



**PROPOSITION DE SOLUTION D'AMELIORATION DES PERFORMANCES
D'UN PERIMETRE RIZICOLE PAR LA TECHNOLOGIE DU TUBE WELL : CAS
DU PERIMETRE IRRIGUE DE BAMA (BURKINA-FASO)**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC GRADE DE
MASTER EN INFRASTRUCTURES ET RESEAUX HYDRAULIQUES
SPECIALITE : IRRIGATION ET DRAINAGE

Présenté et soutenu publiquement le 20/01/2020 par

Ousséni SANKARA (2016 0363)

Directeur de mémoire : Pr HAMMA Yacouba ; Professeur titulaire CAMES

Co-Directeurs 2iE:

Dr. Dial NIANG ; Enseignant-chercheur à 2iE

M.BOUBE Bassirou ; Enseignant-chercheur à 2iE

Co-Directrice :

Dr. Aïssata Delphine NATI / BAMA ; Chargée de Recherches en hydraulique
agricole à l'INERA

Jury d'évaluation du stage :

Président : Amadou KEITA

Membres et correcteurs : Roland YONABA

Amadou SIMAL

Promotion [2018/2019]

DEDICACE

Je dédie ce document :

*À mes géniteurs pour avoir pleinement rempli leur
devoir à mon égard ;*

À tous mes frères et sœurs ;

*À tous ceux qui de près ou de loin m'ont été d'une
aide quelconque ;*

Merci pour tout !

CITATION

« La technologie fait clairement évoluer vers la prospérité, une transformation des économies et vers une participation des petits exploitants agricoles »

D'après Nick Austin Directeur du développement agricole à la fondation Bill et Melinda Gates.

REMERCIEMENTS

Je remercie avant tout le bon Dieu de m'avoir gardé en bonne santé afin de mener à bien ce mémoire de fin d'étude. Loin d'être l'œuvre d'une seule personne, ce travail est la traduction des efforts de plusieurs personnes que je remercie vivement. Il s'agit notamment de :

- Dr Korodjouma OUATTARA, Directeur du Centre de Recherches Environnementales, Agricoles et de Formation de Kamboinsé (CREAF), pour m'avoir accueilli au sein de sa structure ;
- Dr. Aïssata D. NATI / BAMA, notre encadrant externe et chargée de recherches en hydraulique agricole à l'INERA pour nous avoir accepté comme stagiaire dans le cadre du projet TAAT- WEC qu'elle pilote directeur de mémoire et enseignant-chercheur à 2iE pour la critique constructive ;
- Pr HAMMA Yacouba, directeur de mémoire et enseignant-chercheur à 2iE pour son accompagnement ;
- Dr. Dial NIANG, Co-directeur de mémoire et enseignant-chercheur à 2iE pour la critique constructive ;
- M. Bassirou BOUBE, enseignant à 2iE, Co-Directeur de mémoire pour son accompagnement et ses conseils ;
- Ibrahim OUEDRAOGO, chercheur à l'INERA Farako-Ba, pour son accompagnement et ses conseils ;
- Ma camarade sur le terrain : Wend-yida Aurélie Létissia TAPSOBA pour sa disponibilité et simplicité dans l'accomplissement des tâches sur le terrain ;
- Aux Camarades Eric KABORE et TRAORE Soumaila tous élèves ingénieurs d'agronomie pour leur disponibilité ;
- Tous les promotionnaires de licence 2015 de l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Fada (ENSI-FADA) ;
- Tous les promotionnaires de 2iE ;

Enfin toutes les personnes qui, de façon anonyme, ont contribué à la réalisation de ce rapport de fin de cycle.

RESUME

Aménagé en 1974 par la chine Taiwan, le périmètre irrigué de la vallée du kou dans la commune de Bama, est confronté de nos jours à une pénurie d'eau pendant la contre saison. Sur 1260 Ha emblavés, seulement 250 Ha sont cultivés pendant la contre saison. Le périmètre de la vallée du Kou est un aménagement au fil d'un cour d'eau le Kou, affluent du Mouhoun constitué d'un canal d'amenée de 11,20 Km et d'un réseau hydraulique composé d'un canal principal de 10,851 Km de long, de 10 canaux secondaires, de 82 canaux tertiaires et de 420 canaux quaternaires ,de réseaux de drainage et de pistes d'accès. Toutefois la pénurie d'eau entraine des manques à gagner sur les revenus des producteurs. C'est dans cette logique qu'une étude diagnostique a été mené sur le dit périmètre afin d'améliorer ses performances agricoles. Sur l'état des lieux des ouvrages existants, il est à noter que la plupart des ouvrages hydrauliques sont en état relativement bonne sauf le non entretien des canaux et le vol d'équipement comme les modules à masques, vannettes.

En effet cette pénurie d'eau, après analyse est dû en partie au prélèvement anarchique de l'eau le long du canal d'amenée pour l'irrigation de près de 700 Ha de champ, l'installation de près de 150 motopompes, l'ensablement du Kou. Cependant pour pallier au manque d'eau sur la plaine, deux techniques ont été abordé à savoir la technologie du **Tube Well** pour l'irrigation et la technique **d'irrigation par intermittence**.

Pour la Technologie du Tube Well, qui est une technique peu encore développé au Burkina, elle nous a permis d'utiliser l'eau de la nappe phréatique pour l'irrigation chez deux producteurs avec des débits de 5,5 l/s à 7, 82 l/s.

Pour ce qui concerne la méthode d'irrigation par intermittente(AWD), une étude comparative a été fait avec la pratique paysanne(PP) en vue d'une bonne gestion de l'eau à la parcelle et l'impact de la méthode AWD sur les paramètres hydriques, le rendement ont été évalués. Cette technique a permis un gain économique sur l'eau de **11,54%** et au niveau du revenu des producteurs de près de **11 %**.

Mots clés :

1-Diagnostic

2-Pénurie d'eau

3-Riziculture

4-Puit Tubulaire (Tube Well)

5-irrigation intermittente(AWD)

ABSTRACT

Developed in 1974 by China Taiwan, the irrigated perimeter of the kou valley in the municipality of Bama, is now facing a shortage of water during the off-season. Of the 1260 Ha entangled, only 250 Ha are grown during the off-season. The perimeter of the Kou Valley is a development along a riveryard, the Mouhoun consisting of a 11.20 km canal and a hydraulic network consisting of a main canal of 10.851 km long, 10 secondary canals, 82 tertiary canals and 420 pipelines, drainage networks and drainage networks. However, water scarcity leads to shortfalls in producers' incomes. It is with this in mind that a diagnostic study was conducted on the so-called perimeter in order to improve its agricultural performance. On the state of the premises of the existing structures, it should be noted that most hydraulic works are in relatively good condition except for the non-maintenance of the canals and the theft of equipment such as mask modules, vans.

Indeed this water shortage, after analysis is due in part to the removal of water along the canal of brought for irrigation of nearly 700 Ha of field, the installation of nearly 150 motor pumps, the sanding of the Kou. However, to compensate for the lack of water on the plain, two techniques were discussed: Tube Well technology for irrigation and intermittent irrigation technique.

For Well Tube Technology, which is a technique not yet developed in Burkina, it allowed us to use water from the water table for irrigation in two producers with flows of 5.5 l/s to 7. 82 l/s.

With regard to the Intermittent Irrigation Method (AWD), a comparative study was done with the farmer practice (PP) with a view to good water management at the plot and the impact of the AWD method on water parameters, yield was Evaluated. This technique has resulted in an economic gain on water of 11.54% and at the level of producer income of almost 11%.

Keys Word :

1-Diagnosis

2-water dearth

3-Rice cultivation

4-Tube Well

5-Alternate Wetting and Drying

LISTE DES ABREVIATIONS :

AWD : Alternate Wetting and Drying (irrigation intermittente)

CAPEs : Centre d'Analyse des Politiques Economiques et Sociales

CEDRES : Centre d'Etudes, de Documentation et de Recherche Economique et Social

DGPER : Direction Générale de la Promotion de l'économie Rurale

ET0 : Evapotranspiration Potentielle en mm/jours

FAO : Organisation des nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

Ge-eau : Renforcement Structurel de la Capacité de Gestion des Ressources en Eau pour l'Agriculture dans le Bassin du Kou

INERA : Institut de l'environnement et de Recherches Agricoles

JAR : Jour Après Repiquage

NPK : Nitrogen-Phosphate-Potassium

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economique

PP : Pratique Paysanne

PIB : Produit Intérieur Brut

PNSR : Programme National du Secteur Rural

PVC : Polychlorure de Vinyl (polyvinyle chloride)

PPU : Placement Profond de l'Urée

SNDR : Stratégie national de Développement de la Riziculture

UCRB : Union des Coopératives Rizicoles de Bama

USG : Urée Super Granulé

XOF : FCFA

LISTE DES SYMBOLES

BB : (m³/mois) Besoin brute

BMP : (mm/j) Besoin Maximal de Pointe

Dr : (mm) Dose réelle

Db : (mm) Dose brute

ETM : (mm) Evapotranspiration maximal

Ea : Efficience d'Application

ETO : (mm/mois) Evapotranspiration de référence

Ha : Hectare

Hmin : Humidité relative minimale

Hmax : Humidité relative maximale

Hmoy : humidité relative moyenne

I : (heure) Durée de l'Insolation

Kc : Coefficient cultural

P : (mm) Pluie

Pe : (mm/j) Pluie efficace

Pr : Facteur de tarissement

RFU : (mm) Reserve facilement utilisable

RU : (mm) Reserve Utilisable

T°min : Température minimale

T°max : Température maximal

T°moy : Température moyenne

V : (m/s) vitesse du vent

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	i
CITATION	ii
REMERCIEMENTS	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT	v
LISTE DES ABREVIATIONS :.....	vi
LISTE DES SYMBOLES	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	6
LISTE DES FIGURES.....	6
LISTE DES PHOTOS.....	6
I INTRODUCTION GENERALE.....	7
II Objectif de l'étude.....	8
II.1 Objectif global	8
II.2 Objectifs spécifiques.....	8
III GENERALITES SUR LA RIZICULTURE	9
III.1 Pénurie d'eau et riziculture de contre saison	9
III.1.1 Pénurie d'eau.....	9
III.1.2 Riziculture de contre saison	9
III.2 Mesures d'adaptation à la pénurie d'eau en riziculture de contre saison.....	10
III.3 Evaluations des superficies emblavées pour la riziculture de contre saison.....	11
IV MATERIELS ET METHODES	12
IV.1 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	12
IV.1.1 Milieu physique.....	12
IV.1.1.1 Situation géographique	12
IV.1.1.2 Situation hydrologique et hydrogéologique.....	12
IV.1.1.3 Climat et relief	14

IV.1.1.4	Sols.....	14
IV.1.2	Aménagement de la plaine de Bama	15
IV.1.2.1	Superficie	15
IV.1.2.2	Année de fin des travaux.....	15
IV.1.2.3	Source d'eau.....	15
IV.1.3	Milieu humain et organisation.....	16
IV.1.3.1	Activités agricoles sur la plaine	16
IV.1.3.2	Organisation sur le périmètre	16
IV.2	MATERIELS UTILISES	17
IV.2.1	Matériels physique	17
IV.2.2	Matériels végétal	19
IV.2.3	Outils	20
V	METHODOLOGIE.....	21
V.1	Analyse diagnostique de l'état des lieux du périmètre de la vallée du Kou actuellement :	21
V.1.1	Description du périmètre de la vallée du Kou.....	21
V.1.1.1	Les ouvrages hydrauliques rencontrés	21
V.1.2	Etude diagnostique	22
V.1.3	Critères sociologiques	22
V.2	Traitement des données climatiques et pédologiques.....	23
V.2.1	Formules utilisées.....	23
V.2.2	Etude pluviométrique	24
V.2.3	Evapotranspiration	24
V.2.4	Spéculations rencontrées et calendriers agricoles	24
V.2.5	Coefficient culturaux.....	25
V.2.6	Besoin en eau du riz pour cette contre saison 2019	26
V.2.7	Détermination des besoins en eau des autres spéculations produites sur le	

périmètre durant cette contre saison 2019	26
V.2.8 Estimation de la quantité d'eau d'irrigation pour le riz.....	26
V.2.9 Présentation des parcelles d'études et choix des producteurs	26
V.2.10 Pratiques mises en place	27
V.3 LA TECHNOLOGIE DU TUBE WELL ET LE DISPOSITIF D'EXPERIMENTATION.....	28
V.3.1 Dispositif expérimental	28
V.3.2 Le dispositif Tube Well.....	28
V.3.2.1 Mise en place du tube well.....	28
V.3.2.2 Enfouissement du Tube Well	29
V.3.3 Mesure réalisé au niveau du dispositif d'expérimentation.....	30
V.3.3.1 Conduite de l'étude	30
V.3.3.1.1 Installations des cultures	30
V.3.3.1.2 Fertilisation	30
V.3.3.1.3 Installations des piézomètres	30
V.3.3.1.4 Conduite et suivi de l'irrigation.....	31
V.3.3.1.5 Observations	31
V.3.3.1.6 Évaluation des rendements	32
V.3.3.1.7 Estimations des volumes d'eau d'irrigation et calcul de la productivité	32
VI RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	34
VI.1 Etats des lieux du périmètre	34
VI.1.1 Plan détaillé du périmètre.....	34
VI.1.2 Facteurs observés sur périmètre	34
VI.1.3 Etat descriptif de chaque ouvrage hydraulique	36
VI.1.3.1 Prise d'eau à Diaradougou	36
VI.1.3.2 Le canal d'amenée	37
VI.1.3.3 Le canal principal, les canaux secondaires et tertiaires	37
VI.1.3.4 Le réseau de drainage.....	38

VI.1.4	Etude climatique et pédologique	38
VI.1.4.1	Etude pédologique	38
VI.1.4.2	Etude pluviométrique.....	38
VI.1.4.3	Evapotranspiration de référence ET ₀	39
VI.1.5	SPECULATIONS SUR LES BLOCS 5 ET 7.....	40
VI.1.5.1	Proportions emblavées par cultures pendant cette contre saison	40
VI.1.5.2	Besoin en eau du riz pour cette contre saison 2019	40
VI.1.5.3	Besoin en eau des spéculations rencontrées.....	40
VI.1.5.4	Estimation de la quantité d'eau d'irrigation du riz	41
VI.1.6	TUBE WELL ET PROPORTIONS D'IRRIGATION.....	41
VI.1.6.1	Tube well	41
VI.1.6.2	Proportions d'irrigation d'un tube well.....	41
VI.2	EFFET DES TRAITEMENTS SUR LES PARAMETRES DE CROISSANCE.	42
VI.2.1	Le tallage	42
VI.2.1.1	Effet de traitement sur la variété Samangrin.....	42
VI.2.1.2	Effet de traitement sur la variété Orylux 6.....	42
VI.2.2	Hauteurs des plantes de riz.....	42
VI.2.2.1	Au niveau de la variété Samangrin	42
VI.2.2.2	Au niveau de la variété Orylux 6	43
VI.2.3	Effet de traitement sur le rendement	43
VI.2.3.1	Sur la variété Samangrin	43
VI.2.3.2	Sur la variété Orylux 6	43
VI.2.4	Effet de traitement sur les paramètres hydriques	44
VI.2.5	Incidence du mode d'irrigation sur l'humidité des sols	44
VI.2.6	Analyse économique des deux méthodes culturales pendant la contre saison...	45
VII	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	47
	BIBLIOGRAPHIE	48

ANNEXES 50

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: PRINCIPAUX PERIMETRE IRRIGUES DU BURKINA	11
TABLEAU 2: MATERIELS VEGETAL UTILISES	19
TABLEAU 3: COEFICIENT CULTURAUX DU RIZ ET MAIS	25
TABLEAU 4: COEFICIENT CULTURAUX DES CULTURES RENCONTREES	25
TABLEAU 5: DEBIT DE LA RIVIERE KOU AVANT LA PRISE	36
TABLEAU 6: TABLEAU RECAPITULATIF DES CANAUX	37
TABLEAU 7: TABLEAU DES PERMEABILITES SATURES(KSAT).....	38
TABLEAU 8: BESOIN EN EAU DU RIZ.....	40
TABLEAU 9: BESOIN EN EAU DES SPECULATIONS RENCONTREES	41
TABLEAU 10: QUANTITE D'EAU MENSUEL DU RIZ	41
TABLEAU 11: TABLEAU DE VOLUME D'EAU IRRIGUE	44

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE	12
FIGURE 2 : RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE BAMA.....	13
FIGURE 3 : BASSIN DU FLEUVE KOU	16
FIGURE 4 : LOCALISATION DES PARCELLES D'ETUDES	27
FIGURE 5 : PLAN DU RESEAU D'AMENAGEMENT DE LA VALLEE DU KOU	34
FIGURE 6: EVOLUTION DE LA PLUVIOMETRIE ANNUEL	39
FIGURE 7: VARIATION DE L'ETO DE FEVRIER A JUIN	40
FIGURE 8: PROPORTION DES CULTURES SUR LES BLOCS D'ETUDES	40
FIGURE 9: HUMIDITE DU SOL SUR LE SAMANGRIN	45
FIGURE 10: HUMIDITE DU SOL SUR L'ORYLUX 6	45

LISTE DES PHOTOS

PHOTO 1: MATERIELS UTILISES	18
PHOTO 2: HUMIDIMETRE SATAKE	18
PHOTO 3: MATERIELS TUBE WELL	19
PHOTO 4: PRELEVEMENT D'EAU LE LONG DU CANAL D'AMENE	35
PHOTO 5: CHAMPS AU BORD DU CANAL D'AMENE.....	35
PHOTO 6: ENFONCEMENT DU TUBE GALVANISE.....	29
PHOTO 7: CHAMP IRRIGUE PAR LE TUBE WELL	29
PHOTO 8: UREE SUPER GRANULE	30
PHOTO 10: PIEZOMETRE INSTALLE	31

I INTRODUCTION GENERALE

Le développement social et économique durable de l'Afrique repose nécessairement sur le développement du secteur agricole dont dépendent plus de 70% de la population (FAO, 2005). Au Burkina Faso, le secteur agricole occupe plus de 85% de la population active et contribue à près de 33% du Produit Intérieur Brut (PIB).

