



Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
International Institute for Water and Environmental Engineering

EVALUATION DES PERFORMANCES DU PERIMETRE IRRIGUE DE KARFIGUELA

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU
ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : EAU**

Présenté et soutenu publiquement le 17 Juin 2010 par
Kagnetché **BALLO**

Travaux dirigés par :

Mr Amadou KEITA, enseignant UTER-GVEA

Mr Hervé LEVITE, chef de projet WAIPRO

Dr Hilmy SALLY, chercheur IWMI

Jury d'évaluation du stage :

Président :

Membres et correcteurs :

Promotion [2008/2010]

dedicace

Je dédie ce mémoire à ma mère feu KONATE Tchegbelé dont la disparition si tôt m'a beaucoup affectée.

A mon père BALLO Pornon qui a su jouer les rôles de père et de mère à la fois. Que DIEU te donne longue vie pour pouvoir bénéficier de ce que tu as semé.

A mon oncle KONATE Soukatianga qui m'a toujours soutenu matériellement et moralement. Que DIEU te donne longue vie BABA

REMERCIEMENTS

La rédaction de ce mémoire ne saurait commencer sans exprimer toute ma reconnaissance à l'Eternel DIEU qui, dans les moments difficiles de ma vie, m'a permis de garder espoir. Que l'honneur et la gloire lui revienne à jamais.

Au terme de cette étude, je voudrais exprimer ma profonde gratitude à tous ceux dont la disponibilité, le soutien et la contribution à divers niveaux m'ont aidé à la conception et à la réalisation de ce document. Ce sont notamment :

La direction des Etudes du Zie pour l'initiative de ce stage ;

Monsieur LEVITE Hervé qui a supervisé ce travail ,je tiens à le remercier pour sa disponibilité et ses critiques pertinentes qui m'ont permis de bien orienter les grands axes de ce document.

Monsieur HILMY Sally également superviseur de ce travail, qui malgré son emploi du temps très chargé nous a suivi pendant tout le stage

Monsieur Amadou Kéita qui est mon encadreur interne pour ses critiques et suggestion qui m'ont permis de bien comprendre le sujet d'étude.

Monsieur JULIEN Cour qui nous a assistés depuis la phase de terrain jusqu'à la phase de rédaction, merci beaucoup Julien pour toute votre aide.

Monsieur COMPAORE Maurice pour son hospitalité et ses conseils pendant la phase de terrain.

Monsieur TOE Antoine, chef de plaine de Karfiguéla pour son expérience et sa disponibilité mise à notre disposition.

Monsieur KANLA Justin et Mademoiselle CONGO Germaine pour leur expérience mis a notre disposition lors de la phase de terrain.

Enfin, que tous ceux qui de près et de loin ont contribué d'une façon ou d'une autre à l'élaboration de ce mémoire, trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude

RESUME

Le périmètre irrigué de Karfiguéla à été aménagé initialement pour son exploitation en saison humide, mais depuis 1992, son exploitation en saison sèche à été instaurée suite à la construction du barrage de la Comoé. Depuis lors les producteurs se plaignent d'un manque d'eau destiné au périmètre.

L'étude que nous avons entreprise vise à compléter le diagnostic réalisé en décembre 2009 par le CNID-B dans le cadre du projet WAIPRO, il s'agit ici d'évaluer les performances du périmètre irrigué de Karfiguéla.

Nous avons essayé d'estimer des débits instantanés au niveau du réseau d'irrigation, il ressort des ces mesures que le débit à l'entrée du périmètre varie entre 500l/s et 200l/s. Nous avons constaté un dysfonctionnement au niveau de la maintenance et du tour d'eau qui n'est pas toujours respecté. De par l'explication donnée par les producteurs ce non respect est dû à une insuffisance d'eau d'irrigation destinée au périmètre, on note également un vieillissement du réseau d'irrigation et de drainage sur ce périmètre.

L'analyse d'un échantillon d'eau de drainage du lac de Karfiguéla à indiqué des quantités très élevées de fer (28.6mg/l) et de potassium (10mg/l) par rapport aux normes en vigueur.

Les indicateurs de performance calculés nous laissent croire qu'il ya de l'espoir si le périmètre est réhabilité et que les producteurs mettent de la rigueur dans la gestion de l'eau.

Mots Clés : Performances, périmètre irrigué, Hydraulique, Coopérative, WAIPRO

ABSTRACT

The irrigated perimeter of Karfiguéla has been initially equipped for his exploitation in wet season, but since 1992 his exploitation in dry season has been instituted following the construction of the Comoé dam. Then producers complain of a lack of water for the perimeter. The study that we did, aims at completing the diagnosis realised in December 2009 by the CNID-B in the WAIPRO project, this is to evaluate the performances of the Karfiguéla irrigated perimeter.

We tried to estimate the instantaneous flow in the level of the irrigation network, it appears from these measurements that the flow at the entrance of the perimeter varies between 500l / s and 200l / s. We found a malfunction in the level of maintenance and the water tower which is

not always respected. From the explanation given by the producers. This non respect is due to a lack of irrigation water for the perimeter, we can also see an ageing of the irrigation and drainage network on this perimeter.

The analysis of a sample water drainage of the Karfiguela Lake indicated very high levels of Iron (28.6mg / l) and potassium (10mg / l) compared to current standards. The calculated performance indicators suggest that it is hope if the perimeter is rehabilitated and that the producers are rigorous in water management.

Key words: Performances, Irrigated Perimeter, Hydraulics, Cooperative, WAIPRO

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

ZIE : Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement

CLE : Comité local de l'eau

CILSS : Comité Inter Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel

CNID-B : Comité National d'Irrigation et de Drainage du Burkina

DADI : Direction des Aménagements et du Développement de l'Irrigation

IWMI: International for Water Management Institute

ONEA: Office National de l'Eau et de l'Assainissement

SN-SOSUCO : Société Nouvelle- Société Sucrière de la Comoé

UCPAK : Union des Coopératives des Exploitants Agricoles de Karfiguéla

USAID: United States Agency for International Development

WAIPRO : West African Irrigation Project

Sommaire

dedicace.....	i
Résumé.....	iv
I. Introduction.....	1
1. Présentation de la zone d'étude.....	2
2. Un contexte de forte compétition sur la ressource en eau.....	3
3. Comité local de l'eau(CLE).....	4
II. Objectifs du travail.....	7
1. Présentation du projet WAIPRO.....	7
1.1 Problématique et justification.....	7
2. Objectifs de l'étude.....	7
III. Matériels et Méthodes.....	9
1 .Matériel.....	9
2. Méthodes.....	9
2.1. Détermination des différents débits.....	10
2.2. Détermination des paramètres physico-chimiques.....	13
2.3. Détermination des besoins en eau des différentes cultures.....	15
2.4. Analyse du dispositif de maintenance.....	15
2.5. Analyse du fonctionnement de la coopérative.....	16
2.6. Réflexion sur l'argumentaire à construire pouvant convaincre les gestionnaires du périmètre d'adopter un système de suivi évaluation comprenant un jeu d'indicateurs de performances.....	16
IV. Résultats.....	20
1. CALCUL des indicateurs de performances.....	20
1.1 Quantité d'eau réellement apportés sur le périmètre en saison sèche comme en saison humide.....	20
1.2 Mesures des quantités d'eau.....	20
1.3 Consommation d'eau aux différentes échelles.....	21
1.4 Calculs des besoins en eau du riz.....	26
1.5 Tour d'eau.....	29
2. Drainage.....	32
2.1 Analyse des eaux de drainage du lac de Karfiguéla.....	33
3. Dispositifs de maintenance.....	34
3.1 Analyse du fonctionnement de la coopérative.....	35
3.1.2 Informations générales.....	35
3.1.3 Fonctionnement et gestion administrative de l'Union.....	36

3.1.4	Tenue des documents de gestion	37
4.	Indicateurs de performances	37
IV.	Discussion et Analyses	39
V.	Conclusions	43
VI.	Recommandations – Perspectives	44
VII.	Annexe	46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : valeurs de a et b en fonction du type d'hélice.....	11
Tableau2 : Mesures de débit réalisé par l'INERA en campagne sèche 2007.....	19
Tableau 3 : débits calculés par la méthode du flotteur du 14 avril 2010.....	21
Tableau4 : débits calculés par la méthode du flotteur du 20 avril 2010.....	22
Tableau 5 : débits du 26 avril 2010 calculés par la méthode du flotteur.....	22
Tableau6 : débits calculés par la méthode du micromoulinet du 20 avril 2010.....	23
Tableau 7 : débits calculés par la méthode du micromoulinet du 26 avril 2010.....	24
Tableau 8 : calcul des besoins en eau du riz en saison sèche.....	25
Tableau 9 : calcul des besoins en eau du riz en saison humide.....	26
Tableau 10 : tour d'eau au niveau du secondaire N°4.....	27
Tableau11 : Résultat d'analyses des paramètres physico-chimiques du lac de Karfiguéla...	30
Tableau 12 : valeur des indicateurs de performances.....	34

LISTE DES FIGURES

Figure1 : carte représentant la zone d'étude.....	4
Figure 2 : Schéma de fonctionnement d'un moulinet à axe horizontal.....	10
Figure3 : tours d'eau lundi, mardi, mercredi et jeudi.....	28
Figure 4 : Tour d'eau vendredi.....	28
Figure 5 : Tour d'eau samedi.....	28
Figure 6 : Tour d'eau dimanche.....	28
Figure7 : problèmes de drainage.....	30

I. INTRODUCTION

Selon le projet WAIPRO-CILSS-IWMI. (2009), la croissance de la population de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest entraîne des besoins alimentaires accrus qui dépassent la capacité de production de l'agriculture pluviale à faible apport d'intrants. Pour répondre au rythme de progression de cette demande alimentaire et à la forte sensibilité climatique de la plupart des systèmes d'exploitation agricoles en Afrique de l'Ouest, l'irrigation reste une composante indispensable dans la stratégie globale d'accroissement de la production agricole.

En Afrique surtout en Afrique subsaharienne, on enregistre une production agricole insuffisante pour assurer les besoins alimentaires des populations due à une mauvaise gestion des ressources en eau. C'est ainsi que le Burkina à l'instar de toutes les nations dont l'accroissement des produits agricoles passe par l'irrigation, a aménagé des zones où la pérennité d'eau ne cause aucun problème notamment dans la partie Ouest du pays (Parkouda, 2008). C'est dans ce cadre que le périmètre irrigué de Karfiguéla a été aménagé dans les années 1975 par la Chine de Formose ensuite par la Chine de Taïwan, mais depuis le départ de la coopération Chinoise la gestion du périmètre a été laissée d'abord à l'Etat puis aux producteurs.

L'aménagement de Karfiguéla a été conçu pour une exploitation en saison humide, mais depuis 1992 suite à la construction du barrage de Moussodougou qui a une capacité de 38Mm³ il a été instauré une exploitation en saison sèche ; la double culture est maintenant encouragée par le Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques (MAHRH); L'exploitation en campagne sèche dépend des lâchers d'eaux de la SN-SOSUCO qui s'occupe de la gestion des trois barrages (Moussodougou, Toussiana et Lobi) cependant, les producteurs se plaignent d'un manque d'eau. Dans ce contexte et pour augmenter la production agricole, le projet « *Amélioration de la Sécurité Alimentaire en Afrique de l'Ouest par le biais de la revitalisation des Performances et de la Productivité des Systèmes Irrigués* » WAIPRO a été élaboré par l'IWMI en partenariat avec le CILSS. Ce projet consiste à réaliser des diagnostics participatifs conduisant à des plans d'actions afin d'améliorer les performances dans le but d'augmenter la production. A l'issue d'un diagnostic sont prévus des réhabilitations légères du périmètre portant essentiellement sur le

fonctionnement hydraulique (infrastructures et gestion). Karfiguéla est l'un des deux sites d'intervention du projet au Burkina Faso ; c'est dans ce cadre que s'inscrit notre thème « *Evaluation des performances du périmètre irrigué de Karfiguéla* ».

En effet le diagnostic participatif rapide réalisé par le CNID-B en 2009 a révélé que le périmètre irrigué de Karfiguéla connaît d'énormes difficultés de fonctionnement en raison notamment de :

- L'inexistence d'un plan du périmètre (réseaux et parcelles),
- L'inexistence d'ouvrages de régulation de débit sur le périmètre,
- L'inexistence d'un tour d'eau jusqu'aux parcelles,
- L'inorganisation quasi-totale de l'Union des Coopératives des Exploitants du Périmètre de Karfiguéla (UCEPAK) (absence de documents écrits).

Il apparaît clairement que le fonctionnement hydraulique du périmètre est le problème majeur et selon le diagnostic la majorité des producteurs se plaignent d'une insuffisance d'eau d'irrigation. Il s'agira donc pour nous d'affiner le bilan du fonctionnement hydraulique du périmètre en complément du diagnostic déjà réalisé par le CNID B en décembre 2009.

