



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

Fondation ZIE

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

**Analyse diagnostique du périmètre
rizicole de Louda dans la région du
Centre - Nord (au Burkina Faso)**

Présenté et soutenu publiquement
le 17 juin 2010 par :

BADA Franck Gnépoha

Travaux dirigés par :

Dr. Harouna KARAMBIRI

Enseignant - Chercheur au ZiE

M. Drissa COMPAORE

Chef de service à la DRAHRH

Jury d'évaluation du stage

Président : Dr Harouna KARAMBIRI

Membres et correcteurs : M. Amadou KEITA

Dr. Angelbert BIAOU

Promotion 2009 - 2010

Table des matières

DEDICACES	v
REMERCIEMENTS.....	vi
LISTE DES ABREVIATIONS	vii
LISTE DES VARIABLES	vii
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES.....	viii
RESUME.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCTION.....	3
1. MATERIELS ET METHODES	5
1.1. Présentation de la zone d'étude.....	6
1.1.1. La situation géographique et administrative	6
1.1.2. Le climat et l'hydrologie	6
1.1.3. Le sol et la végétation.....	8
1.2. Description et représentation du barrage et du périmètre	8
1.2.1. Description du barrage	8
1.2.2. Description du périmètre	9
1.2.3. Présentation de l'aménagement.....	9
1.3. Etude préliminaires	10
1.3.1. La revue de littérature	10
1.3.2. Les séries d'entretiens	11
1.3.3. Les visites de terrain.....	11
1.4. Approche du comblement de barrage	11
1.4.1. La formule de GOTTSCHALK.....	11
1.4.2. La formule de GRESILLON	12
1.4.3. La formule de KARAMBIRI	12
1.5. Approche crues et des inondations.....	12
1.5.1. Le volume ruisselé	12

1.5.2.	Le dédit moyen.....	15
1.5.3.	Le débit de crue décennale.....	15
1.6.	Estimation des besoins en eau.....	16
1.6.1.	Les périodes de culture ou le calendrier cultural.....	16
1.6.2.	Le coefficient cultural.....	16
1.6.3.	Les caractéristiques climatiques.....	16
1.6.4.	La saturation (Sa).....	17
1.6.5.	Le remplissage (Re).....	17
1.6.6.	L'entretien (En).....	18
1.6.7.	Le besoin net (BN).....	18
1.6.8.	Le besoin brut (BB).....	18
1.7.	Dimensionnement d'un canal d'évacuation de crue.....	18
2.	RESULTATS.....	21
2.1.	Etude diagnostique.....	22
2.1.1.	Diagnostic sur le barrage.....	22
2.1.2.	Diagnostic sur le périmètre.....	23
2.1.3.	Diagnostic sur le réseau d'irrigation et de drainage.....	24
2.1.4.	Les pratiques irrégulières et les conséquences.....	27
2.2.	Estimation du volume charrié.....	27
2.3.	Estimation de débit de crue.....	28
2.4.	Dimensions du chenal d'évacuation.....	28
2.5.	Le besoin en eau du périmètre de Louda.....	30
2.5.1.	Les valeurs de l'évapotranspiration (ET0).....	30
2.5.2.	Les valeurs de la pluie efficace (Pe).....	30
2.5.3.	Le calendrier cultural et les besoins en eau.....	31
2.6.	Les données de mise en valeur du périmètre.....	32
2.6.1.	La production.....	32
2.6.2.	Les exploitants, la redevance et la revenue de la coopérative.....	32
3.	DISCUSSION ET ANALYSES.....	33
3.1.	Etat de comblement du barrage et conséquence.....	34
3.2.	Ensablement et inondation du périmètre.....	34
3.4.	Solutions curatives et préventives.....	36

3.4.1. Le curage de la retenue.....	36
3.4.2. La culture du vétiver	36
3.4.3. La réfection du chenal d'évacuation et de la colature de ceinture	36
3.4.4. La réfection des canaux d'irrigation et de drainage	37
3.4.5. La responsabilisation des agents de contrôle	37
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	39
ANNEXES.....	40
Annexe 1 : Les valeurs des paramètres anthro et morpho de la formule de Karambiri	40
Annexe 2 : Les données météorologiques	40
Annexe 3 : Les caractéristiques techniques du réseau d'irrigation	43
Annexe 4 : Le questionnaire des entretiens	45
Annexe 5 : Le coût estimatif des travaux de réfection	46
BIBLIOGRAPHIE	47

DEDICACES

Ce présent mémoire est dédié à :

DIEU Tout Puissant pour son omniprésence auprès de ma personne et pour la santé et la sagesse qu'il me donne de faire un parcours académique sans aucune entrave ;

Gnahoua BADA et Loka Clarisse BASSA, respectivement mon père et ma mère, pour le suivi manifeste et perpétuel apporté à mon égard ; Que DIEU vous bénisse !

Marie-Claire ZOZORO et Rachel Mavilla BADA, respectivement ma chérie et ma fille, dont la présence me donne le réconfort, le courage, la motivation et la joie de vivre.

REMERCIEMENTS

Mes sincères remerciements vont à l'endroit de :

Monsieur Paul GINNESS, Directeur Général de la Fondation, pour m'avoir permis de poursuivre mes études en toute sécurité au 2iE.

Monsieur Paul RIMYALLODO, Directeur Général de la DRAHRH du Centre – Nord, pour m'avoir accepté comme stagiaire dans sa Structure.

Monsieur Hama YACOUBA, Responsable de l'UTER – GVEA pour son sens d'écoute et sa capacité à gérer les étudiants de Master option Eau.

Docteur Harouna KARAMBIRI, Enseignant au 2iE et Monsieur Drissa COMPAORE, Chef de Service des Ressources en Eaux à la DRAHRH, pour m'avoir accueilli et encadré avec beaucoup d'aisance et encouragé ou critiqué quand il le fallait.

Messieurs Idrissa OUEDRAOGO et Boukary OUEDRAODO, respectivement le Président et le Vice-président de la Coopérative rizicole de Louda, pour leur soutien financier, matériel et moral et pour avoir facilité le travail de terrain.

Grand merci à :

Messieurs Koudou BASSA et Innocent David Zoukpo, GUIE BI Galo, pour leur perpétuel soutien financier, matériel et spirituel à mon égard.

Mademoiselle COMBIA Kayatou, Etudiante en Maîtrise de Géographie à l'Université de Ouagadougou, pour avoir mis à ma disposition un moyen de transport et mis en contact avec des personnes ressources pour l'obtention de certaines données.

Tous les étudiants en Master 2 de la promotion 2009 – 2010 et tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réussite de ce document et dont les noms n'ont pas été mentionnés.

Que la grâce de Dieu vous accompagne dans vos différentes tâches !

LISTE DES ABREVIATIONS

2iE	Institut International d'Ingénierie de l'Eau de l'Environnement
BAD	Banque Africaine de Développement
BB	Besoin Brut
BN	Besoin Net
CIEH	Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques
DRAHRH	Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources halieutiques
EIER	Ecole d'Ingénierie de l'Équipement Rural
ET0	Evapotranspiration de référence
ETP	Evapotranspiration Potentiel
FAD	Fonds Africain de Développement
FAO	Fonds des Nations unies pour l'Agriculture et l'Alimentation
GVEA	Gestion et Valorisation de l'Eau et de l'Assainissement
ONBAH	OFFICE National des Barrages et des Aménagement Hydro-agricoles
ORSTOM ¹	Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération
TROPIC-HYDRO	Bureau tropical d'Etudes et de Travaux Hydrauliques
UTER	Unité thématique d'Enseignement et de Recherche

LISTE DES VARIABLES

P10	Pluie de fréquence décennale
Pan	Pluie annuelle
Pe	Pluie efficace
Re	Remplissage
Sa	Saturation

¹ORSTOM est devenu depuis 1998, l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD)

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution de Kr10 en % (Puech et Chabi-Gonni, 1983).....	14
Tableau 2 : Coefficient cultural du riz par phase	16
Tableau 3 : Les vitesses admissibles dans les canaux	19
Tableau 4 : Les valeurs de fruit de berge	19
Tableau 5 : Les valeurs indicatives de Ks	20
Tableau 6 : Les paramètres communs aux sous bassins versants	28
Tableau 7 : Les valeurs des débits de crue décennale (Méthode ORSTOM).....	28
Tableau 8 : Dimensions d'un chenal susceptible de transporter les Q10.....	29
Tableau 9 : Dimensions d'un chenal susceptible de transporter les Q10.....	29
Tableau 10 : Les dimensions de la colature de ceinture.....	29
Tableau 11 : Les valeurs de l'ET0	30
Tableau 12 : Les valeurs de la pluie efficace	30
Tableau 13 : Le besoin net en eau du périmètre de Louda.....	31
Tableau 14 : Evolution de la production	32

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : La situation administrative de Louda	6
Figure 2 : La carte pluviométrique du Burkina Faso de la période (60 – 90)	7
Figure 3 : La présentation des trois sous bassins et du réseau hydrographique	8
Figure 4 : Présentation de l'aménagement de Louda	10
Figure 5 : Détermination du coefficient d'abattement A d'une pluie décennale.....	13
Figure 6 : La précipitation journalière décennale P10 en mm (CIEH, 1985)	14
Figure 7 : Le Temps de base Tb pour S> 10 km ² , en zone sahélienne (FAO, 1995).....	15
Figure 8 : Etat du tarissement de barrage de Louda	23
Figure 9 : Ensablement dû à l'écoulement d'eau en absence de colature de ceinture.....	24
Figure 10 : Le bac de répartition	24
Figure 11 : Etat de dysfonctionnement du canal primaire	25
Figure 12: Etat d'un canal secondaire.....	26
Figure 13 : Etat des prises tout-ou-rien	26

RESUME

Dans les années 50, l'Etat burkinabè a initié la construction de petits barrages autour des périmètres en vue de réduire l'indice de pauvreté. C'est dans ce contexte que le village de Louda et treize (13) autres villages ont bénéficié d'un aménagement (barrage et périmètre rizicole).

Actuellement, l'aménagement est frappé par plusieurs maux. D'une part, l'envasement prononcé du barrage crée beaucoup de dommages. Entre autre nous citerons la chute de la digue de protection en 1998 suivie de l'effondrement du déversoir en 2002 puis de la submersion de la digue en cas de fortes averses. D'autre part, le canal d'évacuation des eaux des rivières traversant le périmètre est devenu trop petit pour évacuer même les eaux de pluie d'une petite hauteur. Pour cette raison, ajoutée à l'absence de la colature de ceinture, le périmètre est régulièrement atteint par les inondations et les ensablements.