Par ailleurs, l'eau est le principal facteur limitant la production agricole dans plusieurs pays dans le monde, où la pluie ne suffit pas à satisfaire les besoins en eau des cultures (Steduto et al, 2012). De même, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), estimant que pour assurer la sécurité alimentaire de la population mondiale, il faudrait que 80% de leurs besoins alimentaires soient assurés par l'agriculture irriguée, l'utilisation efficace de l'eau d'irrigation devient une nécessité vitale en particulier dans les pays les plus défavorisés où les possibilités d'accroître la production vivrière et d'améliorer le niveau de vie des populations ruraux sont limitées par les aléas climatiques. Ainsi, la maîtrise de l'eau permettra de sécuriser la production vivrière en limitant les incertitudes climatiques et en augmentant les rendements à l'hectare (CEDRES, 2011).

Dans la vallée du Kou, la ressource en eau était abondante dans les premières années d'exploitation du périmètre rizicole. Cependant après 40 ans d'exploitation, l'ensablement de la rivière Kou couplé avec le changement climatique, rendent l'eau insuffisante en saison sèche (Belém et Oscar, 2013). En effet, pendant la saison sèche 2019, sur les 1 260 ha aménagés, seulement 250 ha sont exploités en riz, maïs, tubercules et cultures maraichères. Par contre en saison pluvieuse, tout le périmètre est exploité en riz (Millogo, 2013). Il y a donc lieu d'entreprendre des activités de mobilisation et de gestion de la ressource en eau car si rien n'est fait, les activités de production rizicole sur le site risquent de se dérouler seulement en hivernage, ce qui aura une grande répercussion sur l'économie de la zone.

C'est dans ce contexte, que s'inscrit dans un premier temps la technologie du Tube Well pour la mobilisation de l'eau d'irrigation et dans un second temps la technique « Alternate Wetting and Drying (AWD) » ou irrigation intermittente pour la gestion de l'eau. Avec une telle technologie, l'eau d'irrigation peut être économisée jusqu'à plus de 30% sans que cela n'affecte le rendement : c'est le « Safe AWD » (Lampayan, 2013). Elle se présente donc comme une option

pour réduire la quantité d'eau apportée à la culture et aussi augmenter sa productivité (rendement par unité de volume d'eau utilisée) (Zwart, 2013). C'est dans ce cadre que s'inscrit notre étude, qui porte sur le thème « **Proposition de solution d'amélioration des performances d'un périmètre rizicole par la technologie du Tube Well :cas du périmètre irrigué de Bama(Burkina Faso)** » et qui se donne comme objectif global l'analyse des pratiques actuelles en matière de gestion de l'eau en vue de proposer des solutions efficaces. Pour l'atteinte de cet objectif, il s'agira spécifiquement de :

- ❖ Faire un état des lieux de la plaine irriguée de la vallée du kou ;
- ❖ Evaluer les contraintes liées à l'exploitation du périmètre ;
- ❖ Proposer des solutions d'amélioration des performances du périmètre

Le présent mémoire sera présenté comme suit : après l'introduction, nous ferons par la suite, une revue bibliographique dans laquelle nous ferons ressortir la pénurie d'eau et la riziculture de contre saison. Dans une première partie, un état des lieux du périmètre sera fait. Puis, nous aborderons en seconde partie les matériels et méthodes, dans lequel nous décrirons la zone d'étude, présenterons les divers outils utilisés lors de la mise en place et du suivi de l'étude, une présentation de la technologie du Tube Well et la technique AWD et énoncerons la méthodologie utilisée pour son bon déroulement. Pour finir, les différents résultats obtenus seront détaillés et une discussion de ces résultats effectuée, dans la dernière partie, ce qui nous permettra d'en tirer une conclusion et de proposer des recommandations.

II OBJECTIF DE L'ETUDE

II.1 OBJECTIF GLOBAL

L'objectif général de notre étude est de contribuer à améliorer les performances hydriques du périmètre irrigué de Bama.

II.2 OBJECTIFS SPECIFIQUES

Pour l'atteinte de l'objectif General, il y a lieu de se fixer des objectifs spécifiques que sont :

- ❖ Faire un état des lieux de la plaine irriguée de la vallée du kou ;
- ❖ Evaluer les contraintes liées à l'exploitation du périmètre ;

- ❖ Proposer des solutions d'amélioration des performances du périmètre.

III GENERALITES SUR LA RIZICULTURE

III.1 PENURIE D'EAU ET RIZICULTURE DE CONTRE SAISON

III.1.1 Pénurie d'eau

La consommation en eau (4,75 milliards de m³) représenterait 10 à 20% de ce qui a été considéré comme ressource renouvelable totale (eaux de surface et eaux souterraines) soit 41 milliards m³ renouvelés chaque année en moyenne. Cependant, l'agriculture consomme environ 70 % des prélèvements d'eau douce à l'échelle mondiale (*©L'Observateur de l'OCDE n° 278, mars 2010*).

En effet, de par sa situation géographique une grande partie du territoire du Burkina est située dans des zones arides à semi-arides où la pluviométrie est faible et les sécheresses sont fréquentes. Les données climatiques relevées dans le pays durant le 20^{ème} siècle font apparaître une baisse continue des précipitations avec une tendance accentuée ces 30 dernières années. Ces données montrent aussi une augmentation nette de la fréquence des sécheresses puisqu'on est passé d'une sécheresse tous les dix ans au début du vingtième siècle à cinq à six années de sécheresses actuellement. Ces risques de sécheresse et de pénurie d'eau doivent être prises en compte dans toute politique de gestion de l'eau aussi bien au niveau de l'agriculture pluviale qu'irriguée. En vue de réduire la vulnérabilité du pays à ces événements de sécheresse et de pénurie d'eau, le pays a besoin alors d'approches structurelles, aussi bien techniques que réglementaires et institutionnelles, d'adaptation efficiente et durable.

III.1.2 Riziculture de contre saison

Son introduction au Burkina Faso remonte aux années 1960 (SNDR, 2011). Elle occupe en moyenne 23% des superficies rizicoles et fournit en moyenne près de 53% de la production nationale (**DGPER, 2009**). De nos jours, elle constitue le mode de production le plus performant de culture du riz dans le pays avec des rendements allant de 4 à 7 Tonnes/Ha. Les principaux périmètres irrigués du Burkina sont la Vallée du Kou, le périmètre de Bazon, le

périmètre du Sourou, le périmètre de Bagré, les périmètres de Douna et Karfiguéla (CAPES, 2007). Toutefois cette méthode de culture demeure handicapée par son coût d'investissement élevé pouvant atteindre 7 à 10 Millions de franc CFA (CAPES, 2007) sans compter les charges d'entretiens.

Une tendance générale à l'accroissement de l'ordre de 2,64%, de 3,02% et de 5,66% en moyenne par an pendant la période de 1981 à 2000 a été observée, respectivement pour les superficies, les rendements et les productions. L'augmentation de la production ainsi enregistrée s'expliquerait pour 53,36% par l'accroissement des rendements malgré les mauvaises conditions pluviométriques vécues ces dernières années et, seulement pour 46,64% par celui des superficies. Cela traduit l'impact de la recherche en matière d'amélioration des rendements (Ouédraogo *et al*, 2002 ; INERA, 2003).

La riziculture irriguée connaît des contraintes qui sont rencontrées à trois niveaux : au stade de la production, en amont et en aval de celui-ci. Au stade de la production, les riziculteurs connaissent des difficultés de préparation du sol, d'application des itinéraires techniques et les attaques parasitaires. En amont, le coût élevé, la non disponibilité et la mauvaise qualité des intrants (engrais et semences), le coût élevé de la redevance d'eau et les difficultés de gestion des infrastructures par les producteurs sont fréquents sur les périmètres irrigués. En aval, l'insuffisance d'équipements de battage, de vannage et de décorticage ainsi que les problèmes d'enlèvement du paddy sont les principales contraintes des producteurs rizicoles.

III.2 MESURES D'ADAPTATION A LA PENURIE D'EAU EN RIZICULTURE DE CONTRE SAISON

L'agriculture mondiale doit relever un formidable défi dans les 40 prochaines années : produire 50 % d'aliments en plus d'ici 2030 et le double d'ici 2050. Avec des pressions croissantes issues de l'urbanisation, de l'industrialisation et du changement climatique, une bonne gestion de l'eau sera vitale. En effet, du fait de l'augmentation de la demande alimentaire et hydrique, les agriculteurs doivent améliorer et rationaliser leur gestion de l'eau. Bien souvent, cela passe par une augmentation des redevances sur l'eau pour réduire les gaspillages et par des mesures d'accompagnement pour encourager l'innovation et améliorer la gestion. Certaines technologies et techniques de gestion, comme les réseaux automatisés de capteurs d'humidité du sol et les systèmes de micro irrigation (gravitaire, aspersion, goutte à goutte) ont été développés à travers le monde. En plus de ces techniques, des nouvelles approches ont été développées pour la conservation et la gestion de l'eau à travers le monde

tels la technique d'irrigation par intermittence et le Tube Well très développé en Asie et dans quelques pays africain tels le Ghana, Nigeria.

III.3 EVALUATIONS DES SUPERFICIES EMBLAVEES POUR LA RIZICULTURE DE CONTRE SAISON

Le pays dispose d'un potentiel en terres irrigables estimé à 233500 hectares dont 93.7% sont repartis dans les régions de l'Ouest, de la Boucle du Mouhoun, du Sud-Ouest, du Centre est et du centre correspondant aux principales plaines irrigables du pays (Ouédraogo et al, 2005) et dont seulement 12 à 14% sont exploités actuellement (PNSR, 2012).

Le tableau 1 montre le potentiel irrigable par bassin. Selon les situations de mise en œuvre sur le terrain, on distingue les configurations suivantes :

- ❖ Les périmètres par déviation au fil de l'eau (cas de la Vallée du Kou) ;
- ❖ Les périmètres en aval de barrage (cas de Bagré) ;
- ❖ Les périmètres par pompage (cas du Sourou).

Tableau 1: Principaux périmètre irrigués du Burkina

Périmètres	Superficies(Ha)	Types d'irrigation
Bagré*	1885	Aval de barrage
Bazon	585	Fil de l'eau
Douna	450	Aval de barrage
Karfiguéla	375	Aval de barrage
Kou*	1400	Fil de l'eau
Sourou*	3200	Pompage/gravitaire

*Grands périmètres, représentant 22,5% des superficies avec contrôle de l'eau en 2001.

Source Site web Aquastat (2001)

IV MATERIELS ET METHODES

IV.1 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

IV.1.1 Milieu physique

IV.1.1.1 Situation géographique

La plaine irriguée de la vallée du Kou est située dans la commune de Bama, province du Houet dans la région des Hauts bassins. Elle est située à 25Km de la ville de Bobo-Dioulasso sur la route nationale (RN9) Bobo –Faramana-Bamako(Mali).

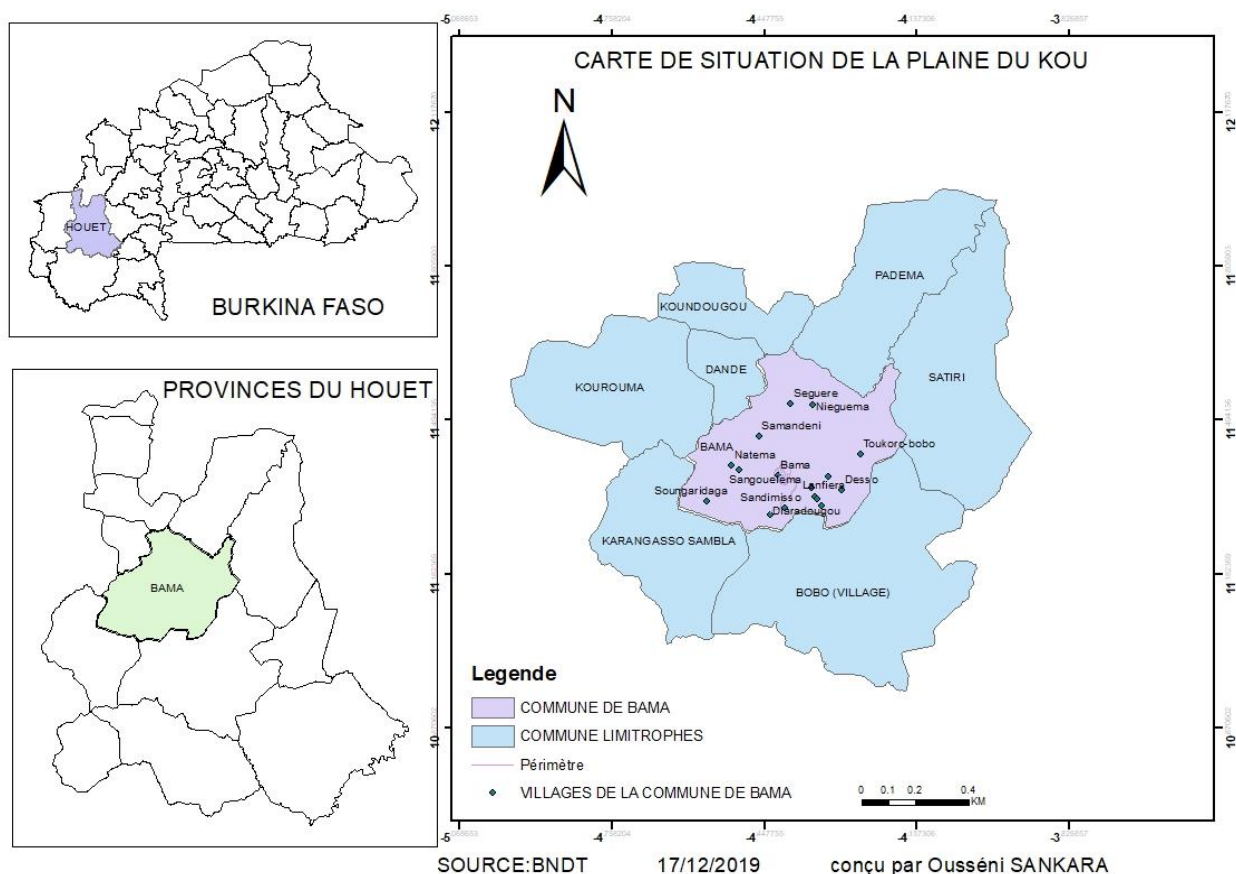


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

IV.1.1.2 Situation hydrologique et hydrogéologique

La région est parcourue par d'importants cours d'eau.

Les plus importants sont :

Proposition de solution d'amélioration des performances d'un périmètre rizicole par la technologie du Tube Well: cas du périmètre irrigué de Bama (Burkina Faso)

- ❖ le Mouhoun qui occupe la partie centrale sur lequel est construit un des plus grands barrages du pays sur le site de Soungalodaga connu sous le nom du barrage de Samandeni ;
- ❖ le Kou, un affluent du Mouhoun, est une rivière pérenne alimentée par les sources de la Guinguette. Par dérivation cette rivière à partir de Diaradougou (où se situe la prise du canal d'amenée) constitue la principale source d'eau qui alimente le périmètre rizicole),
- ❖ le Niamé est aussi un autre cours d'eau rendu pérenne à partir de sources de Pessou, il permet aux producteurs de Desso d'irriguer leurs périmètres maraîchers et fruitiers.

L'ensemble du réseau appartient au bassin hydrographique du Mouhoun supérieur.

On remarque la présence de lacs naturels à Bama et à Nieguema.

Une étude de la réserve souterraine du bassin du kou fait ressortir qu'en année sèche, cette réserve hydrogéologique peut fournir un débit minimum de $2.4\text{m}^3/\text{s}$ (Dicko, 2004).

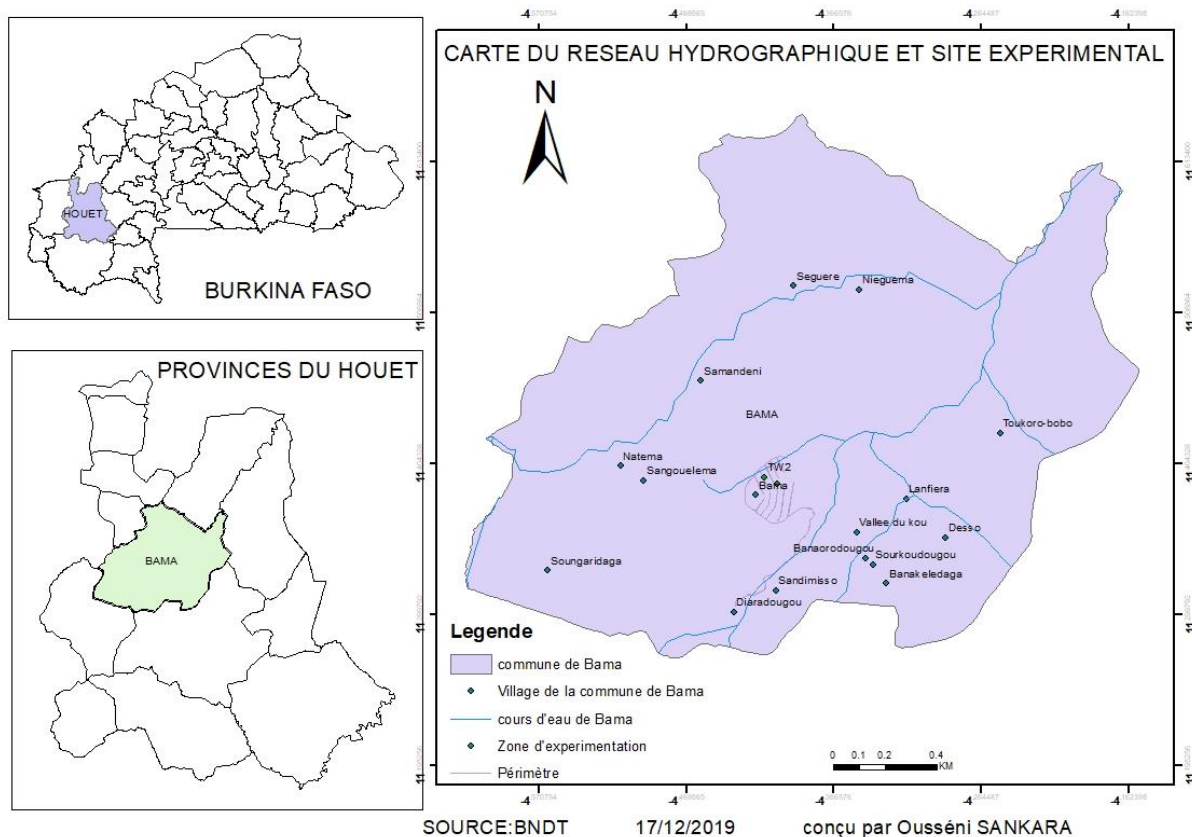


Figure 2 : Réseau hydrographique de Bama

IV.1.1.3 Climat et relief

Le climat à la vallée du kou est de type sud soudanien (**Guinko, 1984**) avec une pluviométrie moyenne qui peut atteindre 1200 mm. Il est caractérisé par une alternance de deux(02) saisons à savoir une saison pluvieuse allant de mai à octobre avec le mois d'aout le plus arrosé et une saison sèche qui s'étale de Novembre à avril. Concernant les températures, pendant les saisons pluvieuses on observe comme minima 21°C et les maxima comprise entre 29°C et 31°C. En saison sèche on observe comme minima des valeurs qui varient entre 17°C et 22°C et des maxima allant de 33°C et 37°C (**Barro, 2004**).

En ce qui concerne le relief, le périmètre de la vallée du Kou est dominé par la plaine alluviale de Bama d'une altitude moyenne de 320 m.

IV.1.1.4 Sols

En se référant à la carte d'occupation des sols du Burkina Faso, les sols de la plaine irriguée de la vallée du kou sont de types « hydromorphes minéraux à pseudo Gley sur matériaux à texture varié ». On y rencontre six (06) types à savoir les sols argilo-sablo-limoneux(38% de la superficie totale),les sols argilo-limoneux(24%),des sols limoneux(18%),des sols argileux(10%),des sols sablo limoneux(6%),des sols sablo-argileux(4%).Dans ce contexte 66% des sols du périmètre sont constitués de sols hydromorphes qui sont des sols à texture moyenne et à texture légère. Enfin on a les sols lourds (forte teneur en argile) qui représentent 34% et sont mieux indiqués pour la riziculture.la répartition de ces différents types de sols sur le périmètre est hétérogène. Par exemple on rencontre généralement sur le périmètre des sols sablo-argilo- limoneux, des sols limoneux et de des sols argilo limoneux. par contre les sols purement argileux sont rencontré au niveau des blocs (2&3) qu'au niveau des blocs (6&7), (Ge-eau, 2003). De plus des matériaux grossiers se rencontrent à faibles profondeur, ce qui rend les rizières perméables et constitue par conséquent un problème en plus du tassement. En effet la forte perméabilité des sols oblige les producteurs à utiliser des doses d'irrigation excessives, ce qui aggrave du coup le phénomène de lessivage et de pertes d'eau. Le tassement quant à lui provoque une réduction du système racinaire du riz, ce qui entraîne une baisse du rendement (**Ge-eau, 2003**).

IV.1.2 Aménagement de la plaine de Bama

IV.1.2.1 Superficie

La superficie aménagée de la vallée du kou est de 1260 Ha dont sont pratiqués deux cycles de production par an à savoir une campagne de saison sèche de janvier à Mai marquée depuis une décennie par une baisse continue des superficies emblavées en riz, ce qui entraîne l'introduction et l'augmentation des superficies en maïs, en tubercules et en cultures maraichères, et une campagne de saison humide de juin à Novembre en production exclusive de riz. Au regard des difficultés notamment celle de la pénurie d'eau, seulement 250 Ha sur les 1260 Ha sont exploités en riz au cours de la contre saison 2019.

IV.1.2.2 Année de fin des travaux

Pour ce qui est des différentes phases des travaux nous retenons ces dates ci-dessous :

1968-1975 : démarrage de l'aménagement de la plaine par la chine Taiwan

1970-1973 : installation des exploitants

1974-1975 : achèvement des travaux d'aménagement par la Chine populaire.

IV.1.2.3 Source d'eau

Le périmètre irrigué de la vallée du Kou appartient au type d'aménagement par dérivation au fil de l'eau et comprend un réseau hydraulique permettant son fonctionnement. L'irrigation du périmètre se fait à partir du fleuve kou, plus spécifiquement à Diaradougou. L'eau est déviée gravitairement jusqu'aux rizières par un canal d'amené revêtu de 11 Km de longueur.

De plus la culture informelle qui se trouve le long du canal utilise l'eau du canal pour leur irrigation. La superficie de ces cultures informelles est estimée à 700 Ha.

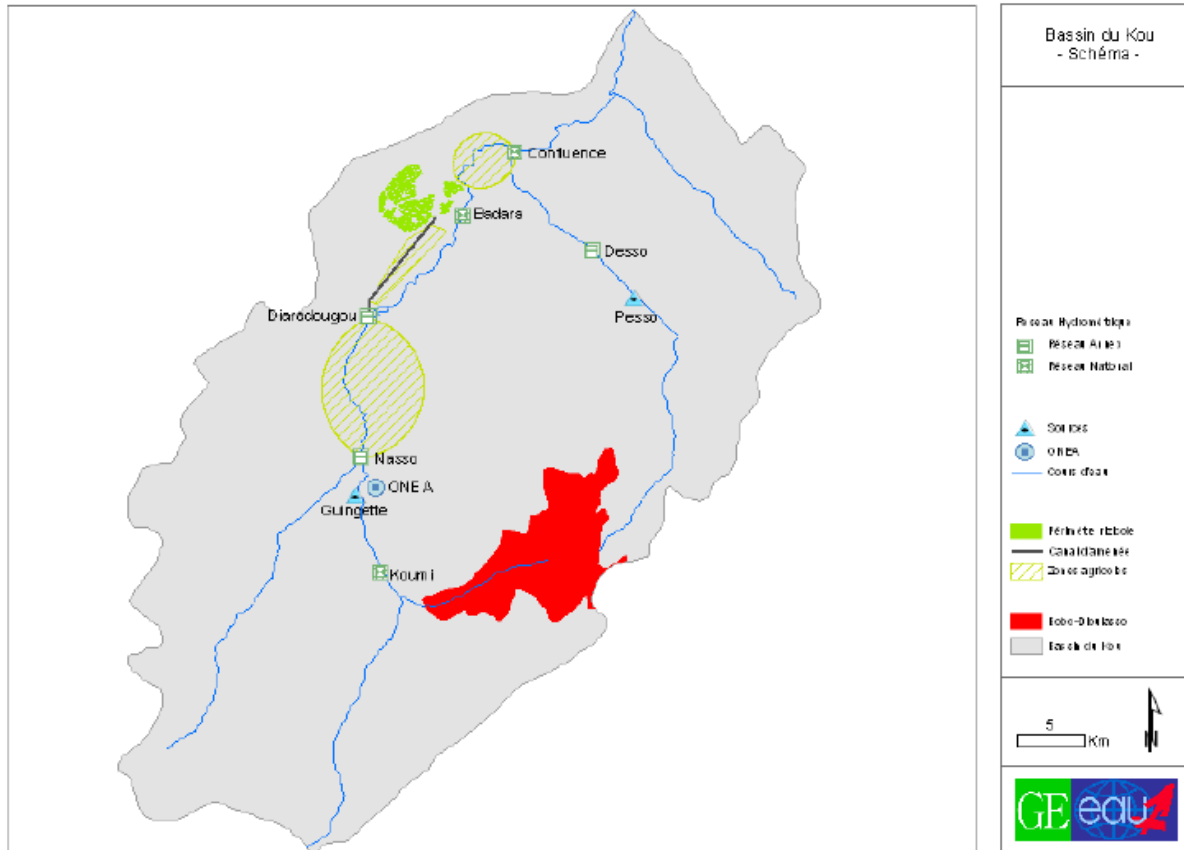


Figure 3 : bassin du fleuve Kou

IV.1.3 Milieu humain et organisation

IV.1.3.1 Activités agricoles sur la plaine

Depuis l'aménagement du périmètre irrigué jusqu'aux années 2000, les paysans pratiquaient exclusivement le riz quel qu'en soit la période (en saison sèche ou humide). Cependant, de nos jours la culture du riz sur tout le périmètre n'est observée exclusivement qu'en saison humide du fait du manque criard d'eau. Cet état de fait emmène les paysans à se tourner vers d'autres spéculations qui demandent moins d'eau à savoir le maïs, des tubercules, des cultures maraichers comme le chou, le concombre, l'oignon etc.

IV.1.3.2 Organisation sur le périmètre

Sur le terrain on a 1385 producteurs de neuf (09) coopératives rizicoles de bases mises en place depuis 1995 et fédérées en UCRB en 2001. A côté de l'UCRB, il existe une union de groupements des étuveuses de riz regroupant les 9 groupements et composée de 621 femmes

qui transforment et étuvéent le riz. Il existe également un groupement de producteurs semenciers composé de 205 semenciers.

IV.2 MATERIELS UTILISES

Pour l'atteinte des objectifs de l'étude, un certain nombre de matériels et d'outils ont été utilisés.

IV.2.1 Matériels physique

- ❖ Un GPS Garmin 64 pour la prise des coordonnées géographiques ;
- ❖ Des Doubles anneaux de MUNTZ pour les mesures des vitesses d'infiltration ;
- ❖ Une station météorologique composée d'un pluviomètre, d'un manomètre, d'un BAC classe A pour le suivi des paramètres climatiques ;
- ❖ Un humidimètre digital pour grains de marque SATAKE, modèle SS 7 pour la mesure du taux d'humidité des grains ;
- ❖ Un humidimètre (PR2/4, Delta t Devices Ltd, Cambridge UK) pour la mesure de l'humidité du sol ;
- ❖ Deux motopompes, un tube galvanisé, un flexible et des pvc pour la réalisation des tubes Wells ;
- ❖ 8 Piézomètres(ou tubes perforés) et règles graduées de 40cm de longueur pour le suivi du niveau de la nappe afin d'assurer le déclenchement de l'irrigation sur les parcelles AWD ;
- ❖ Piquets, sachets, papiers et marqueur pour l'étiquetage des parcelles d'étude ;
- ❖ Une Balance électronique portable de poids maximal 50 kg et des sacs pour le pesé des échantillons de riz (par poquet) et des grains par carrée de rendement ;
- ❖ Un Seau de 15 l de volume suivi d'une application chronomètre pour Android pour la mesure du débit de l'eau entrant dans les parcelles et dans les tubes Wells ;
- ❖ Un Mètre-ruban métallique de 100 m de longueur, des piquets pour l'installation des carrés de rendement de 12 m² chacun.

Proposition de solution d'amélioration des performances d'un périmètre rizicole par la technologie du Tube Well: cas du périmètre irrigué de Bama (Burkina Faso)



Un GPS

Tube perforés



balance électronique



Humidimètre SATAKE



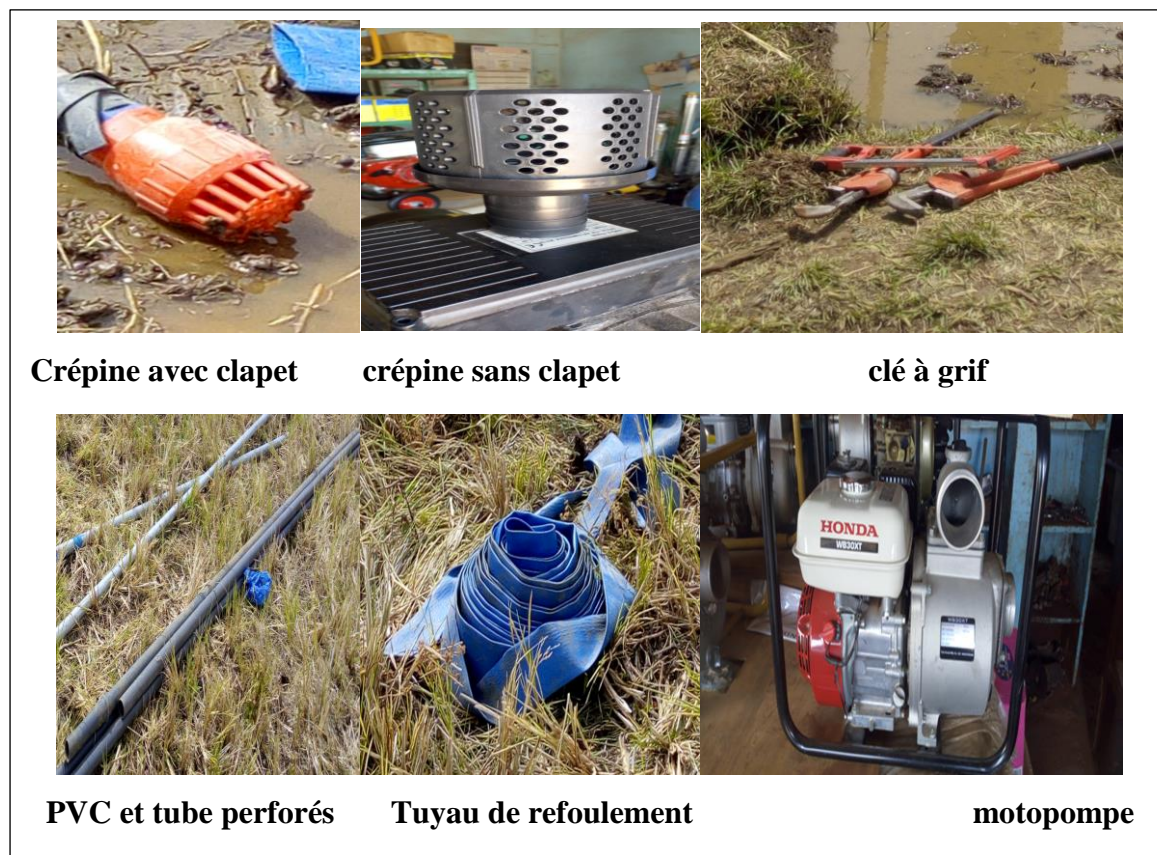
Doubles anneaux de Muntz



Photo 1: Matériels utilisés



Photo 2: humidimètre PR2/4



Crépine avec clapet

crépine sans clapet

clé à grif

PVC et tube perforés

Tuyau de refoulement

motopompe

Photo 3:Matériels de Tube Well

IV.2.2 Matériels végétal

Ces matériels sont constitués de deux variétés de semences de riz et de différents types d'engrais. Les quantités sont consignées dans le tableau 2.

Tableau 2:Matériels végétal utilisés

Nom de variété	Nom fertilisant	Dose à l'Hectare	Durée du cycle
Samangrin	NPK (14 23 14)	200Kg/Ha	90jours
	UREE	200Kg/Ha	
Orylux 6	NPK (14 23 14)	200Kg/Ha	100jours
	UREE	200Kg/Ha	

IV.2.3 Outils

- ❖ GraphPad et Minitab pour le traitement des données d'infiltration ;
- ❖ Soil Water Characteristic pour la détermination du type de sol ;
- ❖ ClimWat 2.0 et CropWat 8.0 pour les paramètres cultureux des plantes ;
- ❖ Autocad 2017 pour les différents dessins, plans ;
- ❖ Google earth et global Mapper pour le georeferencement ;
- ❖ Arc gis 10.4 pour éditer les différents cartes ;
- ❖ Le logiciel statistique SAS 9.1 pour les analyses statistiques ;
- ❖ Microsoft office (tableur Excel, Word, Power Point) pour le calcul et la rédaction du mémoire.

V METHODOLOGIE

V.1 ANALYSE DIAGNOSTIQUE DE L'ETAT DES LIEUX DU PERIMETRE DE LA VALLEE DU KOU ACTUELLEMENT :

V.1.1 Description du périmètre de la vallée du Kou

La plaine irriguée de la Vallée du Kou est un aménagement à maîtrise totale de l'eau par irrigation gravitaire. Le périmètre est irrigué gravitairement au fil de l'eau grâce à une prise de dérivation sur le Kou, affluent du fleuve Mouhoun (**Dembélé et al.**, 2005). Cette prise d'eau est située à Diaradougou (**Wellens**, 2008). Une digue, une section de contrôle (muret antiérosif), un seuil de dérivation, trois vannes de chasse plates du type à glissière comportant un mécanisme à vis et manœuvrées par des volants, ainsi qu'une vanne de prise pour le canal d'irrigation, la composent (**IWACO**, 1986) cité par (**Barro**, 2004). Des vannes et déversoirs sur le périmètre permettent à la fois de contrôler le débit de l'eau et de la sécuriser, en fonction des échelles de mesure de débit (**Kabré**, 2000).

Le canal d'amenée est prolongé par le canal principal revêtu, qui ceinture presque tout le périmètre (**Wellens et al.**, 2009). Neuf (09) blocs secondaires délimités par les canaux secondaires composent le périmètre. Chaque bloc secondaire est également divisé en neuf (09) à dix (10) blocs tertiaires généralement, bordés de canaux tertiaires irriguant chacun 12 ha, et les blocs tertiaires sont à leur tour divisés en parcelles d'1 ha scindées en casiers de 500 m² chacun (**Kabré**, 2000). On note également un ensemble de canaux quaternaires et d'arroseurs tous en terre, alimentant les parcelles (**Wellens et al.**, 2009).

La gestion du périmètre est assurée par une organisation paysanne structurée en 8 petites coopératives presque indépendantes les unes des autres, dont chacune est responsable d'un bloc (**GE-eau**, 2007). Actuellement, le système de distribution d'eau regroupe les blocs en 2 grands ensembles : une première zone comprenant les blocs 1 à 4 et une seconde zone regroupant les blocs 5 à 8 (**Wellens et al.**, 2009). Il est géré par un aiguardier principal et les « responsables eau » au niveau de chaque bloc.

V.1.1.1 Les ouvrages hydrauliques rencontrés

Les ouvrages hydrauliques sont :

- ❖ Une prise d'eau à Diaradougou

- ❖ Un canal d'aménagé de 11,20 km et un canal principal de 10,851 km
- ❖ Un réseau de canaux d'irrigation composé de 10 canaux secondaires, 82 canaux tertiaires et de 420 canaux quaternaires
- ❖ Un réseau de drainage et des pistes d'accès.

V.1.2 Etude diagnostique

Le périmètre réalisé depuis 1974 avait pour objectif deux (02) campagnes exclusivement en cultures de riz. En effet une campagne humide allant de Juin à Novembre et une campagne de contre saison de Janvier à Mai. La taille des parcelles est de 0,5 Ha à 1 Ha par producteur sur une superficie emblavée de 1260 Ha. Cependant un diagnostic a été mené pour mieux comprendre le fonctionnement du périmètre, c'est ainsi que nous avons réalisé sur le terrain un certain nombre de travaux qui sont entre autres :

- Un état des lieux du site et diagnostique de la présence d'une nappe alluviale
- Une Synthèse des travaux antérieurs enregistrés sur le périmètre
- Une Observation visuel du réseau d'irrigation et des ouvrages hydrauliques sur le terrain portant sur les Blocs 5(192,5 ha) et Bloc 7 (197 Ha)
- Des Enquêtes enregistrés sur un échantillon de 120 producteurs sur les blocs d'étude portant sur :
 - L'utilisation de l'eau et la gestion au niveau des parcelles,
 - Sur les cultures rencontrées,
 - Sur les cultures en substitution au riz.

V.1.3 Critères sociologiques

Les parcelles ont été attribuées aux populations autochtones de Bama et les personnes venues des autres localités du pays en raison de 0,5 Ha à 1 Ha par famille suivant l'importance de celle-ci. Il était également prévu :

La mise en place d'une grande coopérative qui coordonnait toutes les activités de production, collectait et transformait toute la production rizicole. Notons que cette grande coopérative qui s'est vue disloquer en 1994 et en 1995 a eu la mise en place des coopératives de base. En effet ces coopératives de bases se sont fondées en 2001 pour donner l'Union des coopératives

rizicoles « Faso Djigui » de Bama (URCB) dont les missions sont :

- ❖ Appuyer l'approvisionnement en intrants des coopératives affiliées ;
- ❖ Faciliter la commercialisation des productions des coopératives de base ;
- ❖ Gestion de l'irrigation et des canaux primaires ;
- ❖ Assurer la gestion de fonds (redevances eau, subventions, dons, emprunts, etc.) ;
- ❖ Assurer la formation des membres ;
- ❖ Faciliter l'accès aux crédits et aux subventions à travers la recherche de partenaires ;
- ❖ Gestion des conflits ;
- ❖ Défendre les intérêts des coopératives devant les tiers ;
- ❖ Participer au développement communautaire (construction ou entretien des pistes, de dispensaires, points d'eau potable et d'écoles).

V.2 TRAITEMENT DES DONNEES CLIMATIQUES ET PEDOLOGIQUES

V.2.1 Formules utilisées

Les mesures d'infiltration ont pour but la détermination du type de sol des bas-fonds. Elles ont été faites à l'aide du double anneau de Muntz. Une des méthodes est de zoner les différents types de sols à l'œil nu pour le positionnement des doubles anneaux.

Principe de mesure

Les anneaux ont été enfoncés dans le sol de 5 cm de profondeur en veillant à ce qu'ils soient concentriques. Une règle graduée est positionnée de façon fixe et verticale dans l'anneau intérieur. Les deux anneaux sont ensuite alimentés en eau en commençant par l'anneau externe servant de garde. Une charge de 3 cm est maintenue dans l'anneau central durant toute la durée des mesures. Les hauteurs d'eau par pas de temps suivant la fiche de mesure en **annexe 3** ont été relevées.

Mode de traitement

Cumuler des hauteurs suivantes par la formule : $h_t(\text{mm}) = \sum_{i=0}^t h_i$

L'infiltration moyenne est donnée par : $I_{\text{moy-t}}[\text{mm/h}] = \frac{dh[\text{mm}]}{dt[\text{h}]}$

$$I_{\text{moy-t}}[\text{mm/h}] = \frac{h_t - h_0}{t - t_0}$$

Les données traitées figurent en **annexes 4** pour la zone d'étude (bloc 5 et 7) du périmètre de Bama.

V.2.2 Etude pluviométrique

Pour ce qui est de l'étude pluviométrique, il est indispensable d'avoir une longue série de données pluviométriques (au moins sur trente(30) années d'observations) pour pouvoir avoir des résultats fiables. En effet pour ce qui est de ces calculs, la station de la vallée du Kou a été utilisée. Cependant pour cette étude, il s'est agi pour nous de déterminer le module annuel qui est la moyenne des précipitations pendant un certain temps donné. Il est admis représentatif lorsque le coefficient de variation est inférieur à 15% (**OUEDRAOGO, 2009**).

V.2.3 Evapotranspiration

L'évapotranspiration potentielle (ET_0), paramètre climatique exprimant la capacité de l'atmosphère à provoquer une évaporation à un endroit donné en une période de l'année selon Allen *et al.*, (1998), a été déterminée à l'aide du logiciel « CROPWAT 8.0 » développé par la FAO, en se basant sur les données suivantes : les coordonnées géographiques, les températures minimales et maximales, l'humidité relative de l'air, la vitesse moyenne du vent et la durée de l'insolation par jour. L' ET_0 (exprimée en mm/jour) a été calculée en se basant sur la méthode de Penman-Monteith.

V.2.4 Spéculations rencontrées et calendriers agricoles

Le périmètre réalise deux campagnes annuelles de culture en riz. Le calendrier agricole à cet effet est de : Janvier à Mai pour la campagne de saison sèche et de Juin à Novembre pour la saison humide. Ces campagnes ont un cycle relativement court de 120 jours.

Sur la plaine, outre le riz nous avons des spéculations pratiquées pendant la contre saison qui sont :

- ❖ Le maïs ;
- ❖ La patate douce à chair rouge et orange ;
- ❖ Les cultures maraichères comme les choux, concombre, L'oseille, du gombo, de l'aubergine, de l'oignon et de la tomate.

La superficie aménagée est de 1260 Ha toute emblavée pendant la saison pluvieuse en riz et seulement 250 Ha en saison sèche par le riz et les cultures maraichers.

V.2.5 Coefficient culturaux

Les coefficients culturaux (Kc) sont obtenus en fonction des unités climatiques et des variétés disponibles localement. Pour ce qui est des coefficients culturaux du riz, plusieurs études ont été faites pour sa détermination dans plusieurs zones rizicoles. Cependant nous prendrons celles de MOGTEDO au Burkina Faso réalisées par Dembélé en 1995 pour le riz et le maïs qui sont dans le tableau 3. Pour ce qui est des autres spéculations citées ci haut, nous avons fait recours aux valeurs qui s'y trouvent dans le document FAO 56 et sont énumérés dans le tableau 4.

Tableau 3:coefficient culturaux du riz et maïs

Spéculations	Phase	initiale	développement	mi saison	terminale
Riz	Durée (jrs)	10	40	35	10
	coefficient Kc	1,04		1,2	0,95
	enracinement(m)	0,1		0,3	0,3
Maïs	Durée (jrs)	20	25	25	10
	coefficient Kc	0,3		1,15	1,05
	enracinement(m)	0,25		1,2	1,4

Source : (Dembélé 1995)

Tableau 4:coefficient culturaux des cultures rencontrées

cultures		phase				Durée totale	profondeur Zr(m)
		initiale	croissance	mi saison	murissement		
Tomate	Kc	0,4	0,7	1	0,65	90	1,5
	Durée (jrs)	25	25	20	20		
Chou	Kc	0,5	0,75	1	0,875	105	0,5
	Durée (jrs)	25	30	30	20		
oignon	Kc	0,5	0,75	1	0,8	150	0,5
	Durée (jrs)	15	25	75	35		
patate douce	Kc	0,5	1,15	1,15	0,65	130	0,4
	Durée (jrs)	25	30	30	45		
	Durée (jrs)	20	35	40	30		

Source : FAO 56 & cropwat8.0

V.2.6 Besoin en eau du riz pour cette contre saison 2019

Les besoins en eau du riz s'obtiennent en multipliant l'évapotranspiration obtenue par un coefficient cultural.

$$BMP(mm/jours) = (ETM - P_e) \text{ Avec } \begin{cases} ETM = K_C \times ETO \\ P_e = 0,8 \times P \text{ si } P > 75mm/mois \\ P_e = 0,6 \times P \text{ si } P < 75mm/mois \end{cases}$$

Les calculs donnent les résultats dans le **tableau 8**.

V.2.7 Détermination des besoins en eau des autres spéculations produites sur le périmètre durant cette contre saison 2019

Pour ce qui est des autres spéculations, les besoins en eau s'obtiennent de la même manière que celle du riz c'est-à-dire en multipliant l'évapotranspiration de la zone d'étude par un coefficient cultural.

$$BMP(mm/jours) = (ETM - P_e)$$

Les calculs donnent les résultats dans le **tableau 9**.

V.2.8 Estimation de la quantité d'eau d'irrigation pour le riz

Avec les besoins en eau estimés pour le riz, il a été procédé à un calcul de la quantité de l'eau utilisée pour l'irrigation du riz en termes de besoin net mensuel.

$$D_b = \frac{D_r}{E_a} \text{ avec } \begin{cases} D_r = \text{Dose réelle égal: } BMP \times T(j) \\ E_a = \text{Efficience d'application pris égal à } 70\% \end{cases}$$

Les résultats sont dans le **tableau 10**.

V.2.9 Présentation des parcelles d'études et choix des producteurs

L'étude a concerné deux (02) producteurs, l'un est situé dans le Bloc5 et l'autre dans le bloc7. Ce choix de bloc est dû à la configuration géographique de ces deux blocs qui de par leur position n'arrivent pas à recevoir de l'eau, et de ce fait la pénurie d'eau est plus accentuée au niveau de ces deux blocs, surtout le bloc 7. Il a été jugé nécessaire de travailler sur ces blocs afin d'expérimenter notre approche technologique en matière de gestion d'eau en apportant la méthode de gestion de l'eau d'irrigation par intermittente et l'autre technologie d'apport d'eau de la nappe phréatique par le Tube Well. En effet le bloc 5 est de 109,5 Ha et le bloc 7 est de

197 Ha. La carte ci-dessous nous donne une vue de notre zone d'étude.

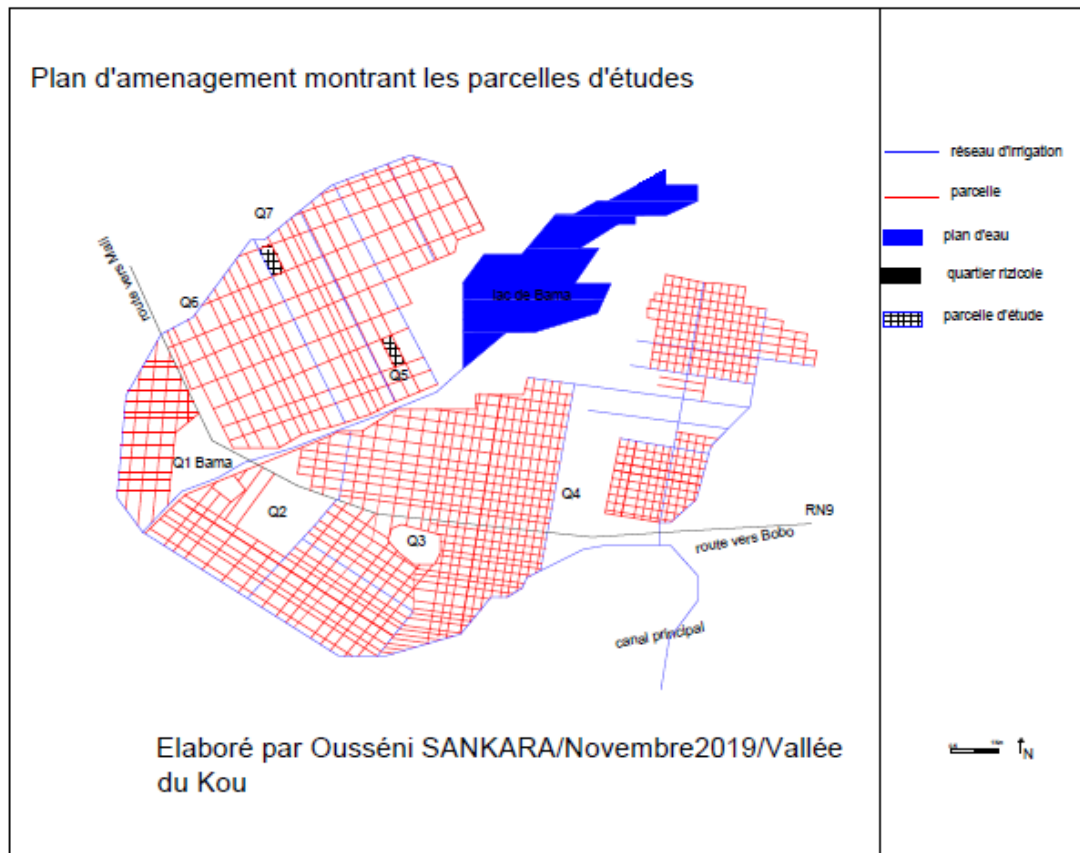


Figure 4 : localisation des parcelles d'études

V.2.10 Pratiques mises en place

Du fait de leur position, ces parcelles qui ont fait l'objet de notre étude reçoivent moins d'eau pendant la contre saison. En effet pour pallier à cet état de fait, les producteurs ont mis en place un système de culture leur permettant de rentabiliser. Cependant des puits de grands diamètres ont été faits de profondeur pouvant atteindre 5 m et des petits puits de profondeur 1 m leur permettant de pallier au manque d'eau. Ces puits sont sans conséquence au regard de la présence des enfants sur les champs et du coût élevé de mise en œuvre. Notons que les petits puits rencontrés sur un champ de 0,25 Ha peuvent atteindre 10 et sont refermés juste après les récoltes. Ces puits au nombre élevé ont été observés dans les parcelles où la culture de l'oseille est pratiquée. Au regard de ces pratiques, il était nécessaire d'avoir de nouvelles techniques d'approches en lieu et place de ces pratiques afin d'avoir de très bon rendements et surtout une bonne gestion de l'eau à la parcelle.

V.3 LA TECHNOLOGIE DU TUBE WELL ET LE DISPOSITIF D'EXPERIMENTATION

V.3.1 Dispositif expérimental

Notre étude est un essai participatif avec deux riziculteurs chacun disposant de 0,25 ha au cours de la contre saison 2019. Elle consiste à comparer la pratique paysanne d'irrigation (PP) et la méthode d'irrigation par intermittence (AWD), lesquels représentent les deux traitements. Pour l'atteinte de nos objectifs, deux parcelles d'environ 500 m² chacune étaient requises par producteur : l'une pour la pratique paysanne(PP) et l'autre pour la pratique intermittente (AWD). La gestion agronomique de chaque parcelle (préparation du sol, entretien, fertilisation) est identique pour un même producteur et est laissée aux soins des producteurs. Seule la méthode d'irrigation a varié.

V.3.2 Le dispositif Tube Well

La technologie Tube well est une technologie, qui à l'aide de motopompe, utilise la pression de l'eau pour enfoncer un tube galvanisé (de diamètre 60 mm) de 6 à 10 mètres environ dans le sol, en fonction de la typologie du sol. Ce tube est ensuite branché à une motopompe qui se chargera d'aspirer l'eau du sous-sol pour être drainée dans un tube externe pour l'irrigation et qui permet d'améliorer de façon efficace la gestion de l'eau dans les plaines rizicoles. Elle a consisté à réaliser chez chaque producteur un puit tubulaire (Tube Well) pour assurer l'irrigation de sa superficie de 0,25 Ha.

V.3.2.1 Mise en place du tube well

Elle est une technologie jamais faite au Burkina Faso. Elle nécessite peu de connaissance intellectuelle après avoir maîtrisé son principe de fonctionnement mais par contre nécessite de l'effort physique pour sa réalisation. Elle a consisté dans un premier temps à faire une prospection du périmètre pour avoir une idée sommaire de la nature du sol, prendre en compte les producteurs qui ont déjà en leur sein un puit à gros diamètre et procéder à la réalisation. Cette prospection nous a permis de noter la présence d'une nappe alluviale. Cependant avec son caractère participatif, sa réalisation mobilise assez de personnes et prend en général moins

de 3 h et qui en fonction de la zone peut atteindre 6 à 10 m de profondeur. En effet chez le premier producteur la profondeur était de 6 m pour un débit de 7,82 l/s et pour le deuxième producteur on a une profondeur de 10 m pour un débit de 5,5 l/s.

V.3.2.2 Enfoncement du Tube Well

L'enfoncement intervient après avoir choisi le point à forer. Elle est faite avec une tige galvanisée, qui à l'aide de la force de la motopompe et de la force physique permet d'enfoncer le tube. Les photos 4 et 5 nous montrent les étapes de réalisation du tube Well.



Photo 4:Enfoncement du Tube galvanisé



Photo 5:champ irrigué par le Tube Well

V.3.3 Mesure réalisé au niveau du dispositif d'expérimentation

V.3.3.1 Conduite de l'étude

V.3.3.1.1 Installations des cultures

Les cultures ont été mises en place au cours de la période du 30 Mars au 01 Avril 2019 par repiquage. Les récoltes ont été opérées les 20 et 21 Juin pour le producteur¹ et les 25 et 26 Juin pour le deuxième producteur.

V.3.3.1.2 Fertilisation

Elle s'est déroulée selon la recommandation de la vulgarisation en ce qui concerne le type de fertilisant, les quantités à apporter, ainsi que le mode d'apport. Nous disposons en effet du NPK (14-23-14) apporté à hauteur de 200 kg/ha et de l'urée super granulée (USG) (167 kg/ha, pour des granules de 2,7 g).

Au repiquage, 50 kg de NPK ont été apportés par champ.

Le placement profond de l'urée (PPU) : ce mode de fertilisation a consisté à enfouir dans le sol, 7 JAR, manuellement à environ 7 - 10 cm de profondeur et entre 4 poquets, de l'USG. Cette technologie permet aux granules de diffuser lentement de l'azote pendant 60 à 65 jours.



Photo 6:Uree Super Granulé

V.3.3.1.3 Installations des piézomètres

Sur chaque parcelle AWD, deux piézomètres PVC de 12,5cm de diamètre et de 40 cm de long perforés sur 30 cm de trous de 6 mm de diamètre, espacés les uns des autres de 2 cm, ont été installés dans les quinze (15) jours qui ont suivi le repiquage. Ils sont insérés dans le sol à

30 cm de profondeur laissant ainsi 10 cm en surface, dont l'objectif est de permettre de suivre le niveau de l'eau dans le sol.



Photo 7: Piezomètre installé

V.3.3.1.4 Conduite et suivi de l'irrigation

L'irrigation, réalisée par les riziculteurs eux-mêmes, était effectuée en fonction de l'état hydrique de la parcelle pour PP et du niveau de l'eau dans le piézomètre pour AWD. Ainsi, durant quatorze (14) JAR, une lame d'eau de 3 - 5 cm a été maintenue sur toutes les parcelles. La différenciation n'est intervenue qu'au 15^e JAR et est marquée par le début de la méthode AWD.

Une lame d'eau de 3 à 5 cm a été apportée à la parcelle AWD, laquelle est laissée s'asséchant naturellement jusqu'à ce que le niveau d'eau dans le sol (suivi grâce au piézomètre), descende jusqu'à 30 cm de profondeur. A partir du 15^e JAR et tous les trois jours, une mesure du niveau de l'eau dans le piézomètre est effectuée durant toute la durée du cycle de culture.

De plus, pendant la période « initiation paniculaire - une semaine après floraison », la méthode AWD a été stoppée et une lame d'eau permanente d'environ 2 cm est maintenue sur les parcelles AWD. Après cette période, le cycle reprend jusqu'à deux semaines avant la récolte, période à partir de laquelle plus aucune irrigation n'est réalisée.

Par contre l'irrigation sous PP a consisté à apporter une lame d'eau de 3 à 7 cm de lame d'eau, et ce, jusqu'à deux semaines avant la récolte l'instar de AWD, l'irrigation a été stoppée.

V.3.3.1.5 Observations

Les observations ont portées essentiellement sur les paramètres de croissance. A maturité et pour chaque traitement (PP et AWD), les paramètres suivants ont été mesurés : le nombre de talles par poquet, la hauteur des plantes. Concernant le nombre de talles par poquet, il a été compté sur dix poquets choisis sur chaque parcelle de façon aléatoire, pour chaque variété et chaque traitement. Pour le paramètre hauteur des plantes, 10 poquets de riz choisis aléatoirement ont été mesurés. A la fin de la récolte, le rendement grain a été déterminé.

V.3.3.1.6 Évaluation des rendements

A la récolte, six carrés de rendement de 12 m² chacun ont été installés : trois dans la parcelle PP et les trois autres dans la parcelle AWD, par variété. Les panicules récoltées dans les carrés de rendement ont été battues séparément et les grains mis dans des sacs de couleurs différentes en fonction de la parcelle (couleur blanc pour sac PP et couleur jaune pour AWD) qui ont été pesés après vannage. Les taux d'humidité des grains de chaque sac ont été mesurés à l'aide d'un humidimètre. Les rendements grains calculés ont été par la suite ajustés à 14% d'humidité grâce à la formule suivante :

Rendement grain à 14% d'humidité = Rendement à X% d'humidité x (100-X) / (100-14),

Où X est le taux d'humidité moyen mesuré des grains.

V.3.3.1.7 Estimations des volumes d'eau d'irrigation et calcul de la productivité

La quantité d'eau apportée à chaque parcelle a été mesurée chez chaque riziculteur 3 fois à différents moments du cycle de culture. Elle s'est déroulée comme suit :

Mesure des débits de l'eau arrivant à chaque parcelle : le temps mis pour remplir un seau de 15 l de volume qui a été enregistré à l'aide d'un chronomètre, et le calcul du débit qui a été fait à l'aide de la formule :

$$d = \frac{v}{t} \text{ Avec } \left[\begin{array}{l} d = \text{débit en m}^3 \\ v = \text{volume du seau en m}^3 \\ t = \text{temps de remplissage du seau en (s)} \end{array} \right]$$

Calcul des volumes d'eau d'irrigation : pour cette opération, la formule suivante a été

utilisée : $V = d \times T \times n$ Avec $\left[\begin{array}{l} V = \text{volume d'eau d'irrigation en } m^3 \\ T = \text{temps d'irrigation en s} \\ n = \text{nombre d'irrigation} \end{array} \right]$

Puis, les volumes calculés ont été extrapolés à l'hectare, et une moyenne a été faite.

La productivité de l'eau, quantité de grains produits par unité de volume d'eau utilisée (**Bouman et al.** 2006), a été calculée en utilisant la formule suivante :

Productivité de l'eau d'irrigation ($kg.m^{-3}$) = Rendement grain du riz ($kg.ha^{-1}$) / Volume d'eau d'irrigation utilisée ($m^3.ha^{-1}$).

VI RESULTATS ET DISCUSSIONS

VI.1 ETATS DES LIEUX DU PERIMETRE

VI.1.1 Plan détaillé du périmètre

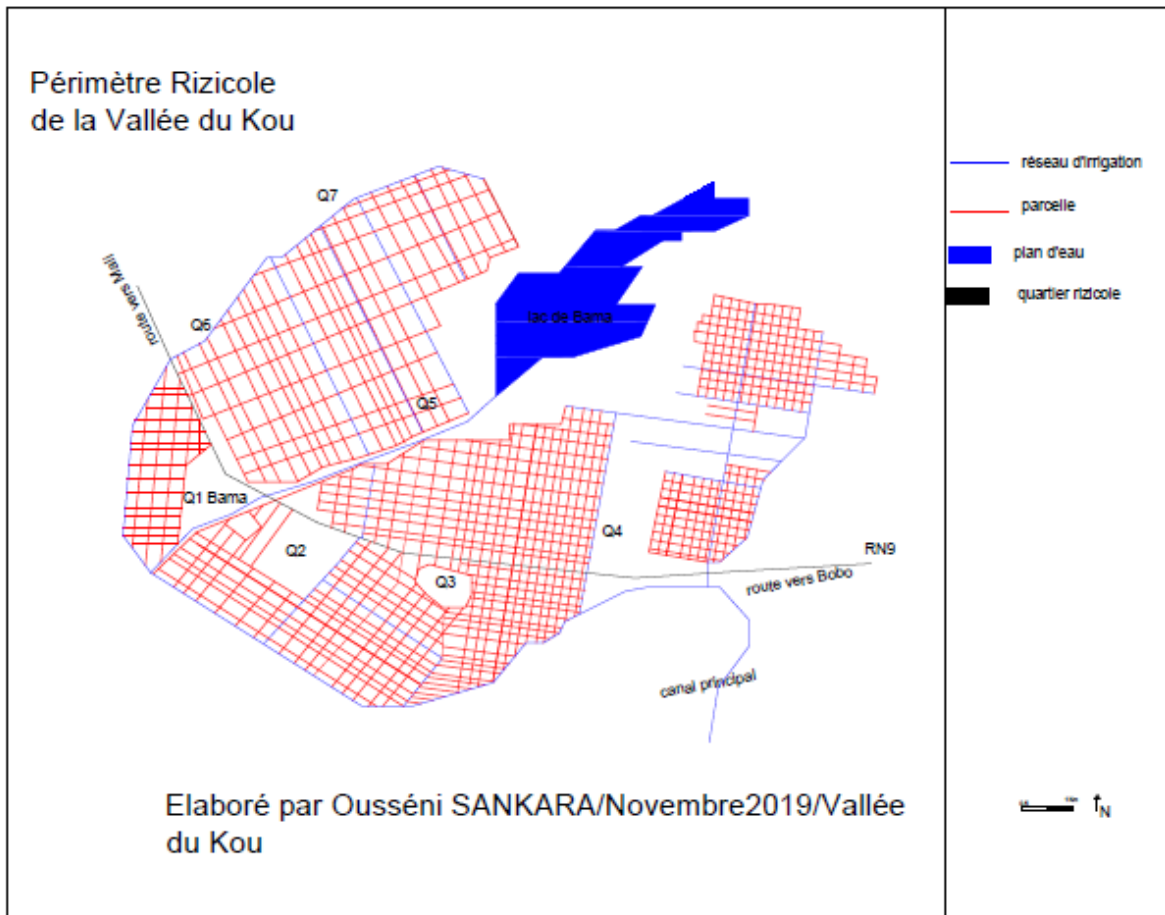


Figure 5 : Plan du réseau d'aménagement de la Vallée du Kou

VI.1.2 Facteurs observés sur le périmètre

Sur le terrain, un certain nombre de facteurs observés entravent depuis ces dernières années, le fonctionnement du périmètre quant à son exploitation efficace et efficiente.

Ces facteurs sont entre autre :

- ❖ L'insuffisance marquée de l'eau d'irrigation en contre saison,
- ❖ L'ensablement du kou,
- ❖ Difficultés d'approvisionnement en intrants agricoles,
- ❖ Vétusté du réseau et ouvrages hydrauliques,

Proposition de solution d'amélioration des performances d'un périmètre rizicole par la technologie du Tube Well: cas du périmètre irrigué de Bama (Burkina Faso)

- ❖ Insuffisance de magasin de stockage des produits,
- ❖ Détérioration du canal d'amenée causée par :
- ❖ L'installation de plus de 200 exploitants illégaux le long du canal d'amenée, qui exploitent plus de 700 Ha de terres avec une utilisation de plus de 150 Motopompes.

En effet ces facteurs entraînent un manque à gagner sur la production rizicole de plus de 88,09% de la production. Cela se traduit par le fait que sur les 1260 Ha seulement 250 Ha sont exploités en saison sèche avec une perte estimée à plus de 900 millions de FCA chaque année et engendre fréquemment des conflits liés à l'utilisation de l'eau. Les photos 4 et 5 illustrent cela :



Photo 8:Prélèvement d'eau le long du canal d'amenée



Champ de papayes

motopompe

Photo 9:Champs au bord du canal d'amenée

En plus de ces facteurs énumérés ci haut nous, pouvons noter :

- La présence de puits à gros diamètre pour l'irrigation du riz et d'autres spéculations

- La présence de petits puits pour l'irrigation des cultures maraichères



Photo 10 : Puit à gros diamètre

Photo 11 : Petits puits

VI.1.3 Etat descriptif de chaque ouvrage hydraulique

VI.1.3.1 Prise d'eau à Diaradougou

Le périmètre irrigué de la vallée du kou appartient au type d'aménagement par déviation au fil de l'eau et comprend un réseau hydraulique permettant son fonctionnement. L'irrigation du périmètre se fait à partir du fleuve Kou qui est un affluent du fleuve Mouhoun. Il présente un débit assez élevé surtout en saison humide et peut atteindre $14,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (Fatimata SONTIE, 2006). Ce débit baisse et peut atteindre $3,09 \text{ m}^3/\text{s}$ en saison sèche. Une étude de la réserve souterraine du bassin versant du kou fait ressortir qu'en année sèche, cette réserve hydrogéologique est capable de fournir un débit minimum continu de $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$ soit 2400 l/s pour un besoin réel d'environ 2,2 l/s/ha pour tout le périmètre (Ouhib Lachen, 2000).

A l'étiage, tout le débit du kou est dévié pour l'irrigation du périmètre, ce n'est qu'à la saison pluvieuse que la rivière retrouve un écoulement continu.

Le tableau 5 présente des différents débits de la rivière kou avant la prise pendant la saison sèche (source : ONPF, « vallée du Kou », rapport d'activité des campagnes 1984,1985).

Tableau 5:debit de la rivière kou avant la prise

mois	Débits m^3/s
Janvier	3,17
Février	2,42
Mars	1,99
Avril	2,05
mai	3,19

VI.1.3.2 Le canal d'amenée

La prise de l'eau est située à 11 Km du périmètre d'étude. L'eau est déviée dans un bassin muni d'un système d'alimentation et avec une faible pente de l'ordre de 1mm/mn et conduite gravitairement jusqu'aux rizières par des ouvrages hydrauliques de transport composés de l'amont vers l'aval d'un canal d'amené revêtu de 11 Km de longueur et de section trapézoïdale véhiculant un débit de l'ordre de 3,5 m³/s régulé dès la prise par deux (02) vannes(Ouhib Lachen, 2000).

VI.1.3.3 Le canal principal, les canaux secondaires et tertiaires

Au niveau du point dit « vannes déversoirs », le canal d'amenée est prolongé par le canal principal revêtu de section trapézoïdale, de longueur 10 Km et véhiculant un débit allant de 2,3 m³/s à 2,7 m³/s. Le canal principal ceinture presque tout le périmètre irrigué est ensuite relié par 10 canaux secondaires revêtus de sections trapézoïdales, de longueur 16,2 Km distant de 500 m les uns des autres véhiculant un débit variant de 0,30 m³/s à 0,49 m³/s. En plus de ces canaux, on a des canaux tertiaires au nombre de 82 dont la majorité est revêtu de sections trapézoïdales véhiculant un débit allant de 0,21 m³/s à 0,37m³/s et enfin d'un ensemble de canaux quaternaires et d'arroseurs non revêtus alimentant les parcelles (Ouhib Lachen, 2000). Comme dans le canal d'amené, des seuils de mesures se trouvent en aval de chaque prise d'eau secondaire.

Tableau 6:Tableau récapitulatif des canaux

Ouvrage	Nombre	Débit m ³ /s
Prise Diaradougou	1	-
Canal d'amenée	1	3,7
Canal principal	1	2,7-2,3
Canaux secondaires	10	0,49-0,3
Canaux tertiaires	82	0,21-0,037
Canaux quaternaires	420	-

Des modules à masques sont installés en tête des canaux tertiaires juste à l'aval de chaque vanne de garde. La répartition de ces vannettes était de 5, 10,15 et 30 l/s. Il est à noter qu'avec l'état défectueux des modules qui étaient soient bouchés, tordus ou coincés, il était difficile de faire des mesures fiables.

VI.1.3.4 Le réseau de drainage

Pour ce qui est du réseau d'assainissement mise en place sur le périmètre, il est composé de drains collecteurs permettant de récupérer l'eau des parcelles jusqu'à un canal émissaire en aval du lac naturel de Bama. Le lac draine ensuite ses eaux dans le Kou en sa partie confluent avec le Niamé.

VI.1.4 Etude climatique et pédologique

VI.1.4.1 Etude pédologique

Avec les différentes valeurs recueillis à partir des mesures de vitesse d'infiltration, on a eu comme résultats après traitement sur le logiciel Minitab, des valeurs comprises entre 1 mm/h et 142,105 mm/h ces valeurs sont ensuite introduites dans le logiciel Soil Characteristic et qui nous a donné les types de sols consignés dans le tableau 7.

Tableau 7:tableau des Perméabilités Saturées(Ksat)

bloc	désignation	Valeurs (mm/h)	Nature du sol
Bloc5	Ksat	51,84	Sablo limoneux
		41,21	
		27,08	
Bloc7	Ksat	27,57	Sablo limoneux
		3,07	Limon argileux
		2,07	Argileux
		3,5	Limon argileux

Pour ce qui est des résultats obtenus, nous retenons en globale des sols sablo limoneux.

VI.1.4.2 Etude pluviométrique

On obtient comme module annuel 966,87 mm avec un nombre de jours moyens de pluie

annuel de 78,83 jours. Notons que cette pluviométrie moyenne a été enregistrée à la station de la vallée du kou située à environ 500 m du périmètre. En effet cette valeur a été obtenue de la période allant de 2003 à 2018. Le diagramme ci-dessous montre l'évolution de la pluviométrie au cours de ces dix (10) dernières années.

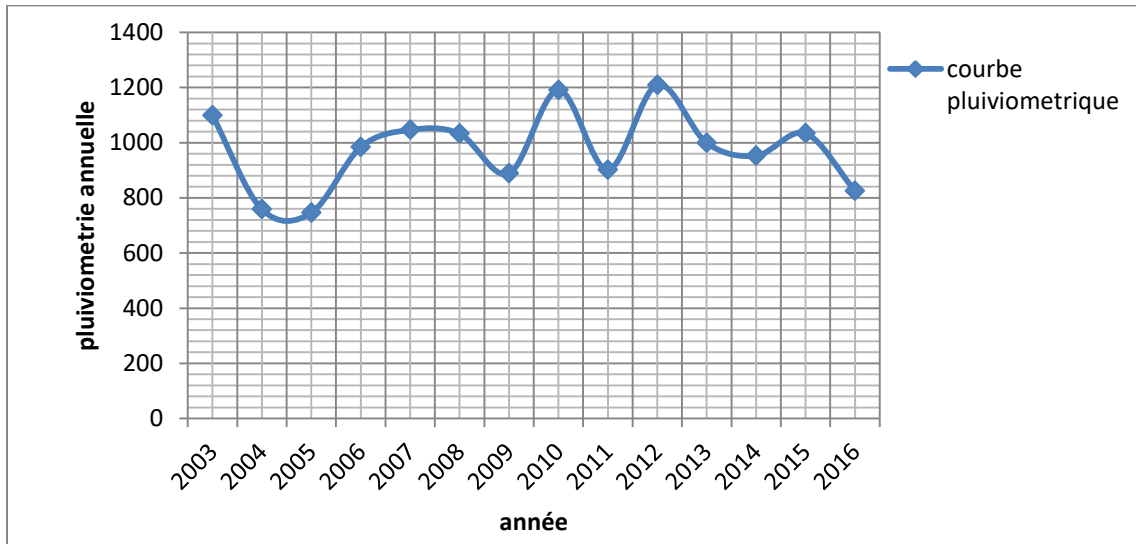


Figure 6: Evolution de la pluviométrie annuel

VI.1.4.3 Evapotranspiration de référence ET0

L'évapotranspiration Potentielle (ET0) au cours de la période de culture (Février - Juin) est présentée dans la figure2. Cette figure montre que l'ET0, qui est de $6,34 \text{ mm.jour}^{-1}$ en Février, augmente jusqu'en Avril où elle atteint son maximum ($6,36 \text{ mm.jour}^{-1}$), puis décroît à pour atteindre $5,84 \text{ mm.jour}^{-1}$ en Juin.

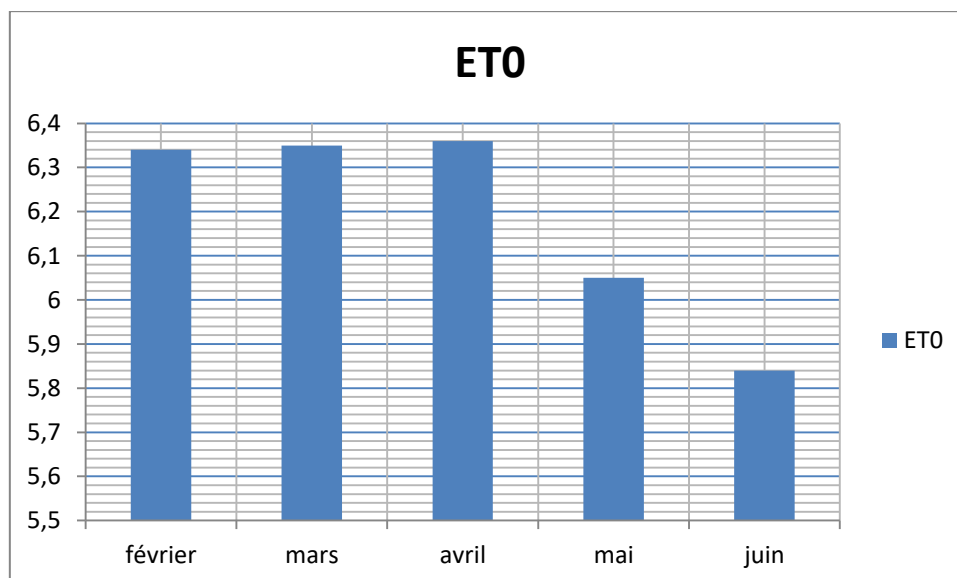


Figure 7:Variation de l'ET0 de février à Juin

VI.1.5 SPECULATIONS SUR LES BLOCS 5 ET 7

VI.1.5.1 Proportions emblavées par cultures pendant cette contre saison

Sur les deux blocs à savoir les blocs 5 et 7, à peine les 1/3 sont cultivés en riz. En effet les 2/3 restantes sont cultivé en cultures qui demandent moins d'eau et une partie non cultivée. Cependant sur le bloc 5, seulement 13% de la superficie total est cultivé en Riz sur un total de 109,5 Ha, sur le bloc 7 la production du riz est largement en deçà des attentes avec seulement 10% emblavée sur une superficie totale de 197 Ha. Ces graphiques ci-dessous illustres cet état de fait parfaitement.

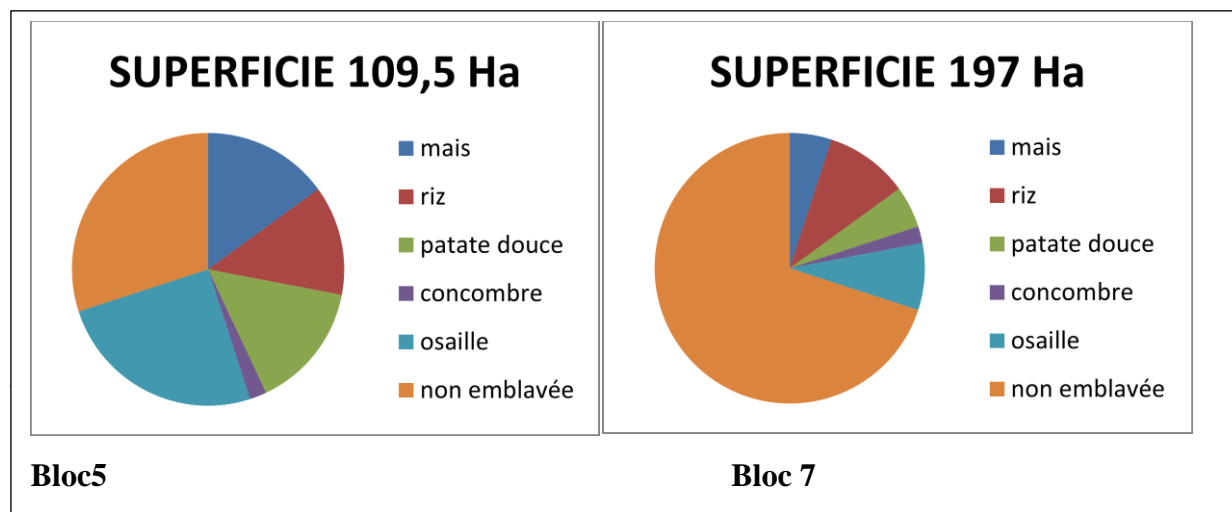


Figure 8:Proportion des cultures sur les Blocs d'études

Tableau 8:besoin en eau du riz

Mois	Février	mars	Avril	mai	Juin
BMP (mm/j)	7,25	6,26	7,63	4,40	2,31

VI.1.5.3 Besoin en eau des spéculations rencontrées

Après les calculs, nous obtenons les besoins en eau suivantes :

- ❖ Pour ce qui est du maïs cultivé on a un BMP qui varie de 3,44 mm/j à 5,94 mm/j.
- ❖ Pour ce qui est du maïs cultivé on a un BMP qui varie de 3,37 mm/j à 7,29 mm/j
- ❖ Pour ce qui est du chou cultivé on a un BMP qui varie de 2,72 mm/j à 5,55 mm/j.
- ❖ Pour ce qui est de l'oignon cultivé on a un BMP qui varie de 3,14 mm/j à 6,34 mm/j.

Tableau 9:besoin en eau des spéculations rencontrées

Spéculations	Mois	Février	mars	Avril	mai	Juin
Mais	BMP (mm/j)	3,44	5,94	4,51		
Patate douce	BMP (mm/j)	3,37	7,29	6,08	5,98	3,87
Spéculations	Mois	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
Chou	BMP (mm/j)	2,72	4,15	5,43	5,55	-
Oignon	BMP (mm/j)	3,14	4,83	5,54	6,34	3,72

VI.1.5.4 Estimation de la quantité d'eau d'irrigation du riz

Après les calculs, nous avons un besoin net d'irrigation mensuel du riz allant de 2971,89 m³/Ha à 9812,57 m³/ Ha.

Tableau 10:quantité d'eau mensuelle du riz

Mois	Février	mars	Avril	mai	Juin
BMP (mm/j)	7,25	6,26	7,63	4,40	2,31
Dose Brute (m3/Ha)	8694,86	8310,86	9812,57	5849,14	2971,89

VI.1.6 TUBE WELL ET PROPORTIONS D'IRRIGATION

VI.1.6.1 Tube well

Notons qu'avec la réalisation du Tube well , les mesures de débits qui ont été faits ont permis d'avoir un débit de 7,82 l/s chez le producteur 1 et 5,5 l/s au niveau du producteur 2. En moyenne un temps de 8 h est mis pour l'irrigation des 0,25 Ha.

VI.1.6.2 Proportions d'irrigation d'un tube well

Pour ce qui est de notre expérimentation, avec ces débits trouvés et énumérés ci haut, les producteurs ont pu irriguer leur champ de riz jusqu'à la récolte. En effet le riz étant une culture qui a des besoins en eau assez importante, il serait nécessaire de faire une étude de la nappe souterraine pour estimer la capacité de recharge de la nappe afin de pouvoir estimer avec précisions la superficie à laquelle un tube Well peut irriguer par jour sans crainte de problème de recharge. Néanmoins avec l'expérimentation, pour un (1 Ha), il faut 1 Tube Well pour l'irrigation avec un rayon de recharge estimé à 100 m.

VI.2 EFFET DES TRAITEMENTS SUR LES PARAMETRES DE CROISSANCE

VI.2.1 Le tallage

Le tallage est le nombre de pieds de riz que peut produire un seul grain de riz.

Il a été pris le nombre de talles de riz des deux variétés produites au cours de la saison. En effet ces deux variétés ont été le Samangrin et l'Orylux 6.

VI.2.1.1 Effet de traitement sur la variété Samangrin

Le nombre de talle varie de 17 à 32 sous la pratique AWD et de 13 à 30 sous la pratique paysanne. Les moyennes obtenues sous les deux méthodes d'irrigation sont respectivement de 24,1 et de 23,2 ; ce qui relève une légère augmentation du paramètre de croissance sous AWD.

VI.2.1.2 Effet de traitement sur la variété Orylux 6

Le nombre de talles varie de 21 à 42 sous la pratique AWD et de 15 à 34 sous la pratique paysanne. Les moyennes obtenues sous les deux méthodes d'irrigation sont respectivement de 29,7 et de 24,1 ; ce qui relève une légère augmentation du paramètre de croissance sous AWD.

VI.2.2 Hauteurs des plantes de riz

VI.2.2.1 Au niveau de la variété Samangrin

Concernant le paramètre hauteur des plantes, les hauteurs minimales et maximales mesurés sont respectivement de 70 et 107 cm sous AWD et de 72 et 100 sous pratique paysanne(PP). Les moyennes observées est de 82,9 sous AWD et de 81,4 sous PP. Les hauteurs des plantes sont en moyenne plus élevées sous AWD qu'en pratique paysanne(PP). Cependant ces deux modes de gestion de l'eau n'est pas statistiquement différentes au seuil de probabilité de 5%. En plus, la biomasse fraîche a été mesuré après les récoltes, elle varie de 740 à 1100 g sous AWD et de 850 à 1420 g sous PP.la biomasse fraîche moyenne est respectivement de 920 g sous AWD et de 1135 g sous PP. Toutefois le test de student au seuil de probabilité de 5% montrent que le traitement n'affectent significativement pas ce paramètre ($p > 0.05$).

VI.2.2.2 Au niveau de la variété Orylux 6

Concernant le paramètre hauteur des plantes, les hauteurs minimales et maximales mesurés sont respectivement de 78 et 106 cm sous AWD et de 62 et 103 sous pratique paysanne(PP). Les moyennes observées est de 94,2 sous AWD et de 88,6 sous PP. Les hauteurs des plantes sont en moyenne plus élevées sous AWD qu'en pratique paysanne(PP). Cependant ces deux modes de gestion de l'eau n'est pas statistiquement différentes au seuil de probabilité de 5%. En plus, la biomasse fraîche a été mesurée après les récoltes, elle varie de 800 à 900 g sous AWD et de 948 à 1400 g sous PP. La biomasse fraîche moyenne est respectivement de 855g sous AWD et de 1200 g sous PP. Toutefois le test de student au seuil de probabilité de 5% montrent que le traitement n'affectent significativement pas ce paramètre ($p>0,05$).

VI.2.3 Effet de traitement sur le rendement

VI.2.3.1 Sur la variété Samangrin

Les rendements obtenus sur cette variété varient de 2258,33 Kg/Ha à 6875 Kg/Ha sous AWD et de 1775 Kg/Ha à 5408,33 Kg/Ha sous PP. Le rendement grain moyen obtenu est de 4566,67Kg /Ha sous AWD qui est supérieur à celui sous PP égal à 3591,67Kg /Ha, ce qui représente un gain d'environ 4,68%. Les valeurs obtenues montrent que le producteur 02 a obtenu les meilleurs rendements sous AWD tout comme sous PP respectivement 6875 Kg/Ha et de 4566,67 Kg /Ha. Par contre le producteur 01 a obtenu les faibles rendements qui sont de 2258,33 Kg/Ha sous AWD et de 1775 Kg/Ha sous PP. Toutefois cette différence de rendement entre les deux modes de gestion de l'eau n'est pas statistiquement significative au seuil de probabilité de 5%.

VI.2.3.2 Sur la variété Orylux 6

Les rendements obtenus sur cette variété varient de 2341,67 Kg/Ha à 5150 Kg/Ha sous AWD et de 1616,67 Kg/Ha à 4608,33 Kg/Ha sous PP. Le rendement grain moyen obtenu est de 3745,83 Kg/Ha sous AWD qui est supérieur à celui sous PP égal à 3112,50 Kg/Ha, ce qui représente un gain d'environ 5.91%. Les valeurs obtenues montrent que le producteur 02 a obtenu les meilleurs rendements sous AWD tout comme sous PP respectivement 5150 Kg/Ha

et de 4608,33 Kg/Ha. Par contre le producteur 01 a obtenu les faibles rendements qui sont de 2341,67Kg/Ha sous AWD et de 1616,67 Kg/Ha sous PP. Toutefois cette différence de rendement entre les deux modes de gestion de l'eau n'est pas statistiquement significative au seuil de probabilité de 5%.

VI.2.4 Effet de traitement sur les paramètres hydriques

Les données portant sur les paramètres hydriques (nombre d'irrigation, volume d'eau d'irrigation, productivité de l'eau) sont dans le tableau 11 ci-dessous. Ces résultats montrent que le volume d'eau d'irrigation utilisé sous la parcelle AWD (16543,44 m³/Ha) est inférieur à celui sous pratique PP (18701,28 m³/Ha). Ces valeurs montrent qu'il y'a eu économie d'eau d'environ 11,54% sous AWD par rapport à la pratique PP. Par ailleurs la productivité de l'eau sous AWD (0,36 Kg/m³) est meilleure par rapport à celle sous pratique PP (0,27 Kg/m³).

Tableau 11: Tableau de Volume d'eau irrigué

Méthode d'irrigation	Nombre d'irrigation	Volume d'eau irriguée (m ³ /Ha)	Productivité de l'eau (Kg/m ³)
PP	26	18701,28	0,27
AWD	23	16543,44	0,36

VI.2.5 Incidence du mode d'irrigation sur l'humidité des sols

Le dispositif expérimental sur les parcelles AWD a été mis en place 15 jours après le Repiquage du riz. Notons que les mesures d'humidité de sol avec l'humidimètre ont été faites sur les parcelles AWD tout comme sur les parcelles PP. En effet ces mesures ont été faites chaque trois (03) jours durant le cycle de production jusqu'au récoltes et a permis de savoir si la plante a été stressée au cours de son développement. Le point de flétrissement permanent correspond au seuil en deçà duquel l'humidité du sol ne permet plus à la plante de prélever l'eau dont elle a besoin du fait que la réserve utile de l'eau du sol a été entièrement consommée. La plante flétrit puis meurt si ce taux d'humidité persiste. Toutefois avec la méthode d'irrigation par intermittence, la plante n'a pas été flétrit durant le cycle. Les figures 4 et 5 illustrent parfaitement cela.

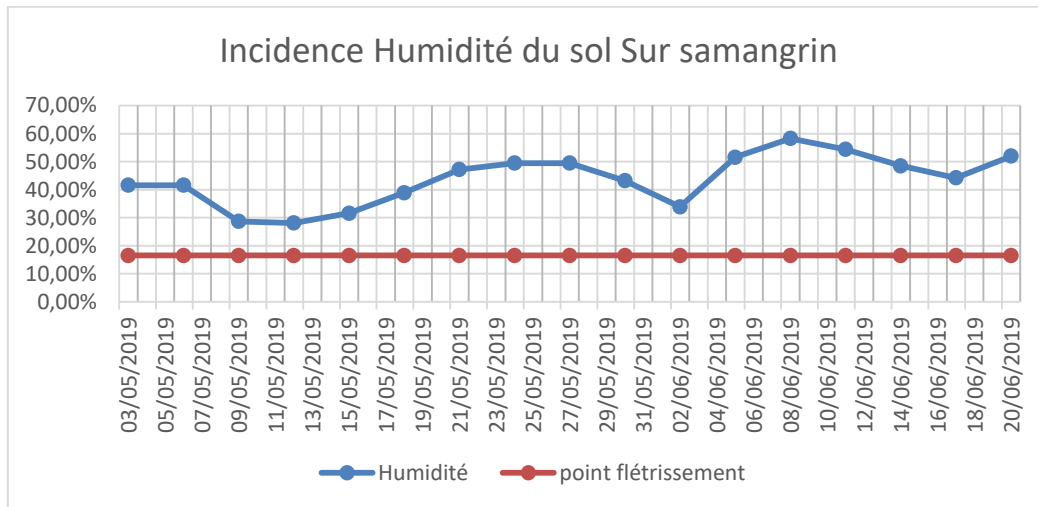


Figure 9:humidité du sol sur le samangrin

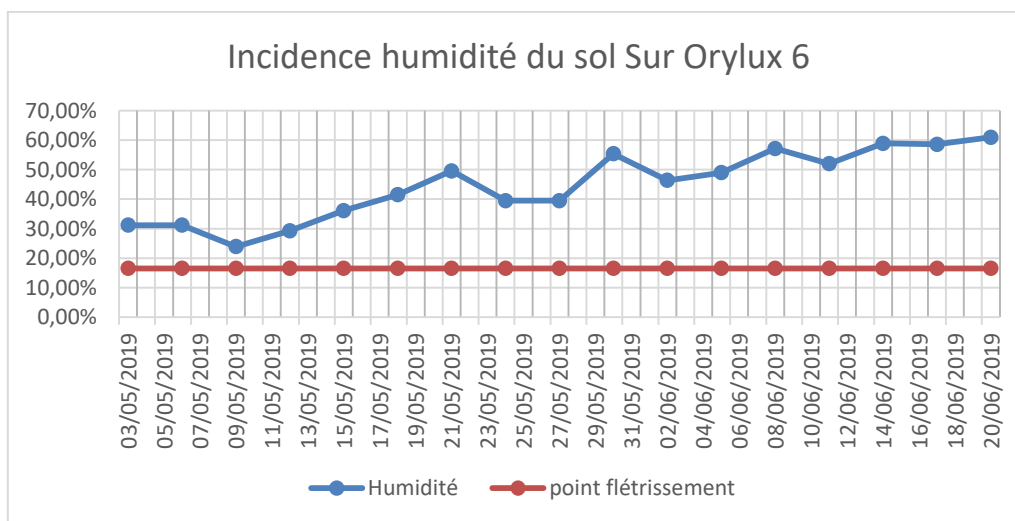


Figure 10:humidité du sol sur l'Orylux 6

VI.2.6 Analyse économique des deux méthodes culturales pendant la contre saison

Le tableau en **annexe 11** fait ressortir les différentes charges de la production de la pépinière jusqu'aux opérations postes récoltes ainsi que le revenu net obtenu sous les deux méthodes de gestion de l'eau (AWD et PP). Etant donné que seule la pratique d'irrigation a varié, le cout des autres opérations culturales sont identiques pour chaque producteur. La différence est

constatée qu'au niveau du transport et du carburant. On constate que le cout d'irrigation en moyenne sous AWD (41493,8776 XOF/Ha) est relativement faible par rapport à PP (46906,1225XOF/Ha).

Le tableau en **annexe 11** montre également que le cout de la production sous AWD (409293,878 XOF) est en moyenne supérieur à PP (414706,12 XOF). De plus avec un revenu net de 542 318,74 XOF sous AWD et 319 940,47 XOF sous PP, la méthode a permis d'économiser de l'argent.

VII CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'insuffisance de la ressource en eau dans le périmètre irrigué de la vallée du Kou est un problème de gestion, d'organisation des acteurs qu'à un manque naturel de la ressource. Les exploitants situés le long du canal d'amené prélèvent plus d'eau qu'ils n'en ont besoin au détriment de ceux qui sont dans le périmètre. Cette situation conjuguée avec les facteurs suivants :

- ❖ L'ensablement du kou,
- ❖ La vétusté du réseau et ouvrages hydrauliques,
- ❖ La détérioration du canal d'amené causée par :
- ❖ L'installation de plus de 200 exploitants illégaux le long du canal d'amené,
- ❖ L'exploitation supplémentaire de plus de 700 Ha par les exploitants illégaux,
- ❖ L'installation illégale de plus de 150 motopompes ;

Font que la production du riz en contre saison est loin des attentes. En effet la ressource d'eau souterraine étant disponible (**d'après les études de DICKO, 2004**), il sera plus nécessaire d'opter pour cette eau souterraine car les études de **DICKO Diori** en 2004 montrent que même si on résout le problème de prélèvement d'eau le long du canal on ne pourra pas résoudre le problème de manque d'eau à la vallée du Kou. Cependant notre approche qui a été la technologie du Tube Well est indispensable pour juguler ce phénomène et en plus l'approche de l'irrigation par intermittence peut réduire de façon significative la gestion de l'eau dans les parcelles.

Toutefois, le déroulement des activités sur le terrain et les entretiens avec les producteurs, nous permettent de formuler les recommandations suivantes :

A l'endroit des producteurs : un respect strict des différents tours d'eau par bloc donné en chaque début de campagne ;

A l'endroit de la coopérative URCB : organiser des séances de formation sur les techniques culturales telles le placement Profond de l'UREE, la gestion de l'eau à la parcelle, subventionner l'acquisition du matériels de Tube Well afin de permettre son acquisition par un grand nombre de producteurs pour booster la production ;

A l'endroit de L'INERA : initiatrice du projet, de veiller au démarrage effectif des travaux le plus tôt possible afin d'éviter des retards qui entravent sur le rendement.

BIBLIOGRAPHIE

J. Wellens & M.N. Nictheu, Le périmètre irrigué de la vallée du kou : Diagnostic des efficiences hydroagricoles & élaboration des calendriers d'irrigation à l'aide de SIMIS (étude de cas) ;

Kabore Jean .Eric.P, 2018, Evaluation de l'efficience de deux(02) modes de gestion de l'eau en milieu paysan: cas du périmètre irrigué de la vallée du Kou (Burkina-Faso) ;

Bouraima KOUANDA, 2009, calcul de la productivité de l'eau sur des périmètres irrigues du bassin du fleuve Niger (mali, Niger), du bassin de la volta (au Burkina) et de celui du fleuve Sénégal (au Sénégal), projet bfp Niger ;

Fatoumata SONTIE, 2006, Etude des conflits autour de la ressource eau dans la région de Diaradougou et Bama (Vallée du Kou) ;

BARRO M., 2004, mémoire de fin d'étude: Besoins en eau des rizières et évaluation de l'irrigation des périmètres rizicoles à l'aide de BIRIZ ;

D. OUEDRAOGO, 1978:la vallée du Kou(Haute-Volta) un sous espace aliéné ;

DICKO Dioro, juin 2004:Evaluation des performances sur le périmètre irrigué de la vallée du Kou ;

Bathily M., 2012, **Evaluation** des performances et diagnostic d'un système irrigué: cas de la Vallée du Kou au Burkina Faso, 76p ;

Alexis FARMA, 2016, diagnostic technique d'un périmètre irrigue de type gravitaire et proposition d'un plan d'amélioration de ses performances :*(cas du périmètre irrigue de « 67 ha » a l'aval du barrage de bogande)* ;

Frédéric Apollin, Christophe Eberhart, méthode de diagnostic d'un système irrigué pour le renforcement de la prise en charge de sa gestion par une association d'irrigants ;

Agriculture : Un fils de producteur raconte la Vallée du Kou **Accueil** (<http://www.lefaso.net/>) > **Actualités** ([spip.php? rubrique1](#)) > **Economie** ([spip.php? rubrique3](#)) ;

RAPPORT FINAL plan communal de développement de la commune rurale de Bama 2014-2018 ;

FAO, 2016, La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture, Changement climatique, agriculture et sécurité alimentaire, 214p ;

FAO, 2017, Suivi du marché du riz de la FAO, Volume XX, Edition N°2, 10p ;

FAO, 2018, Suivi du marché du riz de la FAO, Volume XXI, Edition N° 1, 10p ;

GE-eau, 2003, Rapport Annuel No 2 : Décembre2002-Novembre2003, 179p ;

GE-eau, 2007, Rapport Technique N° 1(2005 -2006), 140p ;

GE-eau, 2009, Renforcement structurel de la capacité de gestion des ressources en eau pour l'agriculture dans le bassin du Kou, Rapport technique N° 2 (2007-2008),150p ;

Hasan K., Habib A., Md., Abdullah, BhattacharjeeD., Afrad S. I., 2016,Impact of Alternate Wetting and Drying technique on rice production in the drought prone areas of Bangladesh,IndianRes. J. Ext. Edu., 16 (1), 39p- 48p ;

PNSR, 2012, Programme National du Secteur Rural 2011-2015, Document de programme, Burkina-Faso.

ANNEXES

ANNEXE 1: DONNEES PLUVIOMETRIQUES	50
ANNEXE 2: DONNEES CLIMATIQUES	51
ANNEXE 3: FICHE DE MESURES DE VITESSE D'INFILTRATION	52
ANNEXE 4: DONNEES DE MESURES DE VITESSE D'INFILTRATION	53
ANNEXE 5 : REPARTITION DES POINTS DE MESURES D'INFILTRATION	54
ANNEXE 6: BESOINS EN EAU DU RIZ	54
ANNEXE 7: BESOIN EN EAU DU MAIS	55
ANNEXE 8: BESOIN EN EAU DE LA PATATE DOUCE	55
ANNEXE 9: BESOIN EN EAU DE L'OIGNON	56
ANNEXE 10: ESTIMATION QUANTITE D'EAU MENSUELLE DU RIZ	57
ANNEXE 11: ETUDE ECONOMIQUE DES DEUX METHODES D'IRRIGATION	58

ANNEXE 1: Données pluviométriques

pluviométrie station de Bama		
années	hauteurs (mm)	nombre de jours
2004	758.5	70
2005	745.8	70
2006	984.1	84
2007	1046.5	88
2008	1032.5	79
2009	888.5	76
2010	1191	95
2011	901.9	81
2012	1209.7	84
2013	999.1	70
2014	952.8	76
2015	1033.5	73

ANNEXE 2:Données climatiques

Mois	T° min	T°max	T°moy	Hmin	Hmax	Hmoy	vent(m/s)	vent(km/jrs)	insolation(h)	pluie(mm)
janvier	11.32	34.45	22.88	0.19	0.87	0.53	2.36	203.956	9.47	0
fevrier	15.89	35.87	25.88	0.19	0.77	0.48	2.68	231.840	8.85	0
mars	19.52	37.39	28.46	0.26	0.75	0.50	2.42	209.455	7.72	45.6
avril	25.03	38.41	31.72	0.39	0.75	0.57	2.43	210.240	7.14	0
mai	24.99	36.27	30.63	0.51	0.80	0.65	2.75	237.207	7.37	60.6
juin	24.58	34.58	29.58	0.59	0.83	0.71	2.60	224.640	9.02	103

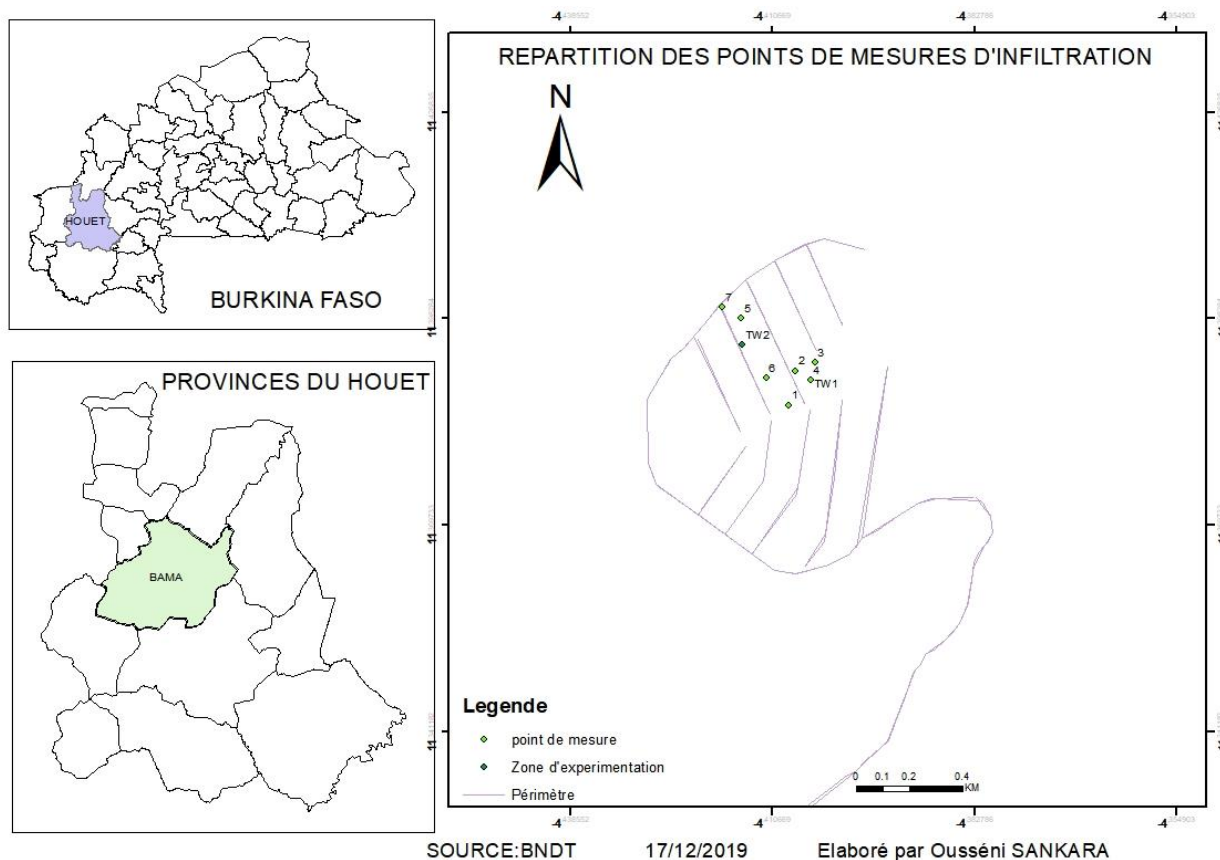
ANNEXE 3:Fiche de mesures de vitesse d'infiltration

point n°	Temps (min)	hauteur (cm)
	0	
	1	
	3	
	5	
	10	
	20	
	30	
	60	
	90	
	120	
	150	
	180	
	210	
	240	

ANNEXE 4:Données de mesures de vitesse d'infiltration

Bloc 5&7	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
temps	mesures (mm)	mesures (mm)	mesures (mm)	mesures (mm)	mesures (mm)	mesures (mm)	mesures (mm)
1mn	10	14	5	2	2	2	2
3mn	17	38	7	5	2	5	3
5mn	25	40	11	6	3	5	5
10mn	36	58	19	9	5	5	5
20mn	65	100	28	15	5	6	5
30mn	70	125	42	20	6	7	6
1h	100	150	80	35	6	7	8
1h30	125	175	103	70	7	7	10
2h	140	193	133	90	10	8	10
2h30	180	210	140	110	10	35	12
3h	210	219	193	122	12	65	15
3h30	230	232	205	135	15	93	15
4h	250	235	219	140	17	110	20

ANNEXE 5 : Répartition des points de mesures d'infiltration



ANNEXE 6: besoins en eau du riz

Mois	février	mars	avril	mai	juin
Durée (jrs)	28	31	30	31	30
Kc	1,04	1,2	1,2	0,95	0,95
Kc retenue	1,14	1,2	1,20	1,02	0,89
ETO (mm/j)	6,34	6,35	6,36	6,05	5,84
ETM (mm/j)	7,25	7,62	7,63	6,17	5,18
ETM (mm)	202,88	236,22	228,96	191,18	155,34
P (mm)	0,00	45,60	0,00	60,60	103,00
Pe (mm)	0,00	42,30	0,00	54,70	86,00
Pe (mm/j)	0,00	1,36	0,00	1,76	2,87
(ETM-Pe)	7,25	6,26	7,63	4,40	2,31

ANNEXE 7: besoin en eau du maïs

Mois	février	mars	avril
Durée (jrs)	28,00	31,00	30,00
Kc	0,30	1,15	1,05
Kc retenue	0,54	1,15	0,71
ETO (mm/j)	6,34	6,35	6,36
ETM (mm/j)	3,44	7,30	4,51
ETM (mm)	96,37	226,38	135,41
P (mm)	0,00	45,60	0,00
Pe (mm)	0,00	42,30	0,00
Pe(mm/j)	0,00	1,36	0,00
(ETM-Pe)	3,44	5,94	4,51

ANNEXE 8: besoin en eau de la patate douce

Mois	janvier	février	mars	avril	mai
Durée (jrs)	30	31	31	30	30
Kc	0,50	1,15	1,15	0,65	0,65
Kc retenue	0,61	1,15	1,15	0,94	0,65
ETO (mm/j)	5,54	6,34	6,47	6,36	6,05
ETM (mm/j)	3,37	7,29	7,44	5,98	3,93
ETM (mm)	101,11	226,02	230,66	179,35	117,98
P (mm)	0,00	0,00	45,60	0,00	60,60
Pe (mm)	0,00	0,00	42,30	0,00	2,00
Pe (mm/j)	0,00	0,00	1,36	0,00	0,07
(ETM-Pe)	3,37	7,29	6,08	5,98	3,87

ANNEXE 9: besoin en eau de l'oignon

Mois	novembre	décembre	janvier	février	Mars
Durée (jrs)	30,00	31,00	31,00	28,00	31,00
Kc	0,50	0,75	1,00	1,00	0,80
Kc retenue	0,63	0,92	1,00	1,00	0,80
ETO (mm/j)	5,03	5,25	5,54	6,34	6,35
ETM (mm/j)	3,14	4,83	5,54	6,34	5,08
ETM (mm)	94,31	149,63	171,74	177,52	157,48
P (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	45,60
Pe (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	42,30
Pe (mm/j)	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36
(ETM-Pe)	3,14	4,83	5,54	6,34	3,72

ANNEXE 10:estimation quantité d'eau mensuelle du riz

Mois	février	mars	avril	mai	juin
Durée (jrs)	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00
Kc	1,04	1,20	1,20	0,95	0,95
Kc retenue	1,14	1,20	1,20	1,02	0,89
ETO (mm/j)	6,34	6,35	6,36	6,05	5,84
ETM (mm/j)	7,25	7,62	7,63	6,17	5,18
ETM (mm)	202,88	236,22	228,96	191,18	155,34
P (mm)	0,00	45,60	0,00	60,60	103,00
Pe (mm)	0,00	42,30	0,00	54,70	86,00
Pe (mm/j)	0,00	1,36	0,00	1,76	2,87
(ETM-Pe)	7,25	6,26	7,63	4,40	2,31
Ea	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Zr(m)	0,10	0,30	0,30	0,50	0,50
RU (mm/m)	25,00	75,00	75,00	125,00	125,00
p	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
RFU (mm)	16,75	50,25	50,25	83,75	83,75
F(j)	2,31	8,03	6,58	19,02	36,23
T(j)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Dose réelle (mm)	21,74	18,77	22,90	13,21	6,93
facteur taris Pr	0,87	0,25	0,31	0,11	0,06
Dose brute (mm)	31,05	26,81	32,71	18,87	9,91
Dose brute mensuel (mm)	869,49	831,09	981,26	584,91	297,19
Dose brute mensuel (m3/Ha)	8694,86	8310,86	9812,57	5849,14	2971,89

ANNEXE 11: Etude économique des deux méthodes d'irrigation

Items	Producteur1		Producteur2	
	AWD	PP	AWD	PP
Dépenses				
cout des semences	5000	5000	5000	5000
pépinière	0	0	0	0
labour	8000	8000	8000	8000
préparation du terrain (hersage planage)	7500	7500	7500	7500
installation de culture (repiquage)	5000	5000	6000	6000
fumure organique	0	0	0	0
Engrais et épandage d'engrais minéral	17500	17500	17500	17500
Urée	22000	22000	22000	22000
herbicides et applications d'herbicides	9500	9500	8000	8000
désherbage manuel ou mécanique	1000	1000	1000	1000
carburant pour irrigation	8847.9592	10002.041	11898.98	13451.02
irrigation main d'œuvre sarclage	2500	2500	2000	2000
redevance eau	0	0	0	0
récolte (fauchage, mise en tas, battage)	15000	15000	12300	12300
conditionnement (sacs)	0	0	0	0
transport	1600	1600	0	0
autre cout (cotisation des adhérents)	0	0	0	0
total des dépenses	103447.96	104602.04	101198.98	102751.02
total des dépenses/ha	413791.84	418408.16	404795.92	411004.08
rendement grain(t/ha)	2.69	2.55	5.06	4.51
revenu brut(XOF)	559829.84	530693.72	1053062.8	938599.48
revenu net(XOF)	146038.01	112285.55	648266.91	527595.39
nombre d'irrigation	23	26	23	26