/s

Section à 10 m aval de la partiteur 1

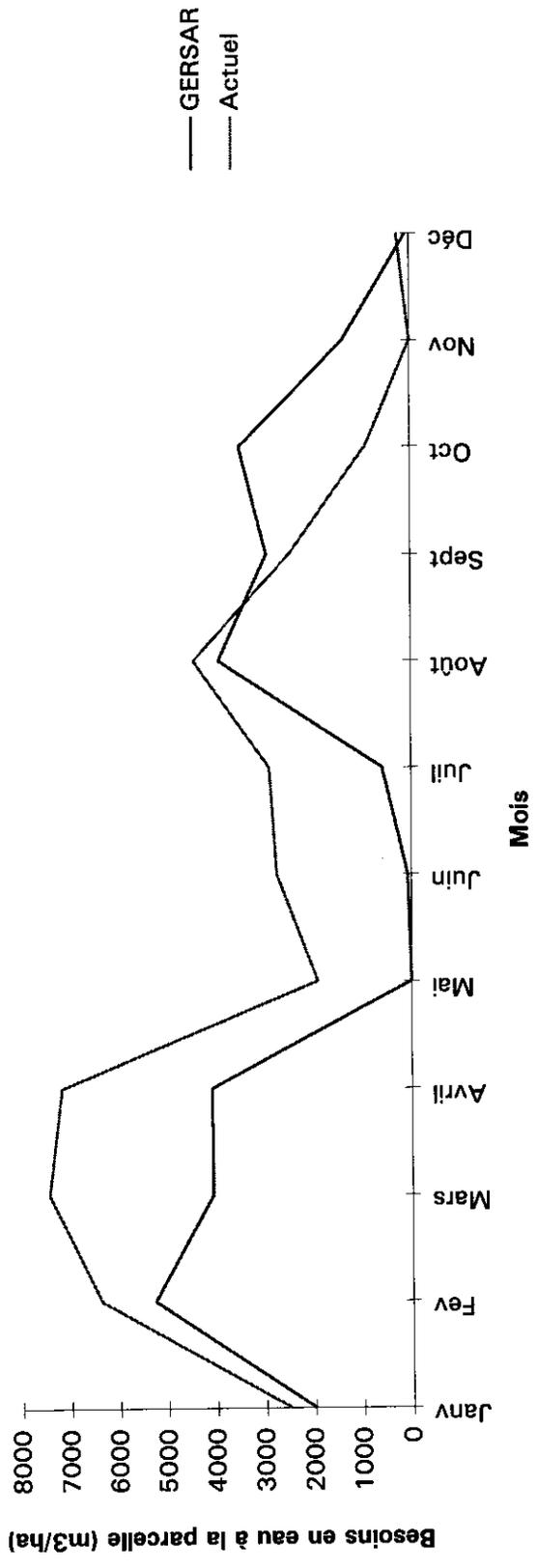
en bris

BESOINS EN EAU MENSUELS GLOBAUX EN m3/ha

MOiS	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Cumul
Besoins	3111	7959	9299	8969	2390	3426	3614	5551	3090	1134	0	317	48860

Comparaison vavec les valeurs obtenues par le GERSAR

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	cumul
BN GERSAR (m3/ha)	2000	5267	4067	4089	0	78	589	3922	2933	3489	1367	78	27879
BN calculé (m3/ha)	2489	6367	7439	7175	1912	2741	2891	4441	2472	907	0	254	39088



 Nom de la station : GNASSIAN DATE : 16-04-96
 Nom de la riviere : secondaire 2 50ha
 Code Hydrologique : 7
 Hauteur la station : 29.5 cm *
 Temps de mesure : 30 sec.
 Appareil de jaugeage : MICRO-MOUL IIMI N 2
 Numero de l'hlice : 11431 *

Coef. de fond = 0.60 Coeff. de bord RG = 0.50 Coeff. de bord RD = 0.50

	ABCISSE (cm)	PROF.TOT. (cm)	HAUTEUR (cm)	N.Tours	VITESSE (m/s)	P.U. (m ² /s)	V.MOY. (m/s)
RIVE GAUCHE	0.0	0.0				0.000	
VERTICALE 1	38.0	18.0	15.0	52	0.127		
			10.0	58	0.139		
			5.0	24	0.067	0.018	0.098
VERTICALE 2	54.0	25.0	20.0	69	0.162		
			15.0	61	0.146		
			10.0	48	0.118		
			5.0	39	0.099	0.031	0.123
VERTICALE 3	70.0	29.5	25.0	83	0.188		
			20.0	85	0.191		
			15.0	73	0.169		
			10.0	65	0.154		
			5.0	37	0.095	0.044	0.149
VERTICALE 4	80.0	27.0	22.0	72	0.167		
			17.0	68	0.160		
			12.0	70	0.163		
			7.0	45	0.112	0.036	0.134
VERTICALE 5	108.0	23.0	18.0	58	0.139		
			13.0	51	0.124		
			8.0	44	0.110	0.025	0.107
VERTICALE 6	118.5	16.0	15.0	29	0.078		
			10.0	18	0.054		
			5.0	23	0.065	0.009	0.056
RIVE DROITE	159.0	0.0				0.000	

 *** DEBIT = 29 l/s SURFACE TOTALE = 0.263 m² ***
 *** VITESSE MOYENNE = 0.111 m/s ***

Emplacement de la section: 18 m de la prise 1
 mesure à l'aller

Annexe 4

ESSAI D'INFILTRATION

Essai d'infiltration dans les casiers

N° profil	N° parcelle	temps (mn)	Kt (mm/h)	Ks (mm/h)	Obseptions
1	P52b	0			
		60	1.6	1.6	texture : limon fin
		120	1.6		
2	P56b	0			
		70	0.8	0.75	limono argileux
		120	0.7		
3	P510b	0			
		60	0.3	0.2	Argileux
		120	0.2		
4	P39b	0			
		120	0.1	0.1	Argile lourde
5	P35a	0			
		120	0.03	0.03	Argile lourde
6	P31b	0			
		120	0.25	0.25	Argileux
7	P24a	0			
		120	0.1	0.1	Argile lourde
8	P28a	0			parcelle non mise en valeur sol limono argileux initialement sec
		25	6.1		
		60	4.8		
		120	2.8	2.8	
		150	2.8		

Annexe 5

AJUSTEMENTS STATISTIQUES

Niveau de probabilité des pluies moyennes décadaires du Sourou
(période d'ajustement: 1964 à 1995)

		Niveau de probabilité (%)				
Mois	Décade	10	25	50	75	80
Mai	1					
	2	1.2	3.6	11.4	21.1	24.8
	3	6.1	12.1	22.7	38.4	43.1
Juin	1	6.9	11.6	20.5	36.4	42
	2	4.7	9.5	20.8	45.5	45.5
	3	15.2	22.3	32.1	44.8	48.4
Juil	1	15	21.2	37.3	60.1	60.1
	2	13	20.3	33.3	54.8	61.9
	3	29.8	41.4	59.5	85.4	93.5
Août	1	23.2	37.4	59.4	23.2	37.4
	2	16.8	30.5	53.4	16.8	30.5
	3	26	40	61.1	26	40
Sept	1	17.9	29.4	48.6	74	81.4
	2	13	20.4	33.6	55.3	62.6
	3	2.8	8	19.6	34.5	46.3
Oct	1	0	3.4	12.6	24.4	35.3
	2	0		8.4	9.1	12
	3	0				
Cumul		191.6	311.1	534.3	649.8	764.8