Pour palier cette situation et permettre aux populations directement concernés par cet aménagement d'avoir une petite lueur d'espoir, il faut la somme de 3,89 milliards de francs CFA.

Mots clés (5)

- 1- Diagnostic ;
- 2- Ensablement ;
- 3- Barrage ;
- 4- Comblement ;
- 5- Périmètre irrigué.

ABSTRACT

In the Fifties, the government of Burkina Faso initiated the construction of small dams around the perimeters in order to reduce the index of poverty. It is in this context that the village of Louda and thirteen (13) other villages profited from an installation (dam and rice-producing perimeter).

Currently, installation is struck by several evils. On the one hand, the marked silting of the dam creates many damages. Amongst other things we will quote the fall of the dam of followed protection in 1998 collapse of the overfall in 2002 then of the immersion of the dam in the event of strong downpours. In addition, the discharge culvert of water of the rivers crossing the perimeter became too small to evacuate even small height rainwater. For this reason, added to the absence of the filtration of belt, the perimeter is regularly reached by the floods and the sandbank.

To remedy this situation and to allow the populations directly concerned by this installation to have a small glimmer of hope, we need the sum of 3, 89 billion francs CFA.

Key words (5)

- 1- Diagnosis ;
- 2- Stranding ;
- 3- Dam ;
- 4- Filling ;
- 5- Irrigated perimeter.

INTRODUCTION

L'Etat burkinabè, dans le souci de réduire l'indice de pauvreté au « pays des hommes intègres », a initié la construction de petits barrages agropastoraux et l'aménagement de périmètres cultivables autour de ceux-ci. C'est dans ce contexte que le barrage et le périmètre rizicole du village de Louda ont été aménagés dans les années 50.

Cependant, ces réalisations, et plus de particulièrement celles de Louda, semblent ne plus jouer leurs rôles escomptés pour des raisons diverses. Et cette situation a nécessité plusieurs interventions de l'Etat par le Ministère de l'Environnement et de l'Eau à travers des projets de réhabilitations et des études de réfection.

En effet, en 1989, le projet 'Sensibilisation et Formation des Populations autour des Barrages' a mené une étude de réfection du chenal d'évacuation du barrage de Louda. Le but de cette étude a été d'évaluer les coûts des travaux de curage du chenal et de la réfection des digues. Cette étude avait essentiellement pour but de palier aux inondations et aux ensablements répétés sur l'aménagement de Louda dans le souci de récupérer les terres ensablées et augmenter la production qui a toujours été endommagée par ces deux phénomènes que sont les inondations et l'ensablement.

Par ailleurs, en 2001, dans le cadre d'un programme de réhabilitation et de mise en valeur des petits barrages au Burkina Faso financé par le Fonds Africain de Développement (FAD), l'ONBAH, sous la tutelle de la Direction Générale de l'Hydraulique, a réalisé une étude réhabilitation du périmètre de Louda. Un peu plus large que la première, cette seconde étude a concernée non seulement de manière très approfondie le barrage et le périmètre rizicole mais aussi les facteurs socio-économiques liés à ces aménagements.

Quoique les résultats de ces deux études soient connus, le périmètre de Louda, depuis plus deux décennies, reste encore frappé par plusieurs maux qui sont entre autres la diminution de la ressource en eau due à l'ensablement, la rupture de la digue fusible, la diminution des superficies emblavées due à un ensablement prononcé (plus de 40 ha de terres perdues en 2001) et l'inondation répétée du périmètre. Et cette situation ne cesse d'affecter socialement et économiquement la vie des habitants de la périphérie de Louda en particulier, et ceux de la région du centre nord en général.

L'objectif général de la présente étude est donc de faire l'état des causes des maux qui minent le périmètre et de proposer des solutions pertinentes chiffrées, économiques et durables. Afin d'approfondir l'étude, l'objectif général a été scindés en trois objectifs spécifiques à savoir :

- sécuriser et protéger de la ressource en eau du barrage de Louda ;

- restituer les terres ensablées du périmètre de Louda ;
- et proposer une étude de réfection et d'optimisation du périmètre du barrage et du périmètre.

Le présent rapport, comprendra, outre l'introduction et la conclusion, trois (3) grandes parties :

- les matériels et méthodes
- les résultats
- la discussion et les analyses

1. Matériels et Méthodes

1.1. Présentation de la zone d'étude

1.1.1. La situation géographique et administrative

Géographiquement, la plaine de Louda se trouve au Burkina Faso. Elle a pour coordonnées géographiques : 12°56' N et 1°06' W.

Administrativement, le site d'aménagement du périmètre rizicole de Louda du village de même nom se trouve dans la région du Centre – Nord, plus précisément dans la province du Sanmatenga. Pour être plus explicite, l'aménagement se situe dans le département de Boussouma, en bordure de la route nationale RN3 (axe Ouagadougou – Kaya) entre Boussouma et Kaya à 10 km de part et d'autre. Il est situé à environ 90 km de Ouagadougou (Figure 1).

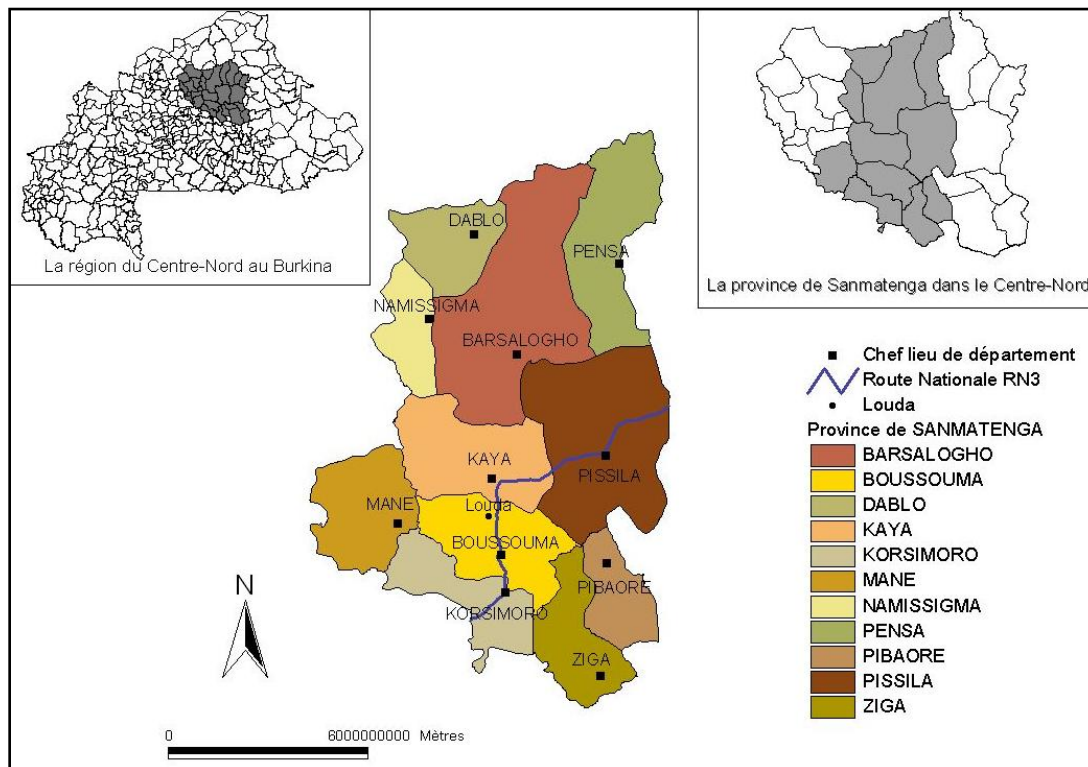


Figure 1 : La situation administrative de Louda

1.1.2. Le climat et l'hydrologie

Au point de vue climatique, le périmètre rizicole de Louda est situé dans le climat Nord Soudanien. Ce climat est caractérisé par deux grandes saisons : une saison sèche allant d'octobre à mai et une saison pluvieuse qui s'étend de juin à septembre. La pluviométrie moyenne annuelle relevée à la station pluviométrique est de **743,2** mm sur la période 2005 – 2009 au poste de Boussouma considéré comme station représentative de cette zone.

Le périmètre, de par sa position géographique, est situé entre les isohyètes 300 et 750 (**Figure 2**). Dans cette zone, la saison de pluie dure 3 à 4 mois (août étant le mois le plus arrosé) et les autres restent sans aucune averse (FAO, 1995)

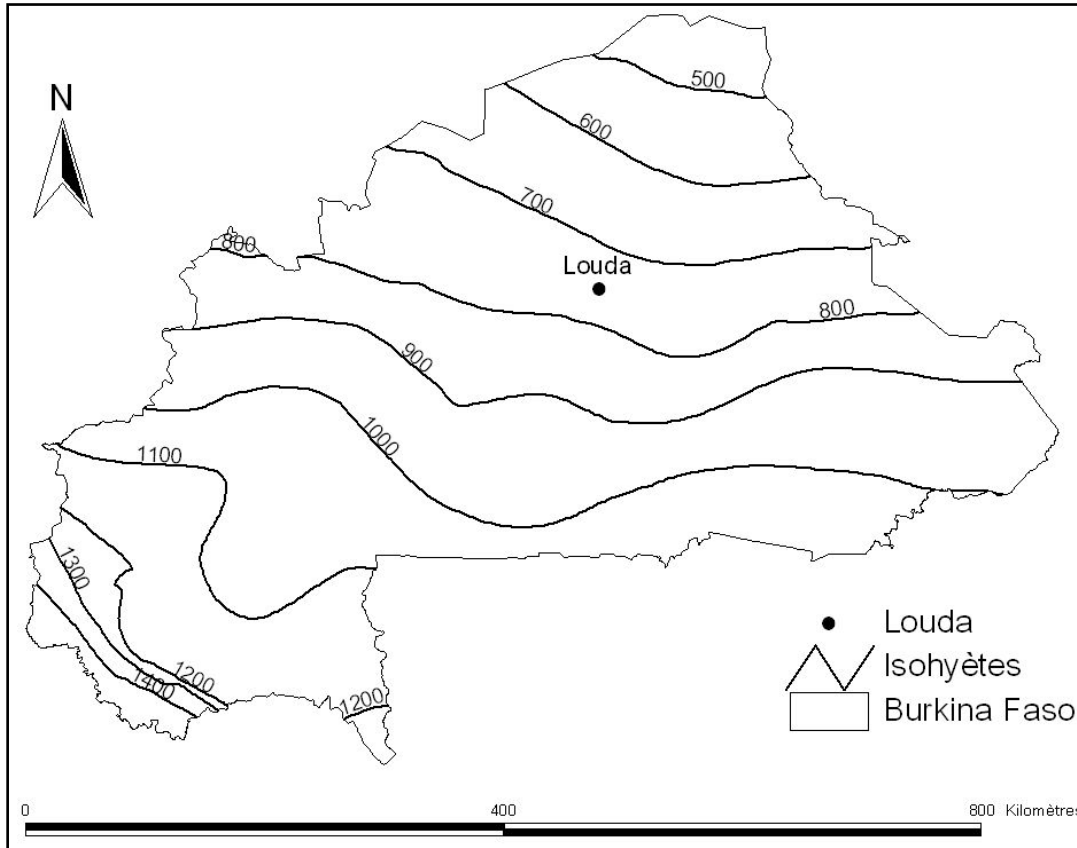


Figure 2 : La carte pluviométrique du Burkina Faso de la période (60 – 90)