Pour atteindre cet objectif, nous allons procéder comme suit :

Après avoir expliqué notre compréhension des termes de références, nous allons décrire la situation du périmètre puis expliquer les matériels et méthodes dont nous disposons, enfin préciser notre méthode d'intervention sur le terrain (enquêtes de terrain auprès des gestionnaires et utilisateurs ; matériel de mesure de débit, photographies, données bibliographiques) ; Nous présenterons ensuite et commenterons nos résultats. Dans une dernière partie seront présentées les recommandations.

1. Présentation de la zone d'étude

Le périmètre irrigué de Karfiguéla est situé dans la région des Cascades, province de la Comoé, département de Banfora, il se trouve à environ 10 km au nord-ouest de Banfora, au pied de la cascade du fleuve Comoé. Il est localisé entre les coordonnées suivantes lues sur la carte IGB au 1/200 000 de Banfora : Latitude 10°42' nord et Longitude 4°49' ouest

La moyenne de la pluviométrie annuelle est de 1028 mm, Le périmètre irrigué de Karfiguéla possède une superficie totale aménagée estimée à environ 350 ha sur un potentiel aménageable de 750 ha (**DIALLO .S, 2006**). Il est géré par cinq (5) coopératives de base,

regroupées en une Union dénommée Union des Coopératives des Exploitants du Périmètre Aménagé de Karfiguéla (UCEPAK). Celle-ci comprend 730 exploitants dont 130 femmes et 600 hommes, répartis entre huit (8) villages que sont Karfiguéla, Tengréla, Nafona, Lémouroudougou, Kiribina, Tiékouna, Sibiéna et la ville de Banfora. Les superficies des parcelles varient de 0,25 à 2,5 ha.

Les principales spéculations mises en culture sur le périmètre sont le riz, le maïs et l'arachide. Une bande du périmètre est consacrée au maraîchage (tomate, chou, piment etc.)

2. Un contexte de forte compétition sur la ressource en eau

Les ressources en eau d'irrigation proviennent de la rivière Comoé dont deux affluents sont régularisés grâce à des barrages de retenues d'eau à partir desquels des lâchers d'eau sont opérés. Il s'agit des barrages de la Comoé ou de Moussodougou (35 350 000 m³ de capacité totale) et de la Lobi (1 171 000 m³ de capacité totale) qui desservent la ville de Banfora, le périmètre sucrier de SN-SOSUCO et le périmètre rizicole de Karfiguéla. Un autre affluent de la Comoé, le Yanon est aussi régularisé par le barrage de Toussiana (4 920 000 m³ de capacité totale) dont les lâchers d'eau desservent le périmètre sucrier de SN-SOSUCO.

La SN-SOSUCO assure l'entretien et la gestion des barrages de la Comoé, de la Lobi, de Toussiana. Avec ses 4 000 ha de périmètre sucrier irrigué la SN-SOSUCO est le plus gros usager des ressources en eau mobilisées.

Pendant les périodes de lâchers d'eau, la prise d'eau du barrage de la Comoé reste ouverte en continue 24h/24h mais est ajustée suivant la demande. Dans les débits d'eau lâchés, la SN-SOSUCO prend en compte un quota de 300 l/s pour le périmètre irrigué de Karfiguéla, 52 l/s pour l'ONEA de Banfora, 200 l/s de débit sanitaire. Sauf exception, les lâchers d'eau pour le périmètre irrigué de Karfiguéla n'interviennent que durant la campagne de riziculture de saison sèche (CNID-B, 2009).

La carte suivante illustre les ressources en eau et ses différents usagers.

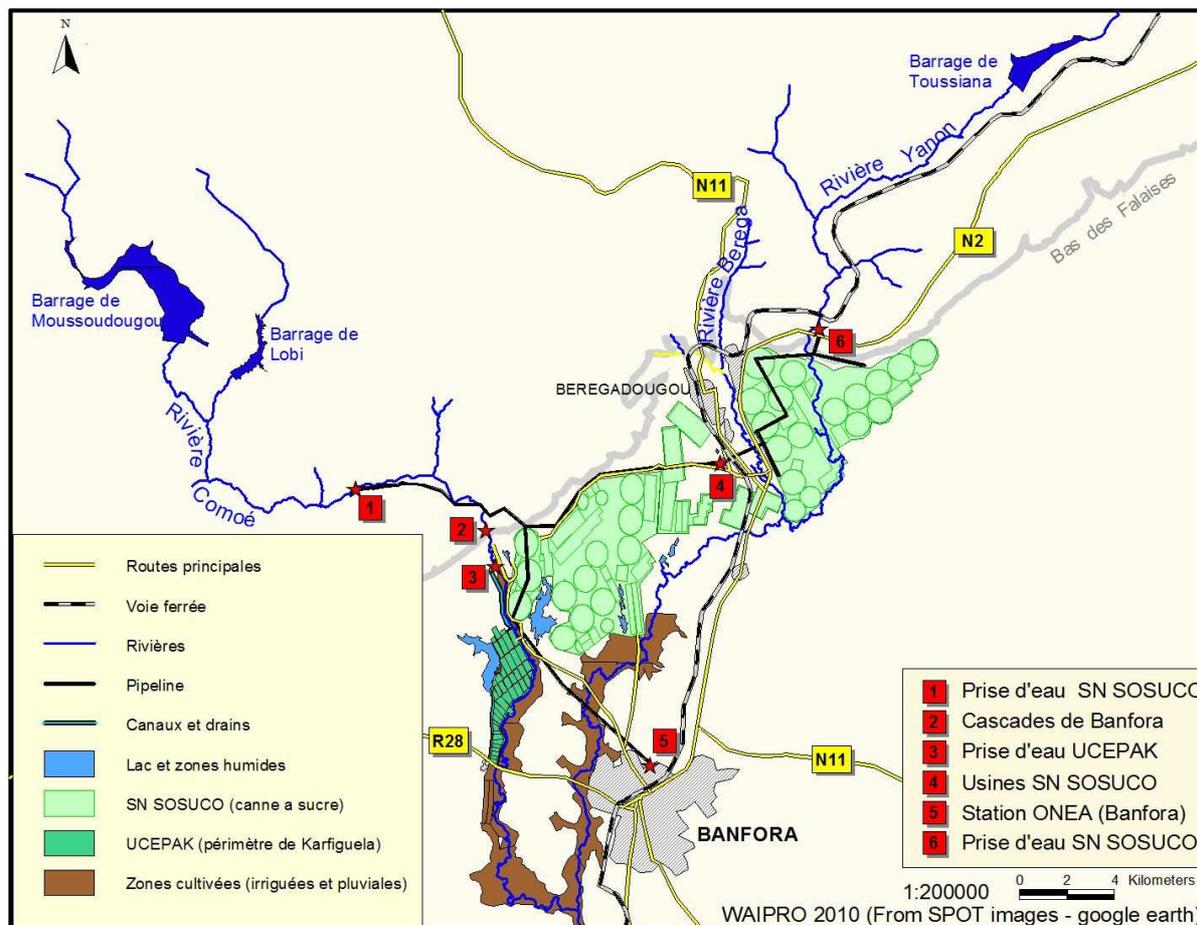


Figure 1 : Carte représentant la zone d'étude (Julien Cour)

3. Comité local de l'eau (CLE)

Dans le cadre de la mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) au niveau local, les Gouverneurs des régions des Cascades et des Hauts Bassins ont pris le 05 mars 2008 l'arrêté conjoint n°2008-002/RCAS/RHBS portant création, attributions, composition, organisation et fonctionnement du Comité Local de l'Eau du sous bassin de la Haute Comoé (CLE HAUTE COMOÉ) (CNID-B, 2009).

C'est la structure qui est chargée de la gestion de l'eau dans la région, c'est cet organe qui établit le programme des lâchures d'eau chaque année. Les lâchures d'eau concernent la plaine irriguée de Karfiguéla, l'ONEA, les maraichers installés le long du fleuve Comoé, la SN-SOSUCO et le besoin en eau des riverains du fleuve Comoé. Le CLE est constitué de tous les usagers de l'eau mais il a un comité technique restreint constitué de 14 membres qui intervient dès qu'il y a un problème d'eau. Ce comité a été créé le 24 juin 2008 par le Gouverneur de la région des Cascades par l'arrêté n°2008-007/RCAS/CR/SG portant création, composition, attributions et fonctionnement d'un comité restreint pour l'organisation

et le suivi des lâchures d'eau sur les affluents régularisés dans le sous bassin de la Haute Comoé. Il faut retenir que lors de notre phase de terrain nous avons assisté à une réunion du comité restreint qui a eu lieu le jeudi 22Avril 2010 qui témoigne de la fonctionnalité de cet organe.

Le comité restreint a pour rôle de :

- Proposer les consignes nécessaires de lâchures d'eau sur les affluents régularisés à chaque saison de production et de contre-saison à l'assemblée générale du CLE pour examen et approbation;
- Suivre l'application des consignes et d'en rendre compte au CLE ;
- Appuyer la SN-SOSUCO et la plaine aménagée de Karfiguéla dans la gestion des infrastructures hydrauliques du domaine public de l'eau.

Ce comité restreint est composé de :

- 1- Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques
- 2- Direction Régionale de l'Environnement et du cadre de Vie
- 3- Direction Régionale des Infrastructures et du Désenclavement
- 4- Le Maire de la commune de Toussiana
- 5- Le Maire de la commune de Bérégadougou
- 6- Le Maire de la commune de la commune de Banfora
- 7- ONEA
- 8- SN-SOSUCO
- 9- Plaine rizicole de Karfiguéla
- 10- CRA-CAS
- 11- AEDE
- 12- AGEREF
- 13- WOUOL
- 14- MUNYU

II. OBJECTIFS DU TRAVAIL

1. Présentation du projet WAIPRO

1.1 Problématique et justification

Le projet « Amélioration de la sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest par le biais de la revitalisation des performances et de la productivité des systèmes irrigués et de la promotion de la petite irrigation » est un projet piloté par le CILSS et l'IWMI et a pour objectif général de lutter contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté dans la sous région. Ce projet vise l'amélioration des performances et de la productivité de certains systèmes irrigués par le biais de l'identification et de la mise en œuvre d'interventions ciblées dans deux pays ouest-africains, à savoir le Burkina Faso et le Niger.

Toutefois, la productivité des systèmes d'irrigation existants est bien en dessous des standards de performance acceptables et ce pour de nombreuses raisons: i) ils souffrent d'une sérieuse sous-utilisation de leurs capacités, ii) les rendements des cultures sont extrêmement faibles iii) les risques et les incertitudes sont très élevés, vi) l'efficacité dans le transport et dans l'utilisation de l'eau sont parmi les plus bas du monde.

Pour répondre au rythme de progression de cette demande alimentaire et à la forte sensibilité climatique de la plupart des systèmes d'exploitation agricoles en Afrique de l'Ouest, l'irrigation reste une composante indispensable dans la stratégie globale d'accroissement de la production agricole. (Projet WAIPRO-CILSS-IWMI, 2009).

2. Objectifs de l'étude

L'objectif général de l'étude est « d'affiner » le bilan du fonctionnement hydraulique du périmètre irrigué de Karfiguéla. Pour atteindre cet objectif, nous avons quatre objectifs spécifiques :

1-Calculer les indicateurs de performances du périmètre, il s'agira pour nous ici de :

- Identifier et collecter les données existantes sur les quantités d'eaux apportées sur le périmètre en saison sèche comme en saison humide,
- proposer un système de mesures le cas échéant,
- Déterminer les consommations d'eau actuelles aux différentes échelles

- Connaitre le mode de fonctionnement du tour d'eau

2-Relever les problèmes de drainage et trouver des solutions ; ici on va

- Faire une revue de littérature sur le problème et des visites de terrain
- Analyser la qualité eaux de drainage du Lac de Karfiguéla

3-Identifier les dispositifs de maintenance et faire une analyse critique du fonctionnement de la coopérative

- Faire l'état des lieux de la maintenance du périmètre
- Etudier le mode de fonctionnement de la coopérative à travers le statut et règlement intérieur et aussi par des interviews et les constats sur terrain
- Proposer des moyens d'amélioration du fonctionnement de la coopérative

4- développer un argumentaire permettant de convaincre les gestionnaires du périmètre d'adopter un système de suivi-évaluation comprenant un jeu d'indicateurs de performances

- Etudier les problèmes majeurs liés au système irrigué
- Identifier les solutions et leurs faisabilités
- Mettre en place un comité de suivi évaluation des solutions retenues

III. MATERIELS ET METHODES

1. MATERIEL

Pendant la phase de terrain, le matériel suivant à été utilisé :

- un micromoulinet monté sur perche pour déterminer les débits dans les différents canaux d'irrigation (tête morte jusqu'aux canaux quaternaires)
- un flotteur, un chronomètre et un décamètre de 50m de long pour aussi déterminer les débits dans les différents canaux d'irrigation (tête morte jusqu'aux canaux quaternaires) ;
- le décamètre a permis de mesurer les caractéristiques de chaque canal, la largeur de fond (b), la largeur au miroir (B), il nous a permis aussi de repérer nos points de mesure avec le micromoulinet, le tirant d'eau(h) a été déterminé avec la perche ;
- un croquis d'ensemble du périmètre pour pouvoir nous repérer sur le terrain ;
- un appareil photo pour illustrer l'état actuel des ouvrages
- guide d'entretien avec les acteurs

Le traitement des données s'est fait avec :

- le logiciel Excel pour les différents calculs de débits
- le logiciel Cropwat pour calculer les besoins des cultures
- le logiciel Google earth
- un échantillon d'eau du lac de Karfiguéla a été prélevé pour analyser les paramètres physico-chimiques
- un guide d'entretien avec les producteurs

2. METHODES

La méthodologie a d'abord consisté à la compréhension des termes de références (TDR) ensuite nous avons eu des rencontres avec nos encadreurs pour mieux comprendre les objectifs du stage. Après cette phase de compréhension nous avons effectué une revue bibliographique en nous reposant sur des études déjà réalisé sur certains périmètres irrigués. Ensuite nous avons effectué une visite de reconnaissance de terrain de deux jours avec les

encadreurs, pendant cette visite, nous avons rencontrés :

- Le chef de la plaine irriguée de Karfiguéla
- Le Directeur Provincial de l’Agriculture, de l’Hydraulique et des Ressources Halieutiques de la Comoé
- Les producteurs de la plaine irriguée de Karfiguéla ;
- Le responsable irrigation de la SN-SOSUCO
- Président du Conseil Régional

La méthodologie adoptée pour cette étude doit permettre de répondre aux termes de références présentés en introduction. La bibliographie et la visite de reconnaissance de terrain ont permis de mieux comprendre les termes de références et de reprendre et affiner la méthodologie à adopter pour cette étude.

La méthodologie finalement adoptée est présentée dans les paragraphes suivants. Pour répondre aux objectifs spécifiques, nous avons fait une collecte et analyse de la littérature existante sur le périmètre, des enquêtes de terrain comprenant des interviews d’acteurs et des observations de terrain, une campagne de mesures de débits et un prélèvement d’échantillon d’eau du lac de Karfiguéla pour une analyse. Les différents objectifs spécifiques auxquels nous allons répondre devraient nous permettre d’aider le projet WAIPRO à remplir la fiche de benchmarking. Cet outil de suivi évaluation pourrait ensuite être adopté par l’UCEPAK.

2.1. Détermination des différents débits

D’après nos recherches bibliographiques et entretiens avec les acteurs, il n’y a pas de données disponibles sur les quantités d’eau apportées sur le périmètre quelque soit la saison, donc nous avons jugé bon d’effectuer des mesures ponctuelles de débits sur le réseau hydraulique.

Pour la détermination des débits dans les différents canaux d’irrigation, nous avons plusieurs méthodes parmi lesquels nous pouvons citer :

- ✓ Méthode volumétrique ;
- ✓ Méthode seuils –jaugeurs ;
- ✓ Méthodes de dilution chimique ;
- ✓ Méthode électromagnétique ;
- ✓ Méthode par ultrasons ;

- ✓ Méthode de jaugeage au moulinet ;
- ✓ méthode du flotteur ;

Mais dans le cadre de notre étude, nous avons retenu la méthode du jaugeage au micromoulinet ainsi que celle du flotteur ; mais il faut noter que les débits que nous avons obtenus sont des débits ponctuels, pour pouvoir apprécier le fonctionnement hydraulique, il serait nécessaire d'effectuer des campagnes de mesures quotidiennes de débits en installant par exemple des échelles limnimétriques.

a) Avec le micromoulinet

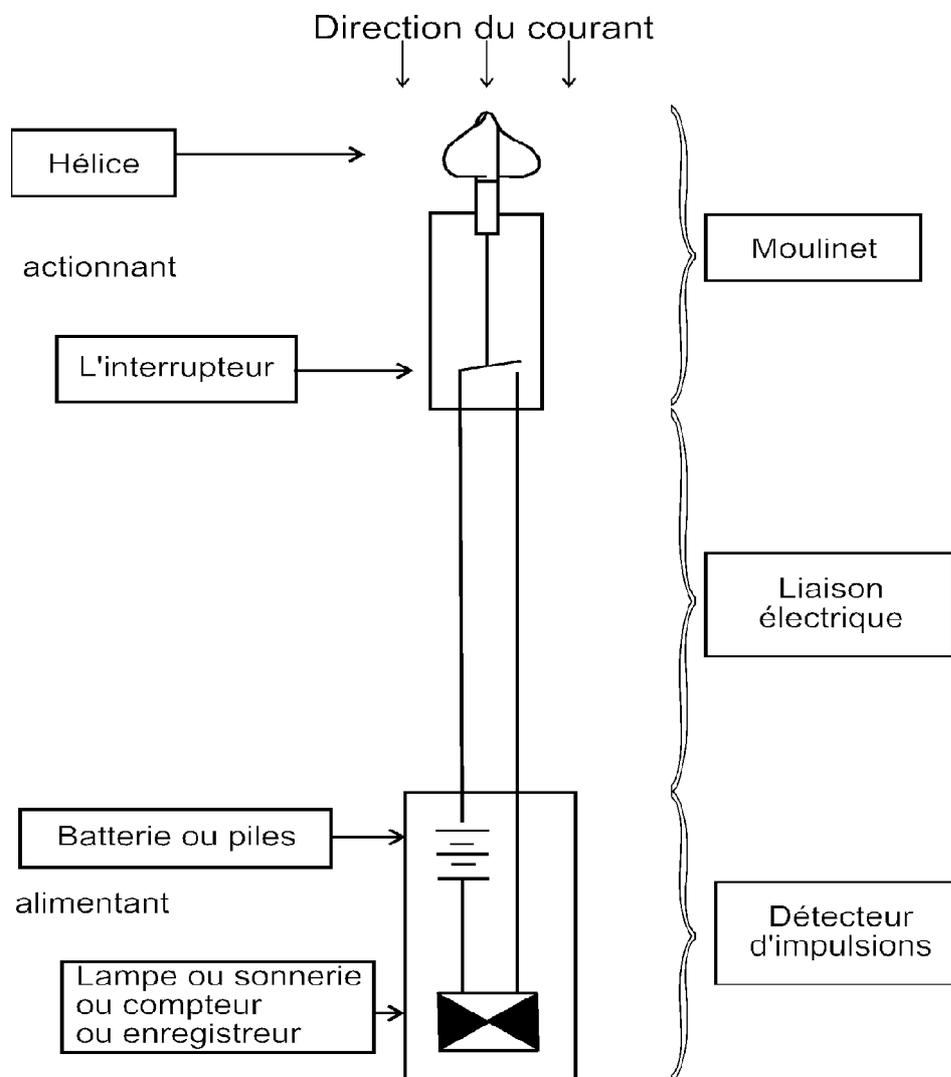


Figure 2 : Schéma de fonctionnement d'un moulinet à axe horizontal (tiré de G. JACCON).

Nous avons décidé de diviser la largeur du fond(b) en cinq points de mesures identiques et sur

chaque verticale nous avons effectué trois mesures :

- une au fond à h-0.005 où nous avons enregistré le nombre de tours d'hélices en 30 secondes
- une à h/2 où nous avons enregistré un nombre de tours d'hélices en 30 secondes
- une à 0.005m de la surface où nous avons enregistrés un nombre de tours d'hélices en 30 secondes
- des mesures ont été réalisées à 0.2H et à 0.8H pour des tirants d'eau supérieurs ou égaux à 0.5m

L'évaluation du débit a été faite à partir de la formule suivante

$$Q = V * S \quad (1)$$

Avec :

Q : le débit en m³/s

S : la section mouillée en m² mesurée directement

Pour les canaux trapézoïdaux la section mouillée se calcule à partir de la formule suivante :

$$S = 0.5 * (B + b) * h \quad (2)$$

Avec :

B : grande base ;

b : petite base ;

h : hauteur d'eau

V : la vitesse moyenne de l'eau en m/s calculée à partir des mesures ponctuelles réalisées au micromoulinet.

La vitesse moyenne de l'eau se calcule à partir de la formule suivante :

$$V = a * N + b \quad (3)$$

Avec

N : nombre de tours par seconde dans notre cas, $N = n/30$, n est le nombre de tours en 30 secondes puisque le compteur était sur ce calibre

a et b sont des constantes

Le tableau suivant donne les valeurs de a et b en fonction du type d'hélice

Tableau 1 : valeurs de a et b en fonction du type d'hélice

Id Hélice	Description	Pas	a1	b1	Limite1	a2	b2	Limite2	a3	b3
1-96938		0.05	0.0624	0.013	2.18	0.057	0.025	6.97	0.0536	0.048
3-42874	Micro n°42508	0.25	0.213	0.028	0.58	0.253	0.005			

Source H. Karambiri

b) Avec le flotteur

La méthode a consisté à lâcher un flotteur d'un point A à un point B et noter le temps qu'il prend pour parcourir la distance AB ; Sur une distance de 10 mètres nous avons effectué trois mesures de temps avec un chronomètre,

- une sur la rive gauche
- une au milieu
- une sur la rive droite

La vitesse de surface à été estimée à partir de la formule :

$$V = d/t \text{ (4)}$$

Avec

d : la distance parcourue en mètre par le flotteur

t : le temps en seconde

En fait, la vitesse n'est pas constante dans toute la section. Elle est nulle à la paroi et maximale au **1/3** environ de la profondeur. Des formules expérimentales donnent l'ordre de grandeur de cette vitesse maximale dans la section (MAR A. L. 2004)

Formule de Prony : $V_{max} = \frac{U}{0.82}$

La vitesse de surface à été multipliée par un coefficient K=0.8 pour avoir la vitesse moyenne de l'eau ensuite le débit à été calculée en utilisant la formule :

$$Q = V * S \text{ (5)}$$

2.2. Détermination des paramètres physico-chimiques

Nous avons décidé d'analyser certains paramètres physico-chimiques du lac de Karfiguéla qui constitue un exutoire pour les eaux de drainage du périmètre. En effet les producteurs suggèrent la réutilisation de cette eau pendant la campagne sèche en complément à l'eau qui

arrive au niveau de la tête morte. Pour cela nous allons vérifier si cette eau répond aux normes des eaux d'irrigation, si elle est de bonne qualité ; nous allons réfléchir sur les conditions de son exploitation, c'est-à-dire estimer la quantité d'eau qui peut être stockée dans ce lac et le nombre d'hectares qu'elle peut irriguer, aussi nous allons voir s'il faut pomper cette eau et l'envoyer dans la tête morte ou bien l'appliquer directement sur les parcelles.

Nous allons donc étudier les paramètres suivants :

- le pH
- la conductivité
- la température et les solides totaux dissous
- le calcium et le magnésium ont été déterminés par complexométrie,

Pour cela nous avons prélevé 50 ml de notre échantillon d'eau auquel a été ajoutée une pincée d'erichrome T et 1ml de solution tampon pH10. On obtient ainsi une coloration rouge qui est dosée avec une solution d'EDTA 0.02N jusqu'à l'apparition d'une couleur bleue. Le volume d'EDTA versé a été multiplié par deux pour avoir la dureté totale de l'eau en degré Français (°F).

-La dureté calcique a été déterminée par le même principe mais cette fois ci nous avons ajouté au 50ml d'échantillon une pincée de calcon et 1ml de tampon PH12 et l'ensemble doit virer au violet.

$$TH = TCa^{2+} + TMg^{2+}$$

Pour avoir les concentrations en mg/l nous avons multiplié chaque dureté par 2.4

- le fer a été déterminé avec un spectrophotomètre d'absorption moléculaire à la longueur d'onde de 510 nm. On a prélevé 25ml d'échantillon qu'on a dilué 25 fois et ensuite nous avons ajouté le réactif du fer (Iron phenanthroline), la quantité réel de fer a été obtenu en multipliant la concentration obtenue par 25
- les chlorures ont été déterminés par argentimétrie, 1ml de bichromate de potassium a été ajouté à 50ml d'échantillon, ensuite le dosage s'est fait avec du nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'un précipité rouge.
- [Chlorure]=volume AgNO₂*2*35.5
- le potassium et le sodium ont été déterminés avec un spectrophotomètre d'émission de flamme ;
- les carbonates et les bicarbonates ont été déterminés par la méthode potentiométrique
- On détermine le TA (Titre Alcalimétrique) et le TAC (Titre Alcalimétrique Total)

2.3. Détermination des besoins en eau des différentes cultures

Nous avons décidé de connaître les besoins en eau des différentes cultures pour voir si les quantités d'eau lâchées par la SN-SOSUCO peuvent répondre aux besoins des cultures. Ensuite nous allons voir en fonction des débits apportés quelles superficies l'on pourrait emblaver avec ces volumes.

Le logiciel Cropwat 8.0 a été utilisé, pour cela nous avons eu besoin de données climatiques suivantes sur une période de dix ans de la station météorologique de Bérégadougou (voir annexe1) :

- les coordonnées géographiques de la station météorologique
- températures moyennes mensuelles min et max (°C),
- précipitation moyenne mensuelle (mm),
- humidité relative moyenne mensuelle (%),
- vitesse moyenne mensuelle du vent (m/s),
- durée d'insolation moyenne mensuelle (heure/j).

Le logiciel calcule automatiquement :

- ET_0 Penman, estimée à partir des données climatiques,
- pluie efficace déterminée selon la méthode FAO-AGLW selon laquelle :
 - $P_{eff} = 0.6 * P - 10$ pour mois ≤ 70 mm
 - $P_{eff} = 0.8 * P - 24$ pour mois > 70 mm

L'entrée des données relatives à chaque culture est la date de semis.

Les résultats sortis ont été transférés (tableaux des besoins en eau et de calendrier d'irrigation) de Cropwat vers Logiciel Excel, pour permettre le calcul du bilan.

2.4. Analyse du dispositif de maintenance

L'analyse du dispositif de maintenance s'est faite d'abord à travers nos recherches bibliographiques, ensuite à travers nos investigations sur le terrain et l'entretien avec les producteurs. Dans ce chapitre il est question de savoir comment se fait l'entretien du réseau

d'irrigation et de drainage ; comment est organisé le tour d'eau et qui est chargé du suivi.

2.5. Analyse du fonctionnement de la coopérative

Nous avons analysé le statut et le règlement intérieur de chaque coopérative et ensuite sur le terrain nous avons vérifié si les règles établies s'appliquaient.

2.6. Réflexion sur l'argumentaire à construire pouvant convaincre les gestionnaires du périmètre d'adopter un système de suivi évaluation comprenant un jeu d'indicateurs de performances

2.6.1 Indicateurs de Benchmarking proposés par l'IWMI

Les indicateurs de Benchmarking proposés par l'IWMI pour le périmètre de Karfiguéla sont les suivants :

a) Production agricole

Rendements (séries temporelles) par culture et par saison

Uniformité des rendements (avec images satellites)

Valeur de la production (séries temporelles) et uniformité de la valeur

Valeur de production par m³ Evapotranspirée (images satellite, Agryhmet)

Valeur de la production par m³ apporté au système

Valeur de la production par hectare irrigué

Autres usages de l'eau (en quantité et valeurs si possible) et importance de l'usage multiple

Surface irriguée (et développement dans le temps) comme pourcentage de la surface de commande (lors de la conception)

Rapport entre eau entre eau apportée et eau consommée

b) Gestion

Association d'usagers de l'eau (existence et activité)

Nombre de réunions annuelles, compte-rendu écrits, élections, nombre de femmes

Données sur gestion des fonds collectée

Y a-t-il un soutien de DADI ? de quelle formes ?

Liens entre coopératives et associations d'usagers

c) Gestion financière

Y-a-t-il des enregistrements des comptes et sont-ils visibles par tous les membres (transparence)

Taux de collecte des redevances

Taux d'autosuffisance : revenus/ dépenses

Coûts de la maintenance et opération (coût de l'énergie etc..)

Nombre de réhabilitations

2.6.2 Indicateurs de benchmarking retenus lors du diagnostique

Après le diagnostique, le CNI-B compte tenu du manque de données a retenu les indicateurs suivant :

- 1) Le rendement en riz par campagne
- 2) La valeur de la production par campagne et par hectare irrigué
- 3) Le pourcentage de producteurs satisfaits de la livraison d'eau
- 4) Le nombre de réunions statutaires par an
- 5) Le taux de collecte de la redevance eau

2.6.3 Méthodes de calculs des indicateurs

Selon **Sally et al (1996)** les indicateurs à mesurer par campagne au niveau des producteurs sont :

2.6.3.1 Production et productivité,

Ils ont pour objectif la sécurité alimentaire, la valorisation des aménagements hydroagricoles et l'augmentation de la production. A ce niveau nous allons calculer les indicateurs de performances en fonction des données disponibles

- Le rendement en riz par campagne(R)

$$R = \frac{\text{production totale du périmètre}}{\text{superficie emblavée}} \text{ (t/ha)}$$

- La valeur de la production par campagne et par hectare irrigué (VPbIr)

$$VPbIr = \frac{\text{valeur de la production brute}}{\text{volume d'eau d'irrigation}} \text{FCFA/m}^3$$

2.6.3.2 Profitabilité

L'estimation de la profitabilité a pour objectif, la valorisation des aménagements hydro agricoles, l'amélioration des revenus et l'implantation de cultures vivrières ou de rentes. La profitabilité comprend plusieurs indicateurs dont la commercialisation des produits (CP) qui est le seul indicateur retenu. La CP se calcule avec la formule suivante :

$$CP = \frac{\text{production commercialisée}}{\text{production totale}} * 100 (\%)$$

2.6.3.3 Utilisation des ressources

L'indicateur utilisation des ressources a pour objectif l'évaluation de la consolidation des aménagements hydro agricoles. Ici nous tiendrons compte de :

- L'intensité culturale (IC)

$$IC = \frac{\text{superficie annuelle emblavée}}{\text{superficie aménagée}} * 100 (\%)$$

- L'approvisionnement relatif en eau (RWS)

$$RWS = \frac{\text{dose d'irrigation} + \text{pluie efficace}}{\text{besoin en eau théorique des cultures}}$$

2.6.3.4 Durabilité,

L'estimation de la durabilité a pour objectif la conservation et l'optimisation de l'emploi des ressources et l'autogestion paysanne.

Les indicateurs retenus ici sont :

- Le taux de collecte de la redevance eau (RR)

$$RR = \frac{\text{redevance eau collectée}}{\text{montant total redevance eau due}}$$

La méthodologie nous a permis d'obtenir les résultats présentés dans le chapitre suivant.

IV. RESULTATS

1. CALCUL DES INDICATEURS DE PERFORMANCES

1.1 Quantité d'eau réellement apportés sur le périmètre en saison sèche comme en saison humide

En ce qui concerne cette campagne sèche 2009/2010 les besoins en eau des 150 ha ont été estimés par le comité local de l'eau (CLE) de la haute Comoé, il a donc été prévu de lâcher en accord avec la SN-SOSUCO un débit de 150 l/s pour Karfiguéla.

Avant l'arrivée du CLE, les producteurs partaient négocier avec le SN-SOSUCO pour obtenir un lâcher d'eau plus important quand le besoin se faisait sentir.

Mais il faut souligner qu'ils n'y a pas de données disponibles sur les débits entrant au niveau du périmètre y a.

1.2 Mesures des quantités d'eau

Sur le réseau d'irrigation, il y a des échelles limnimétriques installées par endroit mais la plupart sont dégradées et hors d'usages. Celles-ci ont sans doute été installées depuis la création du périmètre. D'après nos enquêtes, il n'y a pas de données disponibles sur les lectures faites sur les échelles.

Il faut noter cependant que des mesures de débits ont été réalisées par l'INERA (2007) et lors de ces mesures, toute l'eau du canal primaire passait dans le secondaire 4 et les tertiaires N° 1 ; 2 ; 3 étaient fermés.

Tableau2 : Mesures de débit réalisé par l'INERA en campagne sèche 2007

Canal	Débit (m ³ /h)
Primaire	315
Secondaire N°4	286.67
Tertiaire N°4	81
Tertiaire N°5	94.6
Tertiaire N°6	212.2

Source INERA

1.3 Consommation d'eau aux différentes échelles

1.3.1 Jaugeages au flotteur

Lors des mesures du 14 avril 2010, il faut noter qu'il y a eu une pluie la veille et les mesures ont été faites sur les canaux tertiaires dont les vannes étaient ouvertes, nous avons choisi nos points de mesures aux endroits du réseau où l'écoulement est supposé uniforme. L'objectif ce jour était de voir comment se comporte les flux quand il y a suffisamment d'eau à l'entrée de la prise. Ce jour là, le choix était laissé à tous les exploitants d'utiliser l'eau étant donnée que l'eau était en quantité suffisante, nous avons constaté que c'est ce jour que certains exploitants ont commencé à labourer les parcelles qu'ils avaient abandonnées (sans doute craignaient-ils que le manque d'eau ne se poursuive). Il faut noter aussi que ce jour là il y a eu des parcelles qui ont été inondées par excès d'eau dans les différents canaux.

Les résultats des différents paramètres hydrauliques sont résumés dans le tableau suivant

Tableau 3 : débits calculés par la méthode du flotteur du 14 avril 2010

CANAL	Largeur au plafond(b) en mètre	Tirant d'eau (Y _n) en mètre	Largeur au miroir (L) en mètre	Vitesse(V) en mètre par seconde	Débit(Q) en mètre cube par seconde
Tête morte	1.50	1.16	4.8	0,51	1.86
Fin canal primaire	1.15	1.1	3.3	0.50	1.23
Vers parcelles T4-1	0.4	0.25	0.9	0.33	0.053
Sur S4 après prise T4-1	0.9	1.01	2.8	0.57	1.06
Sur S4 avant T4-3	0.8	1.04	2.9	0.66	1.27
Vers parcelles T4-3	0.45	0.43	1.2	0.52	0.18
Sur S4 après prise T4-3	0.8	0.87	2.4	0.52	0.72
Sur S4 avant T4-5	0.8	0.9	2.65	0.49	0.76
Vers parcelles T4-5	0.45	0.35	1.1	0.22	0.060
Sur S4 Après T4-5	0.8	0.92	2.5	0.48	0.73
Sur S4 avant T4-8	0.75	0.85	2.3	0.53	0.69
Vers parcelles T4-8	0.45	0.5	1.45	0.39	0.18
Sur S4 Après T4-8	0.75	0.78	2.25	0.47	0.55
Sur S4 avant T4-13	0.55	0.52	1.56	0.64	0.35
Vers parcelles T4-13	0.45	0.29	1	0.5	0.10
Sur S4 Après T4-13	0.55	0.49	1.53	0.43	0.22
Vers le bloc T4-15	0.55	0.47	1.50	0.4	0.19

Les débits sont de 1.86 m³/s au niveau de la tête morte, 1.23 m³/s à l'entrée du , donc il y a une perte de 0.63m³/s. Sur le secondaire 4 le débit est passé de 1.06m³/s à 1.27m³/s,

Pour les mesures du 20 Avril 2010, Il n'y a pas eu d'apport d'eau de pluie et les vannes des tertiaires T4-7, T4-11 et T4-15 étaient ouvertes

Tableau4 : débits calculés par la méthode du flotteur du 20 avril 2010

CANAL	Largeur au plafond(b) en mètre	Tirant d'eau (Y _n) en mètre	Largeur au miroir (L) en mètre	Vitesse(V) en mètre par seconde	Débit(Q) en mètre cube par seconde
Tête morte	1.50	0.78	3.65	0.27	0.54
Fin canal primaire	1.15	0.55	2.1	0.52	0.46
Vers parcelles T4-7	0.5	0.45	1.35	0.38	0.15
Sur S4 après prise T4-7	0.75	0.44	1.6	0.48	0.25
Sur S4 avant T4-11	0.65	0.45	1.55	0.59	0.31
Vers parcelles T4-11	0.5	0.38	0.95	0.47	0.12
Sur S4 après prise T4-11	0.65	0.43	1.55	0.32	0.15
Fin coopérative 5	0.55	0.17	0.95	0.26	0.03

Le débit est de 0.54 m³/s au niveau de la tête morte, et de 0.463 m³/s à l'entrée du secondaire 4, Nous constatons aussi que le débit qui est de 0.25 m³/s sur secondaire 4 après T4-7 passe à 0.31 m³/s avant le bloc T4-11

Mesures du 26 Avril, les vannes de bloc T4-1, T4-2 et T4-3 étaient ouvertes, ce jour là, le tour d'eau à été respecté.

Tableau 5 : débits du 26 avril 2010 calculés par la méthode du flotteur

CANAL	Largeur au plafond(b) en mètre	Tirant d'eau (Y _n) en mètre	Largeur au miroir (L) en mètre	Vitesse(V) en mètre par seconde	Débit(Q) en mètre cube par seconde
Tête morte	1.50	0.74	3.65	0.12	0.23
Fin canal primaire	1.15	0.4	1.8	0.36	0.20
Vers parcelles T4-1	0.5	0.2	0.83	0.41	0.048
Sur S4 après prise T4-1	0.9	0.34	1.65	0.46	0.19
Sur S4 avant T4-2	0.85	0.61	2.1	0.23	0.20
Vers parcelles T4-2	0.35	0.3	0.93	0.36	0.069
Sur S4 avant prise T4-3	0.85	0.55	1.9	0.160	0.12
Vers parcelles T4-3	0.35	0.33	2.2	0.23	0.0994

Le débit est de 0.23 m³/s au niveau de la tête morte et de 0.20 m³/s à l'entrée du secondaire 4,

1.3.2 Jaugeages au micromoulinet

Les mesures suivantes ont été réalisées le 20 avril 2010, Il n'y a pas eu d'apport d'eau de pluie et les vannes des tertiaires T4-7, T4-11 et T4-15 étaient ouvertes.

Tableau6 : débits calculés par la méthode du micromoulinet du 20 avril 2010

CANAL	Largeur au plafond(b) en mètre	Tirant d'eau (Y _n) en mètre	Largeur au miroir (L) en mètre	Vitesse(V) en mètre par seconde	Débit(Q) en mètre cube par seconde
Tête morte	1.50	0.78	3.65	0.29	0.51
Fin canal primaire	1.15	0.55	2.1	0.51	0.49
Vers parcelles T4-7	0.5	0.45	1.35	0.38	0.16
Sur S4 après prise T4-7	0.75	0.44	1.6	0.58	0.32
Sur S4 avant T4-11	0.65	0.45	1.55	0.59	0.31
Vers parcelles T4-11	0.5	0.38	0.95	0.47	0.12
Sur S4 après prise T4-11	0.65	0.43	1.55	0.32	0.15
Fin coopérative 5	0.55	0.17	0.95	0.26	0.046

Le débit est de 0.51 m³/s au niveau de la tête morte, et de 0.49 m³/s à l'entrée du secondaire 4

Tableau 7: débits calculés par la méthode du micromoulinet du 26 avril 2010

CANAL	Largeur au plafond(b) en mètre	Tirant d'eau (Y _n) en mètre	Largeur au miroir (L) en mètre	Vitesse(V) en mètre par seconde	Débit(Q) en mètre cube par seconde
Tête morte	1.50	0.74	3.65	0.23	0.26
Fin canal primaire	1.15	0.4	1.8	0.53	0.22
Vers parcelles T4-1	0.5	0.2	0.83	0.29	0.022
Sur S4 après prise T4-1	0.9	0.34	1.65	0.65	0.21
Sur S4 avant T4-2	0.85	0.61	2.1	0.192	0.11
Vers parcelles T4-2	0.35	0.3	0.93	0.62	0.065
Sur S4 avant prise T4-3	0.85	0.55	1.9	0.12	0.051
Vers parcelles T4-3	0.35	0.33	2.2	0.57	0.068

Les débits sont de 0.26 m³/s au niveau de la tête morte, 0.22 m³/s à l'entrée du secondaire4, la somme des débits des trois tertiaires donne 0.155m³/s alors que le débit à l'entrée du secondaire 4 est de 0.22m³/s donc nous avons une perte de 0.065 m³/s.

1.4 Calculs des besoins en eau du riz

Les besoins en eau ont été calculés avec le logiciel CROPWAT version 8.0.

Les résultats obtenus sont mentionnés dans les tableaux ci- dessous

1.4.1 Campagne sèche

Tableau 8 : calcul des besoins en eau du riz en saison sèche

Mois	Décade	Phase	Kc	ETc	ETc	Pluie eff.	Bes. Irr.
			coeff	mm/jour	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Déc	1	Pépi/Pré	1.15	6.91	69.1	0	173.8
Déc	2	Pépi/Pré	1.15	7.89	78.9	0	222.9
Déc	3	Pépi/Pré	1.15	8.13	89.4	0	233.4
Jan	1	Init	1.17	8.47	84.7	0	278.7
Jan	2	Init	1.3	9.71	97.1	0	97.1
Jan	3	Init	1.3	9.81	108	0	108
Fév	1	Crois	1.29	9.87	98.7	0	98.7
Fév	2	Crois	1.27	9.82	98.2	0	98.2
Fév	3	Crois	1.26	9.79	78.4	0	78.4
Mar	1	Crois	1.24	9.76	97.6	0	97.6
Mar	2	Mi-sais	1.23	9.8	98	0	98
Mar	3	Mi-sais	1.23	9.67	106.4	0.1	106.3
Avr	1	Mi-sais	1.23	9.55	95.5	6.1	89.4
Avr	2	Arr-sais	1.21	9.3	93	9.1	83.9
Avr	3	Arr-sais	1.14	8.39	83.9	12.2	71.7
Mai	1	Arr-sais	1.07	7.52	67.7	13.3	52.9
totaux					1444.7	40.8	1989.1

1.4.2 Campagne humide

Tableau 9: calcul des besoins en eau du riz en saison humide

Mois	Décade	Phase	Kc	ETc	ETc	Pluie eff.	Bes. Irr.
			coeff	mm/jour	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Jui	1	Pépi	1.2	0.7	4.2	17.1	0
Jui	2	Pépi	1.2	0.65	6.5	33.6	0
Jui	3	Pépi/Pré	1.06	5.46	54.6	35.3	74.2
Jui	1	Pépi/Pré	1.06	5.15	51.5	34.3	65.2
Jui	2	Init	1.09	4.94	49.4	35.2	160.1
Jui	3	Init	1.1	4.83	53.2	46.3	6.8
Aoû	1	Crois	1.1	4.67	46.7	64.4	0
Aoû	2	Crois	1.12	4.58	45.8	77.4	0
Aoû	3	Crois	1.15	4.82	53.1	63.6	0
Sep	1	Crois	1.18	5.07	50.7	46.4	4.3
Sep	2	Mi-sais	1.19	5.28	52.8	35.4	17.5
Sep	3	Mi-sais	1.19	5.68	56.8	26.7	30.2
Oct	1	Mi-sais	1.19	6.08	60.8	16.5	44.3
Oct	2	Mi-sais	1.19	6.48	64.8	6.7	58
Oct	3	Arr-sais	1.18	6.64	73	4.5	68.5
Nov	1	Arr-sais	1.13	6.63	66.3	0.1	66.1
Nov	2	Arr-sais	1.08	6.61	66.1	0	66.1
Nov	3	Arr-sais	1.06	6.73	6.7	0	6.7
totaux					863	543.6	668

1.5 Tour d'eau

Pour cette campagne sèche il faut souligner que ce sont les coopératives 4 et 5 du secondaire 4 (S4) qui sont en exploitation et le tour d'eau est organisé comme décrit dans le tableau suivant.

Tableau 10 : tour d'eau au niveau du secondaire N°4

Coopératives	Tour d'eau au niveau du S4	Canaux tertiaires	Tour d'eau au niveau des tertiaires
4	mercredi	T4-1 à T4-3	24h (6h à 6h)
	jeudi	T4-4 à T4-17	24h
	samedi	-T4-1 à T4-3 - T4-4 à T4-17	12h (6h à 18h) 12h (6h à 18h)
5	lundi	T4-7 à T4-10	24h (6h à 6h)
	mardi	T4-11 à T4-16	24h (6h à 6h)
	vendredi	T4-15 et T4-16	12h (6h à 18h)
	dimanche	T4-15 et T4-16	12h (6h à 18h)

Sources : enquêtes de terrain

Le tour d'eau est représenté sur les figures suivantes

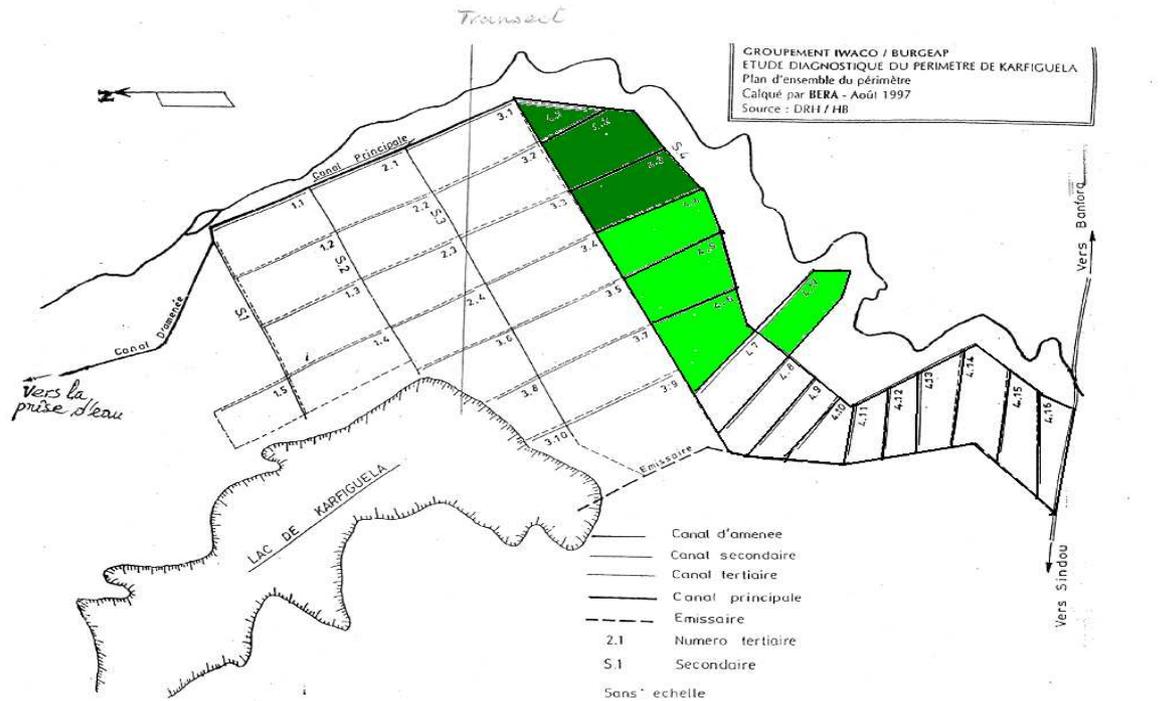


Figure 4 : tour d'eau samedi

Le vert foncé correspond au samedi de 6h à 18h et le vert clair équivaut de 18h à 6h.

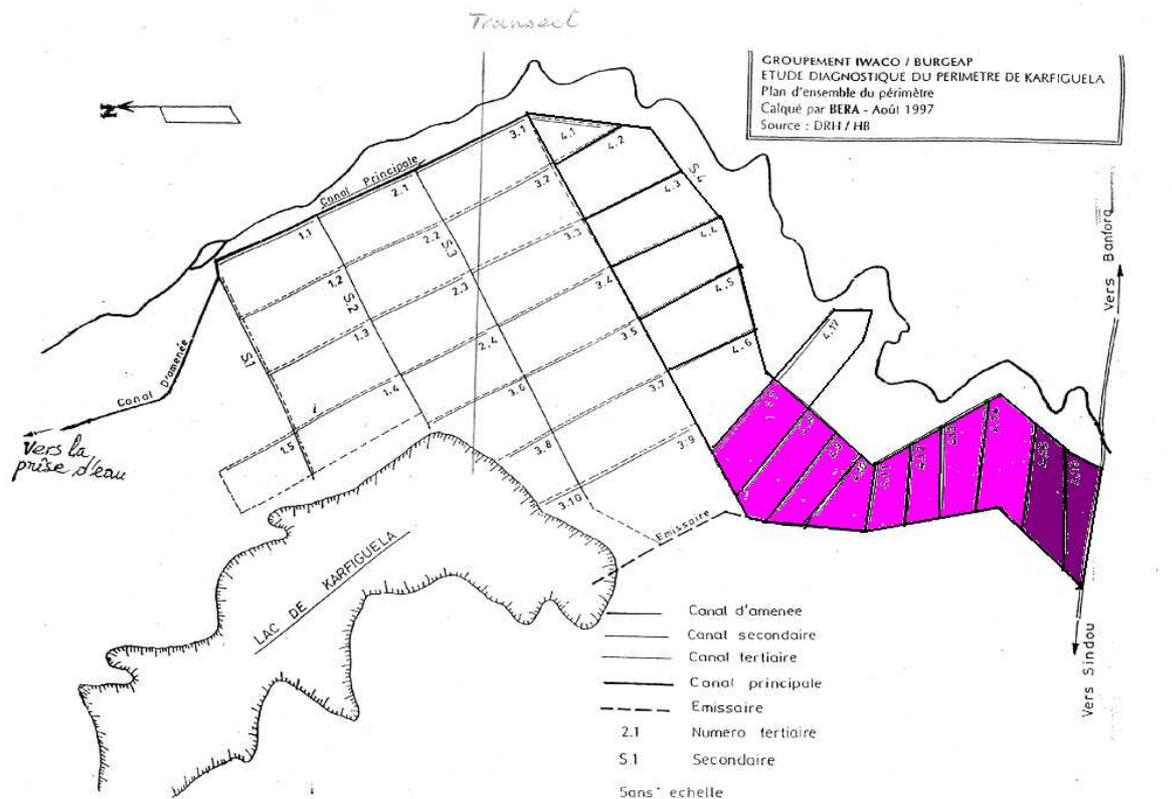


Figure 4 : tour d'eau dimanche

Le violet pur correspond au dimanche de 6h à 18h et le violet clair équivaut de 18h à 6h

Concernant les vendredis et dimanche entre 18h et 6h du matin, le choix est laissé à tous ceux qui ont besoin d'eau au niveau de la coopérative 5.

Il est important de noter qu'il n'y a pas de fiche de suivi du tour d'eau et par manque d'eau le tour d'eau n'est pas toujours respecté par les exploitants.

2. Drainage

Nous n'avons pas trouvé de plan précis du réseau de drainage avec les cotes ; nous nous sommes donc basés sur les observations de terrain pour faire une évaluation rapide du système existant et identifier les problèmes.

L'observation de terrain nous a permis d'identifier des problèmes de drainage parmi lesquels nous retiendrons les trois points suivant :

- Difficulté de drainage des parcelles car certains drains sont cultivés.
- Existence de zones de stagnation d'eau due au relief et au déficit de planage
- Beaucoup de colatures sont bouchées ou supprimées

Ces observations viennent confirmer les conclusions du diagnostic CNID-B. Nous avons également trouvé dans la littérature une évaluation du drainage de Karfiguéla réalisé par le groupement IWACO-BURGEAP(1998). Selon le ce dernier, il y a 73,8 ha qui sont inondés et 19,9 ha sont en terre haute sur l'ensemble du périmètre ; au niveau du secondaire 4 il y a 46,8 ha inondés (soit plus de 63% de toutes les parcelles inondées du périmètre) contre 14,9 ha en terre haute (soit plus de 74% de toutes les parcelles inondées du périmètre).

Nous n'avons pas pu vérifier avec exactitude les chiffres de cette expertise, néanmoins il n'y a pas eu de travaux de nivellement ou de réhabilitation réalisée depuis cette étude. De plus comme certains canaux sont bouchés ou ont carrément disparu, il est possible que la situation soit empirée entre 1998 et 2010.



Drain enherbé

Parcelle inondée

Figure7 : problèmes de drainage

2.1 ANALYSE DES EAUX DE DRAINAGE DU LAC DE KARFIGUELA

Les eaux de drainage du périmètre alimentent le lac de Karfiguéla situé à l’Ouest du périmètre. Le projet WAIPRO voulant savoir si l’eau du lac pouvait être réutilisée, nous avons réalisé une analyse chimique de l’eau. Un échantillon d’eau a été prélevé le 04 mai 2010, transporté et analysé par le laboratoire de Zie.

Le tableau suivant nous donne les résultats d’analyse de cet échantillon d’eau de drainage du lac de Karfiguéla.

Tableau11 : Résultat d’analyse des paramètres physico-chimiques du lac de Karfiguéla

Paramètres	Valeurs
T° C	29,8
pH	7
Conductivité en $\mu\text{S}/\text{Cm}$	250
Solides Totaux dissous(TDS) en mg/l	154
Concentration K^+ (mg/l)	10
Concentration Na^+ (mg/l)	12,9
Concentration Ca^{2+} (mg/l)	0
Concentration Mg^{2+} (mg/l)	10,56
Chlorures (mg /l)	92,3
carbonates (mg /l)	0
bicarbonates (mg /l)	63,4
Fe Total (mg/l)	28,625

Source : Laboratoire ZIE

Nous avons utilisé le cours de drainage de M.L.Compaoré (1998) pour analyser les résultats.

Les résultats montrent que :

- Le pH=7 il est compris entre 6.5 et 8.4 donc il respecte les critères d'une eau d'irrigation
- La conductivité $EC_w = 250\mu S/cm = 0.25dS/m$ qui est inférieure à 0.7 donc il n'y a aucune restriction ;
- Les TDS=154mg/l < 450mg/l donc il n'y a aucune restriction pour l'agriculture
- Pour le Mg^{2+} , la concentration est de 10.56mg/l qui correspond à 0.87méq/l < 5 donc il n'y a aucune restriction pour l'agriculture
- Pour le Na^+ , la concentration est de 12.9mg/l=0.56méq/l < 4méq/l donc il n'y a pas de restriction pour l'agriculture
- Pour les chlorures, la concentration est de 92.3mg/l=2.6méq/l < 4méq/l donc il n'y a pas de restriction pour l'agriculture
- Pour les bicarbonates la concentration est de 63.4mg/l=1.04méq/l 1.5méq/l donc il n'y a pas de restriction pour l'agriculture
- En ce qui concerne le fer, sa concentration est de 28.6mg/l > 0.3mg/l donc pas bonne
- Pour le potassium sa concentration 10mg/l > 2mg/l donc pas bonne.

3. Dispositifs de maintenance

D'après nos entretiens sur le terrain, en principe c'est l'union des coopératives (UCEPAK) qui devrait s'occuper de la maintenance du réseau d'irrigation mais compte tenu du non paiement de la redevance (100.000F/coopérative) à l'union, le soin est laissé à chaque coopérative de s'occuper de son secondaire et de ses tertiaires. L'union s'occupe de l'entretien de la prise, de la tête morte et des vannes principales.

En théorie le curage et le désherbage des canaux se fait au début de chaque campagne agricole, mais nous avons observé que certains canaux n'étaient pas encore désherbés alors que la campagne avait déjà largement commencé. D'après le chef de la coopérative 5 ceci est lié au manque de motivation de certains agriculteurs qui ont par le passé curé leurs canaux sans pouvoir ensuite les utiliser par manque d'eau.

Pour l'ouverture, la fermeture et le suivi du tour d'eau chaque coopérative a un aiguadier ; ce dernier est un agriculteur de la plaine et son salaire mensuel varie entre 10.000FCFA et 12.500FCFA selon les différentes coopératives. Nous avons cependant observé pendant la durée de nos enquêtes de terrain que c'est le chef de coopérative⁵ qui remplit cette fonction car il n'y a pas d'aiguadiers.

Il faut noter que les problèmes de maintenance observés sur le périmètre sont les suivants :

- Au niveau de la prise d'eau

Il y a ensablement de la prise dû à l'érosion des berges, il faut noter que la prise sert d'abreuvoir aux bœufs. En plus on a constaté qu'il y a des fuites d'eau au niveau des trois vannes chasses (voir photo, en annexe2).

- Au niveau du canal d'amenée et du canal primaire :

Il y a des fissures sur les parois et des destructions par endroit aussi sur la tête morte. On note également prélèvements illicites à partir de motopompes, la prolifération des mauvaises herbes sur les joints de dilatation, les dépôts de sédiments dans la tête morte qui provoque la prolifération de plantes aquatiques (voir photo en annexe2).

- Au niveau des canaux secondaires et tertiaires.

Les vannes fonctionnent par un système de vis-écrou et qui nécessite un graissage régulier, il y a des vannes où ce système n'existe plus. A ce niveau aussi on note des fissures sur les parois des canaux et leurs destructions par endroit (voir photo en annexe2).

-Au niveau des vannes

On remarque des fuites au niveau de ces vannes qui occasionnent beaucoup de pertes d'eau

Tous ces constats sont confirmés par Kiemdé N. (2010). En effet, selon lui il y a au total:

13 vannes (95 x 90) en panne pour défaut de mécanisme,

19 vannes (90 x 50) en panne pour défaut de mécanisme,

2 vannes dont les supports sont tordus.

3.1 ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DE LA COOPERATIVE

3.1.2 Informations générales

L'UCEPAK est régie par la loi N° 014/99/AN du 15 avril 1999 portant réglementation des sociétés coopératives et groupements au Burkina Faso, elle possède donc un statut et

règlement intérieur et compte 730 producteurs.

Les organes de l'UCEPAK sont :

- l'Assemblée Générale ;
- le Conseil de Gestion ;
- le comité de Contrôle.

3.1.3 Fonctionnement et gestion administrative de l'Union

Selon le diagnostic réalisé en 2009, les organes ne respectent pas la régularité des réunions. L'assemblée générale ordinaire, cadre idéal d'échange et de rencontre des membres, d'information et de prise de décision, qui devrait se tenir une fois par an selon les dispositions du règlement intérieur de l'Union, n'est pas respectée. De même, le comité de contrôle n'a jamais organisé de rencontres.

Par ailleurs le niveau de respect du cahier spécifique des charges validé par les exploitants de la plaine aménagée traduit l'état de dysfonctionnement dans lequel se trouve l'UCEPAK. Le règlement intérieur n'est pas respecté autant par les élus que par les membres à la base.

-La timide participation des femmes détentrices de parcelles aux prises de décision concernant la vie de la coopérative, réduit ainsi la base démocratique interne ;

-L'absence des producteurs aux travaux d'intérêt commun est un indicateur de l'indifférence qui règne au sein de l'Union. Le taux moyen de participation des tributaires aux séances d'entretien du périmètre est faible selon les estimations du président de la coopérative. Les sanctions prévues à cet effet ne sont pas appliquées à l'encontre des prévenus (amendes, exclusion).

-certaines fois le quorum pour les prises de décisions importantes n'est pas atteint (par exemple, le renouvellement des organes de gestion de la CEPAK le 22/10/2002 a accueilli 112 membres sur 712 membres soit un taux de participation de 15,73%, l'AG extraordinaire du 15/9/2003 a connu un taux de 21,34% au lieu des 2/3 des producteurs inscrits à la CEPAK)

- le renouvellement des organes ne se fait pas dans les délais prévus par la réglementation en vigueur au sein de l'UCEPAK.

Les chefs des blocs dont l'une des tâches est d'assurer la mobilisation des producteurs et de

veiller au nettoyage du périmètre n'ont aucun pouvoir dissuasif. Leurs mots d'ordre ne sont pas respectés.

3.1.4 Tenue des documents de gestion

D'après nos entretiens avec les responsables des différentes coopératives, il n'y a pas de compte d'épargne, mais les fonds recueillis sont gardés par le trésorier. En ce qui concerne l'union, le diagnostic de 2009 a révélé qu'elle a un compte mais qui n'est plus fonctionnel depuis des années. En plus Il n'y a aucun dispositif de gestion comptable et financière au niveau de l'UCEPAK.

La redevance hydraulique qui est passée de 10 000 FCFA à 6000 FCFA n'est pas couverte en totalité, par exemple le taux de producteurs en règle est compris entre 34,13% et 49,72% entre 2003 et 2005, soit une moyenne annuelle de 41,25% avant la restructuration et une moyenne 72,01% en 2008 et un taux prévisionnel de plus de 80% en 2009(CNID-B,2009).

D'après nos entretiens avec les acteurs, les fonds de la redevance sont utilisés pour les travaux d'entretien, d'investissement et pour la rémunération du personnel d'appui de la coopérative en l'occurrence le gestionnaire, l'aiguadier, le mécanicien et le gardien.

4. Indicateurs de performances

Tableau 12 : valeurs des indicateurs de performance

Objectifs	Indicateurs	Saison sèche et humide
Production productivité	R(t /ha)	3.6
	VPbIr(FCFA /m 3)	-
Profitabilité	CP(%)	50
Utilisation des ressources	IC(%)	152
	RWS	-
Durabilité	RR	0.72

Nous remarquons que RR est inférieur à RR0 qui est de 100%. Nous avons calculé IC sur la base qu'environ la moitié de la production sur le périmètre est autoconsommée (CNI-B, 2009). Nous n'avons pas pu estimer RWS car il n'y a pas de données sur les volumes d'eau apportés, par campagne au niveau de la prise

Le chapitre suivant analysera et discutera les résultats obtenus.

IV. DISCUSSION ET ANALYSES

En ce qui concerne les quantités d'eau réellement apportées sur le périmètre en saison sèche comme en saison humide, nous n'avons pas pu avoir de données. Cela est dû au fait qu'il n'y a pas eu de suivi des échelles limnimétriques installées depuis la création du périmètre à certains endroits du réseau. En effet, le rôle de l'aiguadier est aussi d'élaborer une fiche de collecte de données sur les hauteurs d'eau à partir desquels l'on pourrait tracer une courbe hauteur- volume, ce qui faciliterait le calcul des différents débits.

Pour les dispositifs de mesure de débits, nous remarquons qu'à part les échelles limnimétriques hors d'usage, il n'y a pas d'ouvrages de mesures sur le périmètre (CNID-B, 2010). En plus de cela, les dossiers techniques du périmètre ont été emportés par les concepteurs.

En ce qui concerne les mesures de débits que nous avons effectuées, il est important de souligner que ces débits sont des mesures ponctuelles et la qualité de ces mesures serait améliorée si ces dernières se faisaient simultanément aux différents points de mesures. En plus, il serait encore plus intéressant de faire des campagnes de mesures quotidiennes pendant chaque campagne agricole.

Quand aux différents débits calculés par la méthode du flotteur le 14 avril, nous avons eu les résultats suivants : Les débits sont de $1.86\text{m}^3/\text{s}$ au niveau de la tête morte et $1.23\text{m}^3/\text{s}$ à l'entrée du secondaire⁴. Nous remarquons ainsi qu'entre la tête morte et le secondaire 4, on a une perte de $0.63\text{m}^3/\text{s}$. Ceci pourrait s'expliquer non seulement à cause de l'état vieillissant du canal, mais également à cause des prélèvements illicites et les pertes par évaporation. En plus, il y a une répartition inégale des débits au niveau des tertiaires ; ceci est lié au mauvais état de certaines vannettes. Sur le secondaire⁴ le débit est passé de $1.06\text{m}^3/\text{s}$ à $1.27\text{m}^3/\text{s}$, cette augmentation pourrait être due soit à une erreur de mesures, soit à une fermeture en aval d'une vannette ou soit à une augmentation du niveau d'eau à la prise. Nous constatons aussi qu'à partir du bloc T4-8, il y a beaucoup d'entrée d'eau au niveau des parcelles, cela pourrait s'expliquer par la présence des producteurs qui avaient abandonné leurs parcelles par manque d'eau, mais à cause de la pluie de la veille ils ont recommencé leurs activités de mise en boue et de repiquage.

Pour les mesures du 20 avril réalisées au flotteur, le débit est de $0.54\text{m}^3/\text{s}$ au niveau de la tête morte, et de $0.463\text{m}^3/\text{s}$ à l'entrée du secondaire⁴. Nous constatons aussi que le débit qui est

de $0.25\text{m}^3/\text{S}$ sur secondaire⁴ après T4-7 passe à $0.31\text{m}^3/\text{s}$ avant le bloc T4-11, ceci serait dû soit à la fermeture d'une vannette des tertiaires en amont ou soit à une augmentation brusque du tirant d'eau ou soit à des erreurs de mesures.

Les mesures du 26 avril montrent que le débit est de $0.23\text{m}^3/\text{s}$ au niveau de la tête morte et de $0.20\text{m}^3/\text{s}$ à l'entrée du secondaire⁴. Nous constatons ici que quand le tour d'eau est respecté, les augmentations brusques de débit sont réduites, mais les débits sont inégalement répartis au niveau des différents blocs.

Avec le micromoulinet, le 20 avril le débit était de $0.51\text{m}^3/\text{s}$ au niveau de la tête morte et de $0.49\text{m}^3/\text{s}$ à l'entrée du secondaire⁴. Nous remarquons donc qu'il y a des écarts de débit d'une méthode à l'autre, cela pourrait s'expliquer par les points de mesures et le temps mis pour pouvoir faire un jaugeage au micromoulinet qui dure plus qu'avec la méthode du flotteur, mais ces différences ne sont pas trop significatives.

Avec le micromoulinet, le 26 avril le débit était de $0.26\text{m}^3/\text{s}$ au niveau de la tête morte et $0.22\text{m}^3/\text{s}$ à l'entrée du secondaire⁴. La somme des débits des trois tertiaires donne $0.155\text{m}^3/\text{s}$ alors que le débit à l'entrée du secondaire 4 est de $0.22\text{m}^3/\text{s}$, donc nous avons une perte de $0.065\text{m}^3/\text{s}$. cette perte est due sans doute aux fuites sur le tronçon et à la prolifération des herbes dans le canal secondaire.

Cependant, nous obtenons sensiblement les mêmes valeurs de débit que ça soit avec le flotteur ou avec le micromoulinet. Mais il est important de souligner que les mesures au micromoulinet sont plus précises que celles réalisées au flotteur.

En ce qui concerne le calcul des besoins en eau du riz en campagne sèche, nous obtenons un besoin net de 1989 mm, cette valeur est différente de celle calculée par l'AEDE (1561mm) dans les programme de lâchures d'eau pour la campagne 2008-2009. Pour la campagne humide, ces besoins s'élèvent à 668mm.

Pour la campagne sèche, si nous considérons le débit le plus faible au niveau de la prise obtenu au micromoulinet qui est de $0.26\text{m}^3/\text{s}$ et que le régime est permanent, la prise étant ouverte 24h sur 24 nous avons un volume total journalier de $22\,464\text{m}^3$. Si l'on divise cette

quantité par 150ha nous obtenons un volume de 149.76 m³/ha. Pour le cycle de 160jours on a un besoin net de 19 890 m³/ha, soit un volume de 124.43 m³/ha par jour. Nous avons donc une perte de 25.33 m³/ha.

Si l'on considère que la SOSUCO lâche un débit de 150l/s, on aura un volume de 12 960m³/jour, ce qui correspond à un volume de 86.4m³/ha. Donc pour couvrir les besoins de 150ha, on aura un manque à gagner de 38.08m³/ha.

En ce qui concerne le tour d'eau, nous avons remarqué que ce dernier n'est pas rigoureusement respecté tous les jours.

En ce qui concerne le drainage, il y a des sérieux problèmes de drainage qui sont : le manque de planage des parcelles, le manque de curage et d'entretien des drains qui sont envahis d'herbes.

L'analyse des eaux de drainage du lac de Karfiguéla nous a permis de conclure que cette eau pourrait être réutilisée en complément pour l'irrigation. Mais au vu des valeurs élevées du fer total (26.8mg/l) et du potassium (10mg/l), il est évident qu'une seule mesure ne permet pas de tirer des conclusions fiables sur la qualité de l'eau, elle nous donne cependant une « idée » de sa qualité à un temps donné. Nous pouvons suggérer que des mesures soient réalisées en campagne sèche ou les coopératives 1, 2 et 3 seront en activité, car selon le président de l'union l'ensemble des eaux de drainage de ces trois coopératives convergent vers le lac de Karfiguéla.

En ce qui concerne la maintenance du système, théoriquement le curage et le désherbage des canaux se fait en début de chaque campagne agricole, mais nous avons observé que certains canaux n'étaient pas désherbés alors que la campagne avait déjà largement commencé. D'après le chef de la coopérative 5, ceci est lié au manque de motivation de certains agriculteurs qui ont par le passé curé leurs canaux sans pouvoir ensuite les utiliser par manque d'eau. La négligence dans la maintenance au niveau des infrastructures hydrauliques accentue le problème d'eau que posent les producteurs. En effet, même si une quantité importante d'eau est lâchée au niveau de la prise, avant qu'elle n'arrive au niveau des parcelles il y a beaucoup de pertes. Une étude menée par Kiemdé N. (2010) montre que pour

réhabiliter le périmètre, il faut une somme de 37 189 783 Millions de FCFA.

En ce qui concerne le fonctionnement de la coopérative, nous pouvons dire qu'elle possède beaucoup d'atouts notamment sa légalité, sa fonctionnalité, son encadrement technique par la Direction Provinciale de l'Agriculture et l'amélioration des recettes en matière de recouvrement de la redevance. Mais il y a beaucoup de choses à revoir au niveau du respect des règles établies dans le statut et le règlement intérieur.

En ce qui concerne les indicateurs pouvant convaincre les acteurs, nous avons un rendement moyen sur les deux saisons de 3,6t/ha. Ce rendement est faible par rapport à la valeur de référence qui est de 5t/ha, la baisse de ce rendement serait due au non renouvellement des semences et à l'insuffisance d'eau d'irrigation d'après nos entretiens sur le terrain.

La commercialisation des produits (CP) est de 50% car 50% de la production est généralement autoconsommée.

L'intensité culturale (IC) est de 152%. Cette valeur montre qu'il y a une très bonne occupation du sol, mais c'est surtout le manque d'eau et la topographie qui font que certaines parcelles sont inexploitées.

V. CONCLUSIONS

Au terme de notre analyse, nous retiendrons que pour le calcul des indicateurs de performance, nous n'avons pas pu avoir accès à toutes les données notamment les quantités d'eau réellement apportées sur le périmètre en saison sèche comme en saison humide. Pour avoir une idée sur les consommations d'eaux aux différentes échelles, nous avons effectué quelques mesures de débit. Mais il faut noter que les valeurs obtenues ne sont que des mesures ponctuelles. Pour avoir des mesures très fiables, il serait très utile de faire des mesures quotidiennement pendant chaque campagne agricole.

Pour le tour d'eau, il existe de manière théorique en saison sèche comme en saison pluvieuse. Mais le problème est le suivi de ce tour d'eau par l'aiguadier ; ce suivi est rendu encore plus difficile par le dysfonctionnement des vannettes et batardeaux aux niveaux des blocs.

En outre, nous avons relevé des problèmes de drainage qui sont dus au manque d'entretien du réseau de drainage qui est enherbé. A cela s'ajoute aussi le problème de planage de certaines parcelles.

L'analyse des eaux du lac de Karfiguéla nous montre que cette eau peut être réutilisée en agriculture. Cependant, il faudrait faire une étude beaucoup plus approfondie en ce qui concerne les paramètres physico-chimiques et la durabilité de la ressource en eau.

Au niveau de la maintenance, il y a un minimum qui est fait. Mais beaucoup reste encore à faire au niveau de la formation et le rôle de l'aiguadier.

Pour ce qui est des indicateurs de performance, nous avons pu estimer le rendement, la commercialisation des produits et l'intensité culturale qui sont respectivement de 3.6t/ha, 50% et 152%.

VI. RECOMMANDATIONS – PERSPECTIVES

En ce qui concerne les dispositifs de mesures, nous recommandons l'installation des échelles limnimétriques sur le réseau d'irrigation et l'installation d'un seuil Parshall qui permettra d'avoir des débits très précis. Une fois que ce dispositif sera installé, il sera plus aisé d'élaborer une étude complète sur le fonctionnement hydraulique du périmètre.

Il faudrait également réaliser des levées topographiques de tout le périmètre afin de pouvoir élaborer la carte topographique du périmètre afin de reconstituer le réseau de drainage.

Au niveau de la maintenance, nous pensons que l'étude réalisée par Kiemdé, N. (2010) sur la réfection du périmètre pourra permettre de limiter les pertes. Pour suivre rigoureusement le tour d'eau, une fois ces travaux réalisés, nous suggérons l'élaboration par l'aiguadier d'une fiche d'enregistrement du tour d'eau et une fiche d'enregistrement des tirants d'eau aux différents endroits du réseau où il y a des échelles limnimétriques.

Par rapport au réseau de drainage, sur la base des résultats du diagnostic et de l'étude de l'IWACO-BURGEAP (1998) complétée par nos observations de terrain, nous proposons les recommandations suivantes :

La réalisation de travaux de planage des parcelles.

Procéder au curage qui permettra de remettre aux dimensions initiales les drains, les collecteurs et les émissaires.

Enlever toutes les plantes aquatiques qui poussent dans les drains

Pour les analyses concernant la qualité de l'eau, nous suggérons que des mesures soient réalisées en campagne sèche où les coopératives 1, 2 et 3 seront en activité car selon le président de l'union l'ensemble des eaux de drainage de ces trois coopératives convergent vers le lac de Karfiguéla.

Pour les problèmes hydrauliques sur le périmètre, la direction provinciale de l'agriculture pourrait profiter de l'expérience des ingénieurs hydrauliciens affectés dans leur structure.

Bibliographie

CNID-B, (2009), Diagnostic participatif du périmètre irrigué de Karfiguéla, rapport de diagnostic et de plans d'actions, Burkina Faso, 60p.

COMPAORE M.L. (1998), Cours de drainage et d'assainissement agricole, Cours EIER, Burkina Faso, 188p.

DIALLO .S, (2006), Rapport provisoire de l'étude diagnostic du périmètre rizicole de Karfiguéla, Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques (MAHRH), Cellule de Gestion du plan d'action filière Riz, Burkina Faso, 46p

HILMY S., AMADOU K., CHARLES. A, (1996), Méthodes d'évaluations des performances et de diagnostic des systèmes irrigués, Projet management de l'irrigation-Burkina (PMI-BF) Faso, 118p

INERA (2007), profil du bassin de la Comoé, Burkina Faso, rapport technique, 31p

KIEMDE, N. (2010), Etude d'évaluation technique et financière des travaux de réfection du périmètre irrigué de Karfiguéla, Rapport provisoire, 25p

MAR A. L. (2004), Cours d'hydraulique T2: Ecoulements a surface libre, cours EIER-ETSHER, 244p

NOMBRE A. (1984), Présentation du périmètre aménagé de Karfiguéla. HER. 5p.

PARKOUDA, S. (2008), Entretien des infrastructures hydrauliques de petite irrigation : étude de cas du périmètre irrigué de wedbila, Burkina Faso, conférence électronique, 14p

WAIPRO-CILS-IWMI. (2009), Amélioration de la sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest par le biais de la revitalisation des performances et de la productivité des systèmes irrigués et de la promotion de la petite irrigation, projet CILS-IWMI- USAID, 21p.

VII. ANNEXE

Annexe I : données météorologiques utilisées par le logiciel Cropwat8.

1. Pluviométries mensuelles (mm) de la station de Bérégadougou

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTAL
2000	26.4	0.0	6.7	18.8	106.2	212.4	175.1	425.1	251.4	36.3	0.0	0.0	1258.4
2001	0.0	0.0	8.7	20.6	58.0	83.6	220.4	164.6	201.0	57.5	2.7	0.0	817.1
2002	0.0	0.0	26.7	106.0	110.5	119.3	131.4	194.7	135.0	46.1	0.0	0.0	869.7
2003	0.0	0.0	8.6	57.0	114.1	198.1	274.1	342.1	184.0	31.5	16.5	0.0	1226.0
2004	0.0	2.9	1.3	68.2	145.2	120.6	217.3	279.2	79.3	28.2	17.5	2.2	961.9
2005	0.0	2.0	5.1	96.0	114.2	130.1	133.3	127.0	190.9	44.5	0.0	0.0	843.1
2006	0.0	0.0	0.0	84.3	70.6	242.7	203.7	299.9	228.5	119.9	0.0	0.0	1249.6
2007	0.0	0.0	1.5	136.1	50.2	137.7	75.4	543.5	99.6	26.4	0.0	0.0	1070.4
2008	0.0	0.0	74.2	4.1	126.9	141.6	182.0	386.4	118.9	73.7	0.0	0.0	1107.8
2009	0.0	3.2	33.1	30.8	90.4	132.9	134.2	106.3	164.9	164.8	0.4	0.0	861.0
MOY	2.6	0.8	16.6	62.2	98.6	151.9	174.7	286.9	165.4	62.9	4.1	0.2	1021.6

2. Températures minimales en °C de Bobo

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
2000	21.4	19.5	23.7	25.7	23.8	22.3	21.1	21.0	21.0	21.9	20.9	18.9	21.8
2001	18.6	20.4	24.1	25.4	24.1	22.7	21.8	21.5	21.1	22.3	21.4	20.5	22.0
2002	19.8	21.2	25.9	25.5	24.9	22.8	22.2	21.7	21.6	22.3	21.8	19.9	22.5
2003	20.1	23.8	24.9	25.0	24.6	22.6	21.5	21.6	21.5	22.5	22.1	19.2	22.5
2004	20.2	22.8	24.5	25.2	24.0	22.5	21.2	21.6	21.6	22.4	21.9	21.8	22.5
2005	19.6	24.6	26.3	25.7	**	22.7	21.9	21.3	**	22.1	22.2	20.0	22.6*
2006	19.8	22.4	24.8	25.7	23.7	**	22.0	21.5	21.0	**	20.4	18.5	22.0*
2007	18.8	21.7	24.8	24.7	24.7	22.9	21.9	21.2	21.4	22.2	21.4	19.4	22.1
2008	16.7	22.1	24.4	25.4	24.5	22.1	21.3	**	20.9	22.0	20.6	19.8	21.8*
2009	18.2	23.2	24.7	25.3	23.8	22.5	21.5	21.3	21.6	21.5	19.7	19.7	21.9
MOY	19.3	22.2	24.8	25.4	24.2*	22.6*	21.6	21.4*	21.3*	22.1*	21.2	19.8	22.2*

1. Températures maximales en °C de Bobo

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
2000	33.6	32.9	37.0	37.9	35.1	31.6	29.1	29.3	30.8	33.2	35.2	33.3	33.3
2001	33.7	35.0	38.2	38.3	36.0	33.0	31.1	30.1	30.9	34.4	35.3	35.1	34.3

2002	32.9	35.7	38.7	37.6	36.8	33.1	32.0	29.9	31.6	34.1	35.8	33.9	34.3
2003	34.1	37.6	38.0	38.1	36.2	32.0	30.3	29.5	30.5	34.4	35.2	33.6	34.1
2004	34.0	35.9	36.8	37.0	34.8	32.9	30.1	30.3	31.5	35.1	35.4	35.7	34.1
2005	32.6	36.8	38.6	38.1	**	32.7	30.8	29.4	**	33.7	35.5	34.5	34.3*
2006	34.2	36.2	38.4	37.5	34.9	**	31.4	30.5	30.7	**	34.1	32.5	34.0*
2007	32.2	36.4	37.9	36.5	35.7	33.8	30.5	28.8	31.1	34.3	34.8	32.9	33.7
2008	30.5	35.6	37.7	37.7	36.0	32.6	30.1	**	30.3	33.2	35.0	33.7	33.9*
2009	31.3	36.7	37.8	37.5	36.0	33.0	30.9	29.7	31.3	33.3	33.5	34.5	33.8
MOY	32.9	35.9	37.9	37.6	35.7*	32.7*	30.6	29.7*	31.0*	34.0*	35.0	34.0	33.9*

5. Humidité relative minimale (%) de Bobo

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
2000	23	12	15	31	43	55	64	66	62	47	23	13	38
2001	8	10	17	26	40	51	59	65	63	44	26	14	35
2002	14	11	19	30	37	52	57	65	60	44	22	16	35
2003	13	17	15	32	40	56	63	66	62	47	27	13	37
2004	11	12	15	35	48	53	63	65	59	**	**	19	38*
2005	13	16	22	32	**	55	62	67	**	44	21	12	34*
2006	10	10	10	27	43	**	60	65	62	**	19	11	32*
2007	9	7	13	37	41	50	63	69	58	41	25	15	36
2008	11	9	15	23	36	53	63	**	64	46	17	15	32*
2009	11	17	22	26	37	52	60	67	61	50	25	12	37
MOY	12	12	16	30	41*	53*	61	66*	61*	45*	23*	14	36*

6. Humidité relative maximale (%) de Bobo

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
2000	50	27	38	71	82	92	96	97	96	90	64	33	70
2001	26	24	50	70	83	88	91	95	95	86	67	36	68
2002	31	25	53	74	79	87	92	95	93	87	63	37	68
2003	30	41	39	72	78	91	94	95	94	89	73	40	70
2004	34	33	42	76	87	90	95	97	94	**	**	55	70*
2005	31	37	60	75	**	91	95	97	**	89	67	37	68*
2006	27	26	43	71	86	**	95	96	97	**	57	34	63*
2007	25	23	38	79	83	89	96	98	96	89	70	38	69
2008	30	25	46	59	79	90	97	**	98	91	56	42	65*
2009	33	45	62	71	84	90	94	97	96	94	69	41	73
MOY	32	30	47	72	82*	90*	94	96*	95*	89*	65*	39	69*

7. Insolation en heure de Bobo

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
2000	7.7	9.3	7.8	7.9	7.5	7.7	5.9	6.3	6.3	7.6	8.9	8.1	7.6
2001	9.4	9.1	8.4	8.2	7.9	7.3	6.7	5.4	6.7	8.9	8.4	8.8	7.9
2002	8.0	9.5	7.7	7.2	7.9	7.3	6.2	5.7	7.6	8.7	9.4	8.3	7.8
2003	7.8	8.6	7.6	7.9	7.9	6.8	5.9	5.2	5.8	9.0	8.4	9.3	7.5
2004	8.0	5.8	5.8	7.1	7.9	6.8	5.7	5.5	6.5	8.2	8.5	6.2	6.8
2005	5.3	5.3	7.2	6.5	**	5.9	5.7	4.9	**	8.5	8.1	9.4	6.7*
2006	9.1	8.8	7.6	7.1	6.6	**	6.9	6.1	7.0	**	9.8	8.0	7.7*
2007	6.4	9.5	7.5	5.5	6.5	7.5	5.7	4.6	6.8	7.8	8.5	8.9	7.1
2008	9.6	8.6	7.7	7.0	6.6	6.7	6.3	**	6.1	8.0	9.6	8.7	7.7*
2009	8.2	7.6	5.6	6.9	7.7	6.6	6.6	5.8	5.8	8.0	9.0	9.4	7.3
MOY	8.0	8.2	7.3	7.1	7.4*	7.0*	6.2	5.5*	6.5*	8.3*	8.9	8.5	7.4*

7. vitesse du vent à 10mètre en m/s de Bobo

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
2000	2.7	3.2	2.7	4.0	3.8	3.5	3.3	3.0	2.8	2.6	2.3	2.8	3.1
2001	3.1	3.9	3.4	3.5	4.0	3.9	3.4	3.3	2.8	2.6	2.4	3.3	3.3
2002	3.8	3.4	3.0	3.8	4.1	4.0	3.3	3.1	3.1	2.8	**	2.9	3.4*
2003	3.1	3.1	3.2	4.0	4.1	3.5	3.2	2.8	2.5	2.6	2.4	3.0	3.1
2004	3.4	3.3	3.1	3.7	4.2	3.9	2.8	3.0	2.5	**	**	2.3	3.2*
2005	3.6	3.2	2.9	4.1	**	3.4	3.0	2.7	**	2.7	2.3	3.1	3.1*
2006	3.3	3.4	3.1	3.5	3.6	**	2.8	2.9	2.4	**	2.3	2.9	3.0*
2007	3.3	**	3.3	3.7	3.6	4.0	3.1	**	2.2	2.6	2.2	2.8	3.1*
2008	3.7	3.4	3.2	3.8	3.8	3.8	3.0	**	2.4	2.5	2.4	3.1	3.2*
2009	3.6	3.1	3.3	3.5	3.8	3.6	3.4	2.8	2.3	2.7	2.6	3.0	3.1
MOY	3.4	3.3*	3.1	3.8	3.9*	3.7*	3.1	3.0*	2.6*	2.6*	2.4*	2.9	3.2*

8. coordonnées géographique de la station de la SN-SOSUCO

STATIONS	Code	Longitude		Position	Latitude		Position	Altitude (m)	Nature	Date d'ouverture
		Deg	Min		Deg	Min				
BEREGADOUGOU	200153	4	44	Ouest	10	45	Nord	331	Agrométéo	1970
BOBO-	200099	4	18	Ouest	11	10	Nord	432	Synoptique	1907

DIOULASSO									
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Annexe II: Dispositifs de maintenances

1. Prise



Ensablement



Erosion



Fuites

2. Tête morte et canal primaire

- Tête morte et canal primaire



Canal fissuré et enherbé



Prélèvement illicite

3. Canaux secondaires, tertiaires et quaternaires

• Canaux secondaires, tertiaires et quaternaires



Canal enherbé



Absence de batardeau



Absence de vis écrous sur la vannette

Annexe III: Parcelles du périmètre irrigué de Karfiguéla

Canaux secondaires	Canaux tertiaires	Superficies tertiaires (ha)	Superficies secondaires (ha)	Numéros blocs	Coopératives de base
S1	T1-1	15	63,5	I-1	Coopérative n°1
	T1-2	15		I-2	
	T1-3	15		I-3	
	T1-4	12		I-4	
	T1-5	6,5		I-5	
S2	T2-1	15	60	II-1	Coopérative n°2
	T2-2	15		II-2	
	T2-3	15		II-3	
	T2-4	15		II-4	
S3	T3-1	10	88,65	III-1	Coopérative n°3
	T3-2	10		III-2	
	T3-3	10		III-3	
	T3-4	10		III-4	
	T3-5	10		III-5	
	T3-6	6,1		III-6	
	T3-7	10		III-7	
	T3-8	5,8		III-8	
	T3-9	12,5		III-9	

	T3-10	4,25		III-10	
S4	T4-1	3,25	147,8	IV-1	Coopérative n°4 (77,95 ha)
	T4-2	9,35		IV-2	
	T4-3	12,25		IV-3	
	T4-4	11,5		IV-4	
	T4-5	10,5		IV-5	
	T4-6	13,45		IV-6	
	T4-7	12,75		IV-7	
	T4-17	4,9		IV-17	
	T4-8	13,55		IV-8	Coopérative n°5 (69,85 ha)
	T4-9	12,25		IV-9	
	T4-10	2,95		IV-10	
	T4-11	5,10		IV-11	
	T4-12	6,55		IV-12	
	T4-13	7,20		IV-13	
	T4-14	11,75		IV-14	
	T4-15	6,5		IV-15	
	T4-16	4		IV-16	