Source : Direction de la météorologie du Burkina Faso

Au point de vue hydrologique, l'aménagement est situé en aval d'un bassin versant de 362 km² faisant partie du bassin national du Nakambé. Le bassin est subdivisé en trois sous bassins dont les superficies sont : 258 km², 22 km² et 82 km² (**Figure 3**). Le sous bassin de 258 km², du nom de bassin de Louda, a pour cours d'eau principal la rivière Pinda. Avec une largeur de 3,50 m, cette rivière a une longueur de 20 km. C'est sur ladite rivière qu'est construit le barrage de Louda. Le sous bassin de superficie 82 km² (ou bassin de Kaya) draine l'eau du marigot de Kaya. Le dernier sous-bassin c'est-à-dire celui de 22 km², dans la suite du rapport sera désigné par le bassin intermédiaire (Tropic – Hydro, 1989).

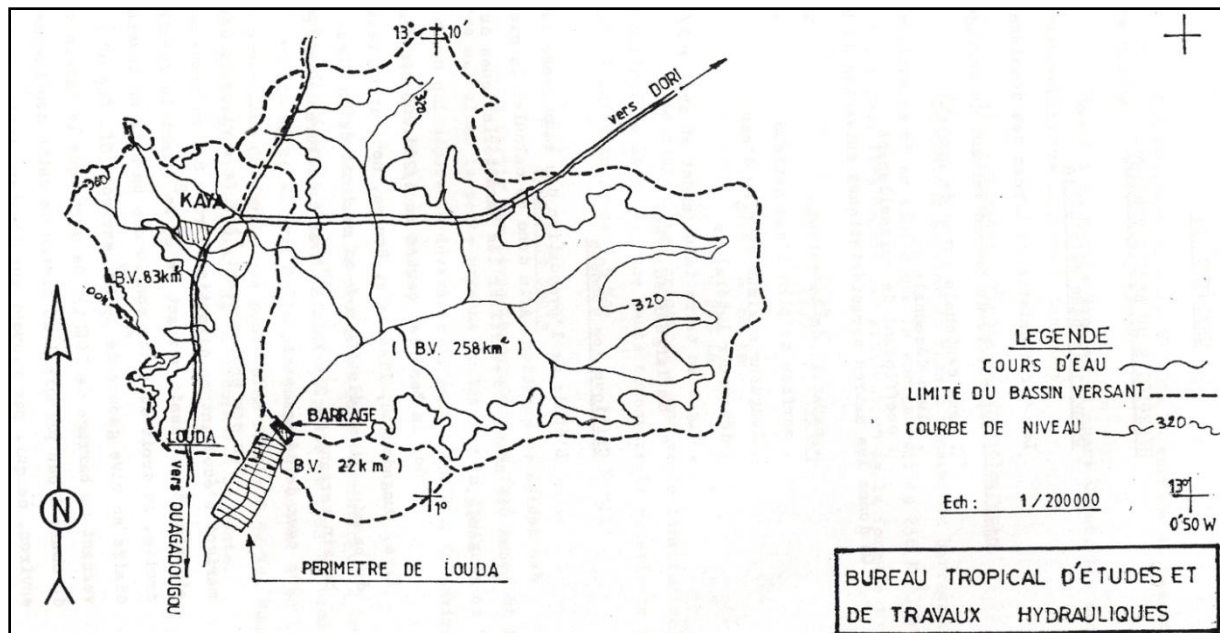


Figure 3 : La présentation des trois sous bassins et du réseau hydrographique

Source : Rapport Projet Sensibilisation et Formation, Bureau Tropical d'Etudes et de Travaux Hydrauliques, 1989

1.1.3. Le sol et la végétation

L'aménagement de Louda repose essentiellement sur deux types de sols à savoir les sols bruns eutrophes et les sols bruns eutrophes hydromorphes. Ces sols contiennent une quantité suffisante de fer et sont aptes aux cultures du riz, de sorgho, de maïs et aux cultures maraîchères (ONBAH, 2001).

La végétation est caractéristique de la savane arbustive marquée par la présence des espèces telles que le Baobab (*Adansonia digitata*), le Karité (*Buttyrospermum parkii*), le Tamarinier (*Tamarindus indica*) et les accacias (Karambiri, 1998).

1.2. Description et représentation du barrage et du périmètre

1.2.1. Description du barrage

Exécuté en 1957, le barrage de Louda a un volume de $3,2 \text{ Mm}^3$ pour une superficie de 250 ha. La longueur de la digue est de 700 m et la côte en crête vaut 298,0 m. Le déversoir, de type latéral, a une longueur de 250 m dont 50 m sont enterré sous la digue et la côte en crête est égale à 296,0 m.

Ce barrage a été construit pour faire face à trois types de besoins à savoir les besoins humains, agricoles et pastoraux. Selon les calculs, ce barrage était prévu pour satisfaire 390 ha de culture riz (dont 270 ha en aval et 120 ha en amont) et 10 ha de culture maraîchère. A l'origine, le volume du barrage permettait de faire un cycle de deux saisons (hivernage et contre-saison) sur les 180 ha, la superficie du périmètre.

1.2.2. Description du périmètre

Aménagé en 1968, le périmètre rizicole de Louda fait exactement 180 ha soit environ une longueur de 5000 m et une largeur de 360 m. Le type d'irrigation sur le périmètre est gravitaire avec des canaux à ciel ouvert. L'aménagement était protégé par une colature de ceinture, le type de spéculature est le riz et deux saisons (hivernage et sèche ou contre saison) y étaient prévues.

Le périmètre est divisé en 25 sous périmètres (allant de P1 à P25). Les 12 premiers sous périmètres sont desservis par un réseau B et les 13 derniers par un réseau A. Nous expliquerons cette notion de réseau plus tard.

1.2.3. Présentation de l'aménagement

L'aménagement de Louda comprend un périmètre rizicole situé en aval du barrage. Sur le périmètre se trouve un canal d'évacuation qui draine les eaux de trois sous bassin comme annoncé plus tôt. L'aménagement de Louda est représenté par la figure 4 ci-après.

Le canal allant de A à D draine l'eau de la rivière Pinda. En provenance du bassin versant de Louda, cette eau arrive sur le périmètre en passant par le déversoir du barrage. Elle traverse le périmètre d'amont en aval suivant la longueur de celui-ci. Dans la suite du rapport, ce canal sera désigné par Canal AD.

Le canal de B à D représente le marigot de Kaya. L'eau de ce marigot, en provenance du bassin versant de Kaya de superficie 82 km², rejoint la rivière Pinda sur le périmètre au point D. Dans de la suite de la présente étude ce canal sera désigné par Canal BD.

L'eau du bassin versant intermédiaire arrive sur le périmètre par allant de C à D. Elle rejoint la rivière Pinda, tout comme l'eau du marigot de Kaya, au point D. Ce canal sera désigné par Canal CD dans la suite du présent document.

La digue B est une extension de la digue A, qui elle, existe depuis la construction du barrage. En effet, après le chute de la digue de protection en 1998, une forte pluie est venue en 2002 et,

en plus d'avoir emporté le déversoir, a contourné la digue A. Les travaux de réfection ont nécessité de construction de la digue B et le renouvellement du déversoir.

En rive droit du périmètre se dresse le réseau B tandis que le réseau A passe en rive gauche. Il est important de noter que la notion réseau renvoie au canal primaire.

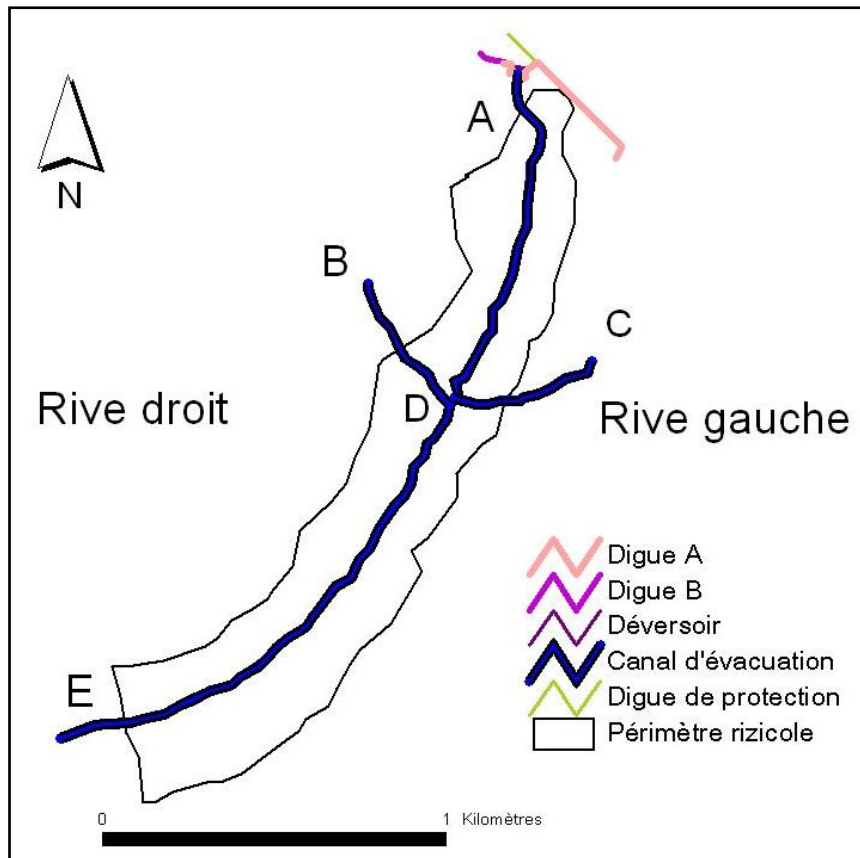


Figure 4 : Présentation de l'aménagement de Louda

1.3. Etude préliminaires

L'élaboration du présent rapport a nécessité trois approches méthodologiques. Ce sont notamment : la revue de littérature, les séries d'entretiens avec certains membres de la coopérative de Louda et des visites de terrain.

1.3.1. La revue de littérature

Elle a consisté à l'exploitation dans un premier temps d'un certains nombre de documentations sur les projets du barrage et de l'aménagement de Louda et dans un second des ouvrages qui traitent d'une manière générale du thème de notre étude.

1.3.2. Les séries d'entretiens

Elles ont permis d'avoir des données complémentaires. L'étude se déroulant en période de vacances des exploitants, une enquête auprès de ces derniers s'est révélée très difficile. Pour cela, nous avons adressé nos différents questionnaires à certains membres disponibles du bureau de la coopérative qui non seulement nous ont fourni des données issues des procès verbaux antérieurs, mais ont également mis à notre disposition des documents concernant le périmètre.

Les séries d'entretiens nous ont permis de recueillir des données nécessaires pour notre étude. Les données climatiques ont été collectées auprès de la Direction de la Météorologie. Ces données sont essentiellement la pluviométrie, la vitesse du vent, l'humidité relative, la température et l'insolation.

1.3.3. Les visites de terrain

Elles ont concernées le barrage et le périmètre. Elles ont permis d'appréhender et de comprendre les véritables problèmes qui minent ces deux sites (barrage et périmètre). Muni d'un appareil photo, d'un GPS, etc..., nous avons mené des investigations et mesures sur les différents ouvrages. C'est l'étape de la méthodologie qui nous a permis de faire le levé des états des lieux (le diagnostic) proprement dit de l'aménagement de Louda.

1.4. Approche du comblement de barrage

Dans la littérature, il existe plusieurs méthodes et formules pour l'estimation du niveau de comblement d'un barrage. Pour la suite de notre travail, nous retiendrons que quatre (4) méthodes et formules à savoir la méthode de la courbe hauteur – volume, la formule de GOTTSCHALK, la formule de GRESILLON et la formule de KARAMBIRI ou formule de Grésillon modifiée.

1.4.1. La formule de GOTTSCHALK

La formule de Gottschalk demande la connaissance d'un seul paramètre, la superficie S du bassin versant. Elle permet de calculer la dégradation spécifique D, selon la relation suivante :

$$D = 360. S^{-0,1} \quad \text{Equation 1}$$

Où :

D : la dégradation spécifique annuelle, en $m^3/km^2/an$;

S : la superficie du bassin versant, en km^2

1.4.2. La formule de GRESILLON

Egalement reconnue sous l'appellation de formule d'EIER-CIEH, la formule de Grésillon exige deux paramètres à savoir la pluie P_{an} et la superficie du bassin S . Elle permet d'exprimer la dégradation spécifique annuelle D (en $m^3/km^2/an$) selon la relation ci-dessous :

$$D = 700 \cdot \left(\frac{P_{an}}{500}\right)^{-2,2} \cdot S^{-0,1} \quad \text{Equation 2}$$

Où :

D : la dégradation spécifique annuelle, en $m^3/km^2/an$;

P_{an} : la pluie annuelle en mm ;

S : la superficie du bassin versant en km^2

1.4.3. La formule de KARAMBIRI

La formule de KARAMBIRI (1998) ou encore appelée formule de Grésillon modifiée, en plus des paramètres pris en compte par Grésillon (la pluie annuelle et la superficie du bassin), exige la connaissance de deux autres paramètres de la zone à savoir un paramètre anthropique h et un paramètre morphologique r . Cette formule permet de calculer la dégradation spécifique par l'équation suivante :

$$D = 137 \cdot \left(\frac{P}{700}\right)^{-2,02} \cdot S^{-0,05} \cdot [0,25 + 1,13 \cdot (h + r)]^{1,15} \quad \text{Equation 3}$$

D : la dégradation spécifique annuelle, en $m^3/km^2/an$

S : la superficie du bassin versant, en km^2

h : le paramètre anthropique

r : le paramètre morphologique

Pour les valeurs des paramètres anthropiques et morphologiques respectivement h et r , voir annexe 1.

1.5. Approche crues et des inondations

1.5.1. Le volume ruisselé

Le volume ruisselé est la quantité d'eau susceptible de ruisseler après une pluie. Il se détermine suivant la relation suivante :

$$V_{r10} = A_{10} \cdot P_{10} \cdot K_{r10} \cdot S \quad \text{Equation 4}$$

V_{r10} : le volume ruisselé, en m^3 ;

A_{10} , le coefficient d'abattement. Il est fonction de deux variables (la pluviométrie annuelle P_m en mm et la superficie du bassin versant S en km^2) et se détermine soit par la méthode des abaques (Figure Erreur ! Liaison incorrecte.Erreur ! Liaison incorrecte.Erreur ! Liaison incorrecte.Erreur ! Liaison incorrecte.Erreur ! Liaison incorrecte.5), soit par calcul. Pour cette étude, A_{10} sera déterminé la formule de calcul ci-dessous :

$$A_{10} = 1 - \left(\frac{161 - 0,042 \cdot P_m}{1000} \cdot \log S \right) \quad \text{Equation 5}$$

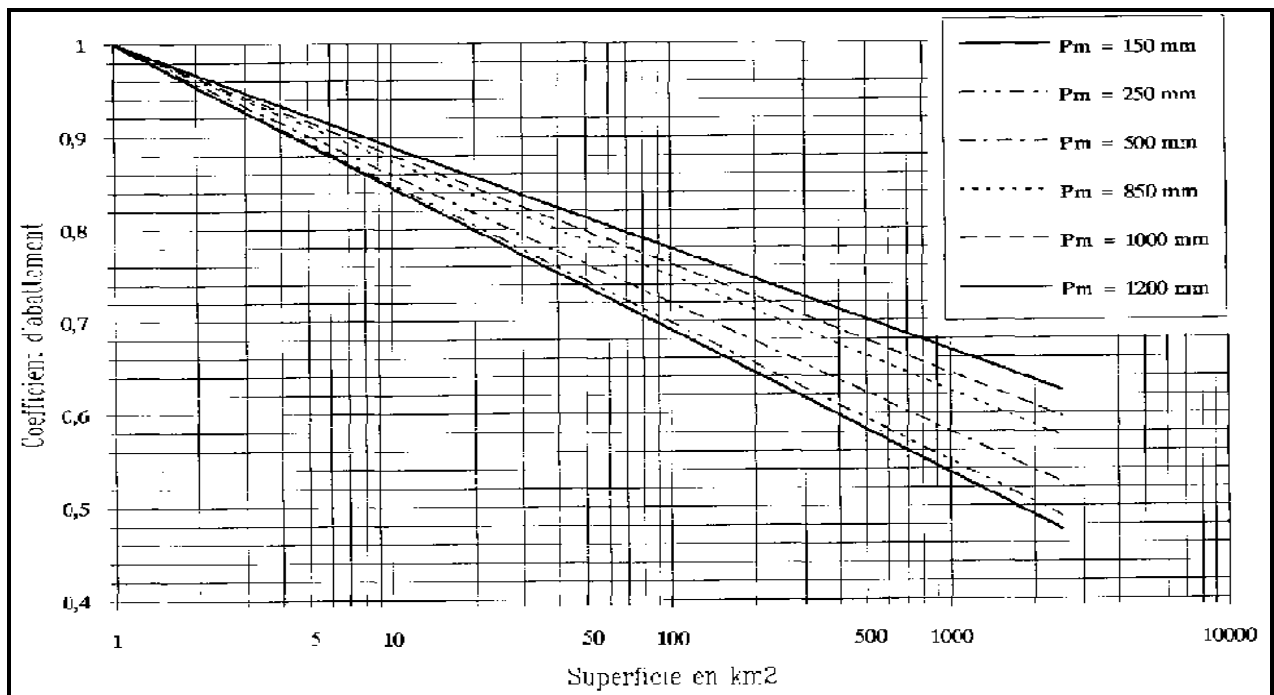


Figure 5 : Détermination du coefficient d'abattement A d'une pluie décennale

P_{10} est la hauteur de pluie journalière décennale exprimée en mètre. Elle est déterminée suivant la Figure 6. Et S est la superficie du bassin versant exprimée en m^2 .

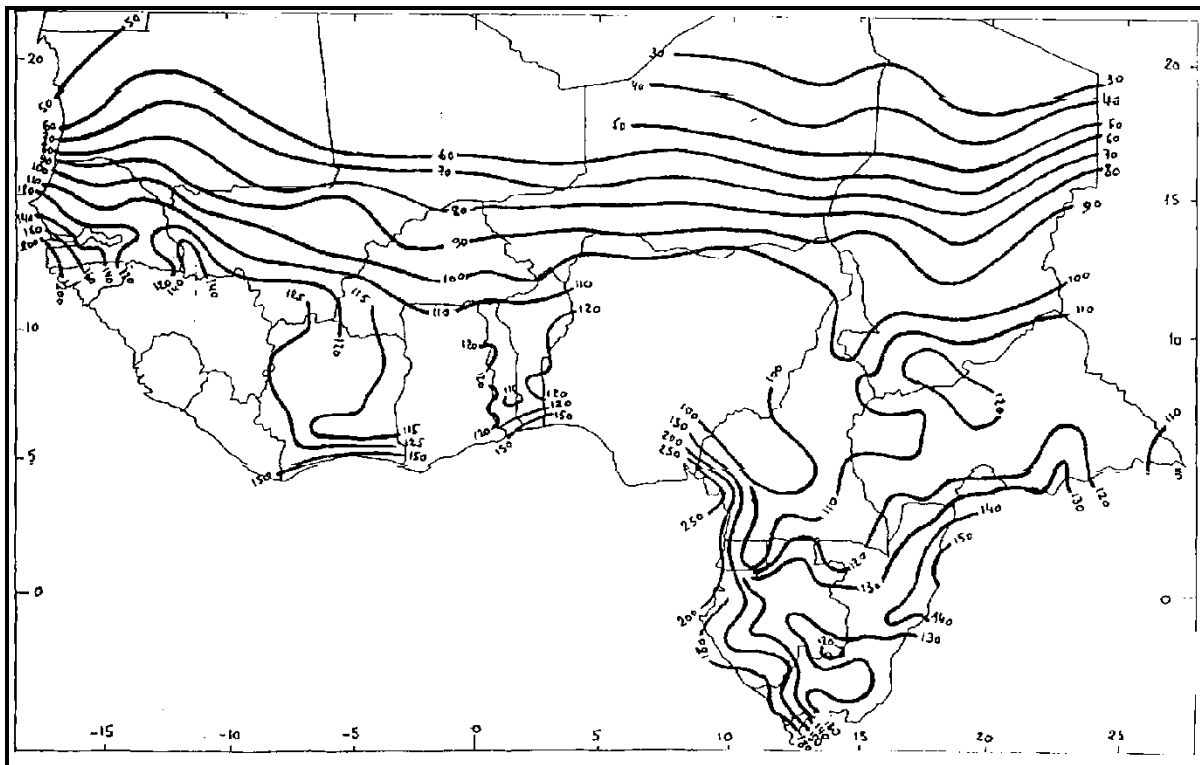


Figure 6 : La précipitation journalière décennale P10 en mm (CIEH, 1985)

Kr_{10} est le coefficient de ruissellement d'une pluie décennale. Il est fonction de la géologie du bassin versant et de la pluie annuelle tombée sur celui-ci, selon Puech et Chabi-Gonni (1983) qui l'exprime par les formules du tableau 1.

Tableau 1 : Evolution de Kr_{10} en % (Puech et Chabi-Gonni, 1983)

Catégorie	Formulation
granite + gneiss	$Kr_{10} = 2300 P_{an}^{-0,67}$
grès	$Kr_{10} = 300 P_{an}^{-0,375}$
sables	$Kr_{10} = 2\ 107 P_{an}^{-2,2}$
argiles	$Kr_{10} = 300 P_{an}^{-0,3}$
schistes	$Kr_{10} = 370 P_{an}^{-0,375}$

Source : Document FAO (1995)

Dans ce présent rapport, l'équation que nous avons utilisée est celle dont la géologie du terrain est essentiellement composée de granite et de gneiss

1.5.2. Le débit moyen

Dans le contexte de notre étude, le débit moyen est le débit ruisselé après une pluie. Fonction du temps de base et du volume ruisselé, il se détermine suivant la relation ci-dessous :

$$Q_{\text{moy}} = V r_{10} / 3600 \cdot T b_{10} \quad \text{Equation 6}$$

Q_{moy} : débit moyen exprimé en m^3/s

$T b_{10}$ est le temps de base exprimé en heure. Le temps de base est fonction non seulement de la superficie S du bassin versant mais aussi l'indice global de pente I_g , qui varie en fonction de la longueur L du rectangle équivalent et du dénivelé D

Dans la littérature, nous avons pu trouver les valeurs de l'indice global de pente des bassins versants que nous étudierons. Cependant, les valeurs du temps de base seront déterminées avec l'abaque de la figure 7.

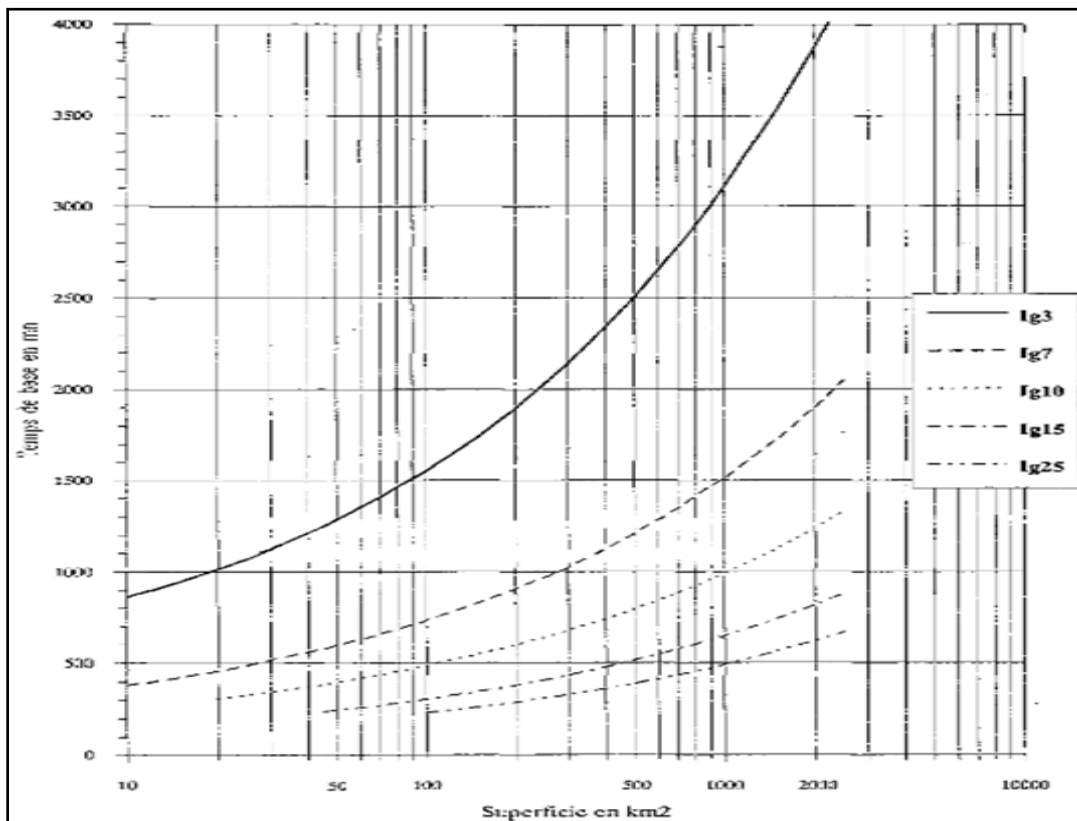


Figure 7 : Le Temps de base Tb pour $S > 10 \text{ km}^2$, en zone sahélienne (FAO, 1995)

1.5.3. Le débit de crue décennale

Le débit de crue se détermine par :

$$Q_{10} = \alpha_{10} \cdot Q_{\text{moy}} \quad \text{Equation 7}$$

Q_{10} et Q_{moy} exprimés en m^3/s , sont respectivement le débit de crue décennale et le débit moyen

α_{10} , le coefficient de pointe correspondant à la crue décennale. Nous retenons 2,6 pour ce coefficient (valeur admissible pour des bassins ne présentant pas de particularités).

1.6. Estimation des besoins en eau

1.6.1. Les périodes de culture ou le calendrier cultural

Le périmètre rizicole de Louda est fonctionnel seulement en saison humide. La quantité d'eau dans le barrage ne permet pas de travailler en période sèche. Le calendrier cultural s'étend sur la période du 15 juillet au 11 novembre.

1.6.2. Le coefficient cultural

Le coefficient cultural, K_c , est une caractéristique agronomique. Il varie suivant les cultures et leurs phases les phases culturales. Ainsi pour le riz, nous avons les valeurs de K_c dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Coefficient cultural du riz par phase

Phase	Reprise	Tallage / Montaison	Phase d'épiaison	maturation
Durée	25	35	40	30
K_c	1,05	1,1	1,15	1

Source : Document FAO (2009)

1.6.3. Les caractéristiques climatiques

- **L'évapotranspiration (ETP)**

Elle représente la somme du volume d'eau rejeté par la plante dans l'atmosphère pour l'élaboration de ses tissus (photosynthèse, transpiration) et du volume d'eau évaporé au niveau du sol.

Nous prenons en compte pour le calcul des besoins en eau l'évapotranspiration potentielle ETP (ou évapotranspiration de référence) qui se définit comme étant l'évapotranspiration du gazon couvrant toute la superficie du sol et bien alimenté en eau.

A partir des données mensuelles de la période de 2005 à 2009 de la température, de la vitesse du vent, de l'humidité relative et de l'insolation, nous avons, avec le logiciel CROPWAT8.0, déterminé les valeurs de l'ETP. Celles-ci seront présentées dans la partie résultat de notre étude.

- **La précipitation (P)**

Elle correspond à la moyenne des hauteurs de pluie observée sur la localité pour une période donnée. Compte tenu de la non disponibilité des valeurs de Kaya, nous avons pris les pluviométries mensuelles de Boussouma pour la période de 2005 à 2009 qui, elles sont également représentatives pour notre zone d'étude.

- **La pluie efficace (Pe)**

La **pluie efficace (Pe)**, au sens agronomique, correspond à la quantité de pluies effectivement infiltrée dans le sol et utilisée réellement par la plante. Son appréciation est difficile et imprécise. Elle est calculée par la formule de la FAO (2009) :

$$P_e = 0,8.P - 25 \text{ si } P > 70 \text{ mm/mois}$$

$$P_e = 0,6.P - 10 \text{ si } P \leq 70 \text{ mm/mois}$$

Equation 8

Avec P et Pe respectivement la pluviométrie mensuelle et la pluviométrie efficace mensuelle en mm de pluie

- **L'évapotranspiration maximale (ETM)**

Elle correspond à l'évapotranspiration d'une culture à un stade de développement bien précis quand l'alimentation en eau n'est pas un facteur limitant. Pour les mois où la culture n'est pas encore installée, nous considérons ETM comme nulle. Dans les autres cas :

$$ETM = K_c.ETP$$

1.6.4. La saturation (Sa)

La saturation consiste à humidifier le sol en le mettant sous forme de boue pâteuse avant l'installation de la culture.

Dans le cas de notre étude, la saturation a lieu du 1^{er} au 15 juillet et nécessite environ une hauteur d'eau de 50 mm (AEDE, 2009).

1.6.5. Le remplissage (Re)

Le remplissage correspond à la lame d'eau dans les casiers pour le développement de la culture. Cette lame d'eau a une valeur de l'ordre de 50 mm et est renouvelée tous 15 jours pendant 3 mois (soit environ 6 à 7 remplissages).

1.6.6. L'entretien (En)

L'entretien correspond à la quantité d'eau à apporter pour compenser les pertes et maintenir la lame d'eau constante. Nous estimons ces pertes à 7 mm /j dans le cas de notre étude au regard de ce que celle-ci concerne de zone sahélienne.

1.6.7. Le besoin net (BN)

Le calcul du besoin net (BN) en eau de la culture du riz nécessite la connaissance l'évapotranspiration maximale ETM, la pluie efficace Pe, la saturation Sa, le remplissage Re et l'entretien. L'opération de calcul du besoin net est la suivante :

$$\mathbf{BN = ETM - Pe + Sa + Re + En} \quad \text{Equation 9}$$

Où :

BN et ETM, respectivement le besoin net, en mm et évapotranspiration maximale, en mm

Pe et Sa, respectivement la pluie efficace, en mm et la saturation en mm

Re et En, respectivement le remplissage en mm et l'entretien en mm.

1.6.8. Le besoin brut (BB)

Le besoin brut est la quantité d'eau qu'il faut mobiliser depuis la ressource afin d'apporter le besoin net tout en tenant compte des pertes. Il est fonction de l'efficacité du réseau et du besoin net et exprime par :

$$\mathbf{BB = BN/e} \quad \text{Equation 10}$$

Avec :

BB : le besoin brut en mm ;

BN : le besoin net en mm ;

e : l'efficacité du réseau. Dans le cas de cette étude, l'efficacité sera prise égale 0,6.

1.7. Dimensionnement d'un canal d'évacuation de crue

Pour le dimensionnement du canal d'évacuation d'un débit Q donné, nous utiliserons la formule de Manning-Strickler ci-dessous :

$$\mathbf{Q = K_s \cdot S \cdot R_H^{2/3} \cdot \sqrt{I}} \quad \text{Equation 11}$$

Avec

Ks : le coefficient de rugosité, fonction de la nature des parois (**Tableau 5**) ;

$S = y \cdot (b + my)$: la section mouillée en m^2 ;

$R_H = S/P$: le rayon hydraulique en m et ;

I : la pente du canal.

y : le tirant d'eau en m ;

b : la largeur au plafond du canal en m ;

m : le fruit de berge et ;

$P = b + 2y\sqrt{1 + m^2}$, le périmètre mouillé en m.

La vitesse d'écoulement doit dépasser 0,5 m/s pour éviter la formation des dépôts dans les canaux et être inférieure à 2,5 pour éviter l'érosion du radier. Le tableau 3 ci-après présente les valeurs admissibles de la vitesse d'écoulement dans un canal.

Le fruit de berge est fonction de la nature du terrain tandis que le coefficient de Manning – Strickler est fonction de la nature des parois (Tableau 4 et 5).

Dans ce rapport, nous avons dimensionné les canaux avec le raisonnement de la section hydrauliquement favorable. Ainsi nous calculons le tirant d'eau Y_n par la formule suivante :

$$Y_n = Q / (2^{\frac{2}{3}} \cdot K_s \cdot \lambda \cdot \sqrt{I}) \quad \text{Equation 12}$$

Où on a : $\lambda = 2 \cdot \sqrt{1 + m} - m$

Tableau 3 : Les vitesses admissibles dans les canaux

Type de canaux	Vitesse admissibles	Type d'eau
Canaux en terre	0,60 – 1,00 m/s	Toute eau
Canaux revêtus	0,75 – 1,50 m/s	Eau non chargée
	1,50 – 2,50 m/s	Eau chargée

Tableau 4 : Les valeurs de fruit de berge

Le fruit de berge, m	La nature du terrain naturel
0,25	Rocheux
0,50	Rocher plus ou moins désagrégé
0,75	Conglomérat, argile dure
1,00	Gravier, talus de déblai ordinaire
1,50	Terrain ordinaire
2,00	Argilo – sablonneux

Tableau 5 : Les valeurs indicatives de Ks

Types de conduite	Valeur de Ks (en mm/h)
Canal enherbé	35
Canal en terre	50
Canal en maçonnerie	60
Canal en béton	75

2. Résultats

2.1. Etude diagnostique

2.1.1. Diagnostic sur le barrage

Exécuté en 1957, le barrage de Louda a un volume de 3,2 Mm³ pour une superficie de 250 ha. La longueur de la digue est de 700 m et la côte en crête vaut 298,0 m. Le déversoir, de type latéral, a une longueur de 250 m dont 50 m sont enterré sous la digue et la côte en crête est égale à 296,0 m.

Ce barrage a été construit pour faire face à trois types de besoins à savoir les besoins humains, agricoles et pastoraux. Selon les calculs, ce barrage était prévu pour satisfaire 390 ha de culture riz (dont 270 ha en aval et 120 ha en amont) et 10 ha de culture maraîchère. A l'origine, le volume du barrage permettait de faire un cycle de deux saisons (hivernage et contre-saison) sur les 180 ha, la superficie du périmètre.

Actuellement, la retenue n'arrive même plus à satisfaire une saison culturale et pire celle de la saison pluvieuse. Une étude de diagnostic faite en 2001 a révélé que la retenue tarit complètement dans le mois de février. Lors d'un entretien avec un membre du bureau de la coopérative, celui-ci a affirmé qu'en 2009, l'eau n'a pas suffi pour l'irrigation et que déjà avant le mois de décembre la retenue avait également tari. La digue de protection, longue de 200 m, est tombée après une forte pluie survenue en 2001 et la vanne de la prise d'eau est devenue à tourner car elle est frappée par le vieillissement. Il faut également noter que le barrage est très ensablé. L'entretien a également révélé que la pluie du 1^{er} septembre 2009 a fait déborder la vase à telle enseigne que l'eau de la retenue est passée sur la digue. La conséquence de cet événement fut nécessairement l'ensablement de la partie amont du périmètre rizicole et l'inondation de la partie aval (voir figure 8).



Figure 8 : Etat du tarissement de barrage de Louda

2.1.2. Diagnostic sur le périmètre

Aménagé en 1968, le périmètre rizicole de Louda fait exactement 180 ha soit environ une longueur de 5000 m et une largeur de 360 m. Le type d'irrigation sur le périmètre est gravitaire avec des canaux à ciel ouvert. L'aménagement était protégé par une colature de ceinture, le type de spéculcation est le riz et deux saisons (hivernage et sèche ou contre saison) y étaient prévues.

Le périmètre est divisé en 25 sous périmètres (allant de P1 à P25). Les 12 premiers sous périmètres sont desservis par un réseau B et les 13 derniers par un réseau A. Nous expliqueront cette notion de réseau plus tard.

Cependant, à l'heure actuelle, le périmètre n'est exploité que pendant une seule saison, la saison d'hivernage et sur une superficie de 140 ha. En effet, non seulement l'eau du barrage ne suffit plus pour couvrir les deux saisons, ce qui justifie l'exploitation sur une seule saison mais aussi les problèmes d'ensablement et d'inondation font que la superficie emblavée ne vaut plus que 140 ha au lieu 180 ha prévues à la construction. La disparition de la colature de ceinture suite à des événements d'ensablement répétés provoque l'accès des eaux de ruissellement qui passent au dessus des canaux primaires.

Les eaux provenant de la retenue et du marigot de Kaya arrivent également sur le périmètre et y provoquent de inondation et par conséquent la destruction de la culture.



Figure 9 : Ensablement dû à l'écoulement d'eau en absence de colature de ceinture

2.1.3. Diagnostic sur le réseau d'irrigation et de drainage

✚ Le réseau d'irrigation

Le réseau d'irrigation est composé des canaux d'irrigation et des ouvrages réalisés sur ceux-ci.

La prise d'eau sur le barrage : elle comprend trois parties essentielles à savoir la tour de prise, la conduite et le bac de répartition. Le bac de répartition présente trois (3) vannes en acier dont deux (2) donnent sur les canaux primaires (figure 10).



Figure 10 : Le bac de répartition

Les canaux primaires : ils sont essentiellement deux ; les canaux primaires A et B qui constituent respectivement en rive droite et gauche les réseaux A et B.

Les ouvrages sur les canaux primaires : nous avons les prises pour canal secondaire ou régulateur du plan d'eau, les déversoirs latéraux de sécurité sur chaque section de canal primaire, deux siphons inverses répartis sur les réseaux A et B, et enfin des ponceaux et ponts permettant de franchir les canaux. Les dimensions de ces deux canaux sont données en annexe.

Présentement, les canaux primaires présentent des dysfonctionnements car provoqués par les activités humaines, la présence de gravier dans ces canaux et autres. L'efficacité du réseau est donc en baisse car l'eau coule désormais dans les trous situés à tort et travers dans les canaux (figure 11)



Figure 11 : Etat de dysfonctionnement du canal primaire

Les canaux secondaires : sur le périmètre, il a été prévu un canal secondaire par sous périmètre. Cependant, ces canaux ne sont pas fonctionnels pour des raisons diverses parmi lesquelles nous citerons le vieillissement, l'ensablement et les activités anthropiques. En effet, les canaux secondaires sont enfouis dans le sol pour certains, d'autres ont été endommagé par les paysans eux-mêmes en vue de pouvoir avoir accès à l'eau et certains autres sont qui ne transportaient pratiquement plus l'eau pour l'irrigation sont très vite atteints par le vieillissement (figure 12).



Figure 12: Etat d'un canal secondaire

Les ouvrages sur les canaux secondaires : ces ouvrages les prises tout-ou-rien (constituées de vannettes) et les chutes placées après chaque prise. Il est important de noter que ces vannettes ne tiennent plus le coup car très vieillissant.



Figure 13 : Etat des prises tout-ou-rien

Le réseau de drainage

Le réseau de drainage comprenait essentiellement les colatures : les colatures tertiaires, les colatures secondaires, la colature centrale (ou marigot central) et la colature de ceinture. A l'exception de la centrale qui est menacée d'obstruction, les autres ne sont pratiquement plus visibles car elles sont ensablées.

2.1.4. Les pratiques irrégulières et les conséquences

Le périmètre rizicole de Louda est très mal exploité par les paysans et ce, souvent à tort ou à raison.

En effet, la tour d'eau n'est pas pratiquée sur le périmètre et cela est dû au dysfonctionnement des canaux primaires et à la quasi-inexistence des canaux secondaires. Les paysans sont souvent obligés d'obstruer les canaux primaires pour certains ou créer un passage d'eau dans les parcelles situées en amont. Cette deuxième situation engendre très fréquemment des disputes dues aux mécontentements des propriétaires des parcelles en amont qui voient régulièrement leur engrais emportés par les écoulements. La conséquence de cette pratique est non seulement les palabres mais surtout la baisse du rendement agricole.

Par ailleurs, les paysans très fatigués des injures, préfèrent obstruer le chenal d'évacuation des cours d'eau qui traversent le périmètre ; en période de crue, l'on assiste à des inondations dues au fait que l'eau n'arrive plus s'écouler normalement. Par la suite, ce sont les récoltes qui sont sacrifiées et les terres ensablées.

Enfin, les paysans préfèrent prendre directement l'eau dans les canaux primaires. Pour cela, ils y créent des trous ou les obstruent. L'efficacité du réseau va alors diminuer, de plus l'eau sera gaspillée sur quelques parcelles. Cette situation nécessite l'ouverture sur une longue durée de vannes de la prise d'eau afin d'apporter la dose nette.

2.2. Estimation du volume charrié

Méthode de GOTTSCHALK

La superficie du bassin versant étant de 258 km², la dégradation spécifique annuelle estimée par la formule de Gottschalk est de 149,2 m³/km²/an. Cette valeur de dégradation spécifique implique une valeur du volume annuel de dépôt solide de l'ordre de 38497 m³/an.

Méthode de GRESILLON

Pour une pluie de 743,2 mm (données météorologiques du poste de Boussouma) et une superficie de 258 km², nous trouvons, avec la formule de Grésillon, une dégradation spécifique annuelle du barrage une valeur de 168,0 m³/km²/an, d'où un volume annuel de dépôts solides de 43337 m³/an.

Méthode KARAMBIRI

Le périmètre aménagé de Louda se trouve dans un bassin, à relief peu accentué et accusé, comportant des villes ou villages moyens. Ainsi, les paramètres anthro h et morpho r sont respectivement de l'ordre de 0,7 et 0,4. De plus la superficie et la pluviométrie étant respectivement 258 km² et 743,2 mm, nous une dégradation spécifique annuelle de 191,1 m³/km²/an et de manière implicite un volume de dépôt solide annuel de 49311 m³/an.

Pour les analyses ultérieures, nous retiendrons une dégradation spécifique annuelle de 169,4 m³/km²/an (soit la moyenne des trois méthodes), ce qui donne un volume de dépôt solide annuel de 43715 m³/an.

2.3. Estimation de débit de crue

Les trois sous bassins (Intermédiaire, Kaya et Louda) ont les mêmes valeurs pour les paramètres tels que la pluie décennale P₁₀, la pluie annuelle P_m, le coefficient de ruissellement Kr₁₀. Et nous prenons pour ces bassins un coefficient α_{10} de crue d'une valeur de 2,6. Ces différentes valeurs sont consignées dans le **tableau 3** ci-dessous.

Tableau 6 : Les paramètres communs aux sous bassins versants

P _m (mm)	Kr ₁₀	P ₁₀ (mm)	α_{10}
743	0,27	93	2,6

Les valeurs des débits de crue décennale pour les trois sous bassins sont données, après calcul dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7 : Les valeurs des débits de crue décennale (Méthode ORSTOM)

Bassins	S (km ²)	A ₁₀	Tb ₁₀ (min)	Q ₁₀ (m ³ /s)
Bassin Intermédiaire	22	0,83	850	23,2556
Bassin Kaya	82	0,75	750	89,4144
Bassin Louda	258	0,69	2000	96,4288

2.4. Dimensions du chenal d'évacuation

Pour le dimensionnement du chenal, nous prenons en compte deux cas de figure. Le premier consiste à dimensionner le chenal les données d'une pluie décennale (P₁₀ = 93 mm) et le second avec une pluie récurrente (P = 50 mm). Les pluies P₁₀ et P suscitent respectivement

les débits Q10 et Q. Les dimensions du canal d'évacuation sont consignées dans les tableaux ci-dessous. Pour les calculs, nous avons pris $K_s = 50$ (canal enterre) ; $m = 1$ (canal ordinaire en terre).

Tableau 8 : Dimensions d'un chenal susceptible de transporter les Q10

	I	Q10	Yn	b	B	V
Canal CD	0,01	23,2	4,0	3,3	11,4	0,8
Canal AD	0,04	89,3	7,8	6,4	21,9	0,8
Canal BD	0,04	96,3	8,4	6,9	23,6	0,8
Canal ED	0,05	208,9	16,2	13,4	45,9	0,4

Tableau 9 : Dimensions d'un chenal susceptible de transporter les Qan

	I	Q	Yn	b	B	V
	m/km	m³/s	m	m	m	m/s
Canal CD	0,006	12,5	2,8	2,3	7,9	0,9
Canal AD	0,02	48,0	5,9	4,9	16,7	0,8
Canal BD	0,02	51,8	6,4	5,3	18,0	0,7
Canal ED	0,05	112,3	8,7	7,2	24,7	0,8

Pour le dimensionnement d'une colature à même de transporter de dixième de la somme des Q ou Q10, nous avons pris les mêmes valeurs de K_s et m que précédemment et avons obtenu les valeurs du tableau 10 ci-après.

Tableau 10 : Les dimensions de la colature de ceinture

Canal	Q	I	Yn	b	B	V
	m³/s	m/km	m	m	m	m/s
Colature pour Q	11,2	0,006	2,5	2,1	7,1	1,0
Colature pour Q10	21,0	0,01	3,6	3,0	10,3	0,9

2.5. Le besoin en eau du périmètre de Louda

2.5.1. Les valeurs de l'évapotranspiration (ET₀)

L'évapotranspiration a été calculée par le logiciel CROPWAT, par la méthode de PENMAN. Pour le calcul, les données d'entrée ont été essentiellement la température minimale et maximale, l'humidité relative, la vitesse du vent et l'insolation dont les valeurs sont consignées en annexe 2. Les valeurs de l'évapotranspiration sont données dans le **Tableau 11** ci-après.

Tableau 11 : Les valeurs de l'ET₀

Mois	T° Min °C	T° Max °C	Humidité %	Vent m/s	Insolation heures	Ray. MJ/m ² /jour	ET ₀ mm/jour
Janvier	17.3	32.2	28	2.7	8.7	19.5	6.27
Février	20.9	36.8	27	2.7	8.6	20.8	7.18
Mars	24.9	39.5	28	3.0	7.5	20.5	8.19
Avril	27.2	40.0	39	2.6	7.3	20.8	7.56
Mai	27.4	38.2	52	3.1	7.7	21.2	7.35
Juin	25.5	35.6	62	3.8	7.7	20.8	6.76
Juillet	23.5	32.7	72	2.6	7.5	20.6	5.25
Août	22.9	31.3	77	2.2	6.5	19.3	4.53
Septembre	23.1	32.7	75	2.1	7.3	20.3	4.77
Octobre	24.4	36.0	60	2.1	8.8	21.4	5.76
Novembre	19.9	36.1	42	2.0	9.5	20.8	5.89
Décembre	17.8	34.3	34	2.3	9.5	20.0	5.96

2.5.2. Les valeurs de la pluie efficace (Pe)

Les pluies efficaces ont également été calculées avec le logiciel CROPWAT, mais avec la formule FAO (2009) énoncée dans la partie méthodologie, la seule donnée d'entrée étant les pluies mensuelles. Ces valeurs sont dans les tableaux ci-après.

Tableau 12 : Les valeurs de la pluie efficace

Mois	Jan	Fév	Mar	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Pluie (mm)	0,0	0,0	0,0	10,1	28,8	84,7	187,4	216,9	145,5	36,7	0,0	0,0
Pluie eff. (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	43,8	125,9	149,5	92,4	12,0	0,0	0,0

2.5.3. Le calendrier culturel et les besoins en eau

Le calendrier culturel du périmètre rizicole de Louda est le suivant :

- du 5 juin au 14 juillet : le stade 0 ou stade de pépinière. Au cours de ce stade se fait la préparation du sol.
- du 15 juillet au 8 août : le stade 1 ou stade initiale. Il commence à partir du repiquage du riz.
- du 9 août au 12 septembre : le stade 2 ou stade de croissance. Il correspond comme le nom l'indique à la phase de croissance de la culture du riz.
- Du 13 septembre au 17 octobre : le stade de mi-saison
- Du 18 octobre au 11 novembre : c'est le stade d'arrière saison.

Tableau 13 : Le besoin net en eau du périmètre de Louda

Période		Stade		Opérations		Apports	Apports	Kc	ET0	Pe	ETM	BN
Du	Au	Type	Jours	Type	Jours	mm	mm		mm/j	mm	mm	mm
05/6	14/7	0	40	Sa	1	50	284	1,15	6,2	92,00	0,00	192,00
				En	39	234						
15/7	8/8	1	25	Sa	1	50	282	1,15	5,0	107,50	126,50	301,00
				Re	2	100						
				En	22	132						
09/8	12/9	2	35	Re	2	100	298	1,3	4,6	147,00	197,34	348,34
				En	33	198						
13/9	17/10	3	35	Re	3	150	342	1,2	5,3	63,00	203,52	482,52
				En	32	192						
18/10	11/11	4	25	Re	0	0	150	1	5,8	5,00	145,00	290,00
				En	25	150						
TOTAL			160		160	1356	1356			414,50	672,36	1613,86

Si l'on n'irrigue pas pendant le stade de pépinière, le besoin net devient 1421,86 mm au lieu de 1613,86 mm. Pour la suite de notre étude, nous considérons que le stade de pépinière est irrigué. Ce qui revient à dire le besoin net est de 1613,86 mm d'où un volume net de 199060,4 m³, pour les 140 ha emblavés. Pour une efficacité de 60%, le volume brut devient 331767,33 m³ (que nous arrondissons à 332000 m³ et retenons pour la suite de nos analyses).

2.6. Les données de mise en valeur du périmètre

2.6.1. La production

Le bureau actuel de la coopérative a pris fonction en janvier 2007. Les valeurs de la production qu'il a bien pu mettre à notre disposition sont consignées dans le tableau ci-après.

Tableau 14 : Evolution de la production

Année	Superficie exploitées	Quantité de semences (en kg)	Engrais (en kg)		Variété	Rdt théo (en t/ha)	Rdt calc (en t/ha)	Quantité produite (en t)
			NPK	Urée				
2007	140	8 400	30 000	10 000	FKR-19	3 à 5	3	420
2008	140	8 400	15 000	10 000	FKR-19	3 à 5	3,5	490
2009	140	8 400	26 800	10 000	TS-2	5 à 7	4,5	630

Source : Coopérative rizicole de Louda

Un entretien avec les membres de la coopérative a révélé qu'en 2009, un peu plus de 10 ha culture ont été ravagés par la pluie du 1^{er} septembre et les inondations répétées sur le périmètre. Ce nous permet d'évaluer le rendement à 4,85 t/ha.

2.6.2. Les exploitants, la redevance et la revenue de la coopérative

En 2001, le nombre d'exploitants s'élevait à 803. Ce nombre est passé à environ 670 exploitants (soit une baisse de 16,56%). Initialement le périmètre comptait 85 parcelles (soit une superficie moyenne de 2,11 ha/parcelle). Le périmètre a subi plusieurs réaménagements et se trouve à 2000 parcelles pour une même superficie totale de 140 ha. Sur ces 2000 parcelles actuelles, 1940 exploitées par les paysans et les 60 autres par le bureau de la coopérative, pour la prévision de la semence de saison prochaine.

La redevance sur le périmètre de Louda s'élève à 3225 francs par parcelle et par année culturale.

3. Discussion et analyses

3.1. Etat de comblement du barrage et conséquence

Les calculs théoriques avec les méthodes de Gottschalk, Grésillon et Karambiri montrent que la dégradation spécifique annuelle pour le barrage de Louda issue de ces trois méthodes est de 154,3 m³/km²/an. Le volume total de dépôt solide est alors de 2 070 500,3 m³ tandis que le volume d'eau restant dans le barrage est de 1 129 499,7 m³. Ce niveau de comblement très avancé du barrage se traduit également par l'insuffisance de l'eau pour l'irrigation. Cette valeur de la dégradation spécifique permet d'affirmer que le barrage sera comblé en totalité en 2038.

L'état actuel ne permet pas de contenir une grande partie du volume ruisselé du bassin versant de Louda. Après une pluie avoisinant les 45 voire les 50 mm de hauteur, la ressource en eau retient une infime partie du volume ruisselé et, le reste passe au dessus de la digue. La digue de protection et le déversoir ne pouvant pas supporter la pression hydrostatique due à cette hauteur d'eau, cèdent par la suite.

Le comblement très avancé du barrage est responsable de tous maux qui minent la ressource en eau.

3.2. Ensablement et inondation du périmètre

Le périmètre rizicole de Louda est traversé en plus de la rivière Pinda (rivière sur laquelle est construit le barrage) par deux marigots (marigot de Kaya et cours d'eau intermédiaire). Le canal d'évacuation de ces cours d'eau est insignifiant en thème de dimension pour faire évacuer un débit engendré par une pluie de 50 mm encore moins celui d'un débit de crue décennale provoqué par une pluie de 93 mm.

En effet, pour évacuer convenablement un débit engendré par une pluie de 50 mm, le canal d'évacuation devrait avoir au moins une largeur au plafond de 2,5 m et profondeur avoisinant également 2 m. Malheureusement, même si par endroit la largeur au plafond se rapproche de 2 m, la profondeur ne suit pas, surtout à partir de la confluence de ces trois cours d'eau. Parfois, le canal est obstrué par les paysans un peu plus en aval qui bénéficient difficilement de la ressource en eau compte tenu de la défaillance des canaux secondaires.

Par ailleurs, l'obstruction totale de la colature de ceinture met en péril les cultures par l'ensablement non seulement, mais aussi par l'inondation du périmètre.

Même si les paysans sont mentionnés, les problèmes d'inondation et d'ensablement ne leur incombent pas directement mais plutôt principalement à l'absence de la colature de ceinture et du canal d'évacuation dont les dimensions sont devenues trop petites contrairement à la période d'antan à cause de l'ensablement de ceux-ci.

3.3. Les aspects socio-économiques

Les aspects sociaux

Le périmètre comptait 85 parcelles sur les 180 ha à la construction était exploité par 803 paysans en 2001. Jusqu'avant la pluie du 1^{er} septembre 2009, l'aménagement comptait 2000 parcelles étendues sur une superficie de 140 ha et était exploité par 722 paysans. Cette augmentation du nombre de parcelles est due au fait que les responsables de la coopérative ont subdivisé les parcelles existantes. Malheureusement avec la pluie du 1^{er} septembre 2009, le périmètre a encore perdu environ 10 ha (150 parcelles revenant en moyenne à 50 personnes). Cela sous-entend que l'année culturale à venir, 150 personnes manqueront de parcelles, autrement il revient à la coopérative de prendre des mesures adéquates afin de satisfaire ces concernés. Il est capital de noter qu'en moins de 8 ans le nombre exploitants passe de 803 à 670, soit une baisse de 16,56%. Ce pourcentage très élevé ne corrobore pas l'objectif de la construction de l'aménagement qui est non seulement de rehausser le niveau de vie en milieu rural mais également de réduire l'indice de pauvreté dans la centre-nord et partant de là, dans tout le Burkina.

Les aspects économiques

Sur les 2000 parcelles que compte le périmètre de Louda, 1940 sont exploitées par les paysans et les 60 autres par le bureau de la coopérative. Il est important de rappeler que seules les 1940 parcelles sont soumises à la redevance qui s'élève à 3225 francs par hectare et par année culturale ; les 60 autres restantes permettent de renouveler la semence.

Avec ce fonctionnement, si les redevances étaient régulièrement versées ce qui n'est malheureusement pas le cas, la coopérative ferait entrée de 6 256 500 francs. Cependant, si la coopérative décidait dans un premier temps de mettre à la disposition des paysans tous les 2000 parcelles, dans un second de baisser la redevance à 3000 et enfin de prélever 6 kg de riz par parcelle (4 sur 6 kg pour la semence de prochaine année culturale et 2 sur 6 vendus), non seulement son entrée passerait à 7 200 000 francs mais cette option permettrait à certains paysans de bénéficier de ces parcelles.

Le rendement en termes de production de riz sur le périmètre est 4,85 % pour les 130 ha emblavés (soit 630 tonne de riz pour la campagne 2008 – 2009). Si nous supposons l'ensablement n'avait gagné aucune parcelle et que 180 ha était exploités, la production serait 872,3 tonnes de riz soit une hausse de 27,8 %

3.4. Solutions curatives et préventives

3.4.1. Le curage de la retenue

En ce qui concerne le curage de la retenue, nous proposons un dragage à sec qui consiste à évacuer les sédiments au moyen de dragues et de camions après mise à sec du bassin. Le volume de dépôt solide est de 2 274 000 m³ (soit une épaisseur de 0,82 m). Il est trop important et nécessite un vaste espace pour le dépôt de la vase. Cependant cette méthode vaut mieux le soulèvement de la digue qui risque, outre les moyens financiers qu'il sollicite, d'engendrer des problèmes fonciers.

Le dragage nécessite que l'on doive trouver un site pour le dépôt de la vase. Une étude de recherche de site est alors recommandée d'où la nécessité des études (géophysiques, géotechniques etc.) et la négociation avec les responsables fonciers. Cette technique est rentable pour le périmètre dans la mesure où les opérations se feront en période sèche de la ressource en eau.

La seule contrainte d'un tel procédé sur l'aménagement de Louda sera le coût du projet car compte tenu du volume important des dépôts solides, il faudra diversifier moyens logistiques et confier le curage à une équipe de professionnels.

3.4.2. La culture du vétiver

Selon FAO (1995), une retenue dont les rives sont sans aucune culture est sujette à un envasement très prononcé. De ce fait, nous proposons dans le but de limiter l'envasement précoce de la retenue une culture du vétiver. Cette phase consiste à délimiter un périmètre de sécurité d'environ 100 m de large tout au tour de la retenue et à y cultiver du vétiver. Cette proposition nécessite l'achat des plants, le nettoyage du périmètre puis la mise en culture du vétiver. Toutes ces activités font également recours aux moyens financiers.

L'installation du périmètre de protection implique que l'on doit trouver des un de déplacer les probables maraîchers touchés par cette opération et prévoir une ouverture sur la retenue pour les bétails afin de satisfaire aussi les éleveurs. C'est en ce moment que le génie des sociologues entre en jeu en vue d'appréhender les idées des villageois, d'où une nécessité d'une étude géologique.

3.4.3. La réfection du chenal d'évacuation et de la colature de ceinture

La protection du périmètre contre les inondations et l'ensablement passe nécessairement par la réfection du chenal d'évacuation. Les dimensions de cet ouvrage seront celles que nous avons calculées avec la pluie de fréquence récurrente (50 mm) du tableau 9, dans la partie

résultats de notre étude. Ce choix nous permet de faire des économies et de ne pas demeurer dans l'utopie.

Par ailleurs, nous proposons également réfection la colature de ceinture de sorte à réduire le volume et la vitesse d'écoulement dans le chenal. Cette colature permettra de sécuriser le périmètre contre les inondations et l'ensablement dans la mesure où les eaux de ruissellement n'arriveront plus, avec la construction de cette colature à accéder le périmètre. Nous proposons pour se faire les données du débit maximal de récurrence annuelle du tableau 10.

Ces réfections nécessitent des levés topographiques préalables, après quoi suivront les travaux de construction.

3.4.4. La réfection des canaux d'irrigation et de drainage

En de la bonne gestion de l'eau par le biais des tours d'eau, nous proposons la réfection des canaux d'irrigation. Il est important de rappeler que sur le périmètre rizicole de Louda le tour d'eau n'est pas pratiqué. C'est également l'une des raisons du manque d'eau pour l'irrigation au cours de la campagne 2008 – 2009.

Cette réfection du périmètre de Louda, implique la formation de personnel de sorte à leur confier la gestion efficace de ressource en eau. Ils auront non seulement à ouvrir les vannes pour l'irrigation selon les besoins des plantes mais aussi à enregistrer les données volumiques de sorte à les rendre disponibles pour les éventuelles études sur l'aménagement.

La réfection du réseau de drainage concourt à sauver le périmètre des stagnations d'eau qui peuvent occasionner les inondations. Cette réfection nécessite les mêmes besoins que celle du réseau d'irrigation.

Les caractéristiques du réseau d'irrigation sont données en annexe 3. Et il faut noter cette réfection nécessite surtout les moyens financiers.

3.4.5. La responsabilisation des agents de contrôle

Pour la bonne marche du périmètre, nous proposons la responsabilisation des agents de contrôle et de suivi. Ils auront pour rôle de veiller sur le respect scrupuleux non seulement du périmètre de protection au tour de la retenue mais aussi celui du respect des ouvrages réalisés sur le périmètre.

Ils auront pour rôle de :

- veiller au suivi et au respect du périmètre de protection en vue de sauvegarder la ressource en eau ;

- contrôler et suivre le respect la distribution sur le périmètre (vérification du respect du tour d'eau)
- contrôler les réseaux d'irrigation et de drainage, vérifiant ainsi l'état (obstruction ou non) de ceux-ci.
- enregistrer les plaintes liées à la gestion de l'eau et veiller à la satisfaction totale des paysans.

Ces agents doivent nécessaires bénéficier d'une formation spéciale et distingués par une prime.

Toutes ces propositions ont été étudiées et budgétisées. Voir l'annexe 5 pour tous détails des propositions faites.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Au terme de notre étude, il ressort que le périmètre de Louda est confronté à de multiples problèmes qui sont essentiellement l'envasement du barrage, l'ensablement et l'inondation du périmètre.

Envasé, le barrage de Louda a un volume actuel qui ne lui permet plus de retenir la quantité prévue à la construction. Cette situation a engendré l'effondrement de la digue de protection en 1998 suivi de la destruction du déversoir en 2001 à la suite d'une pluie. En cas de fortes averses, la digue est submergée, entraînant ainsi l'inondation et l'ensablement des parcelles situées juste en aval de celle-ci.

Le périmètre quant à lui est ensablé de sorte qu'il reste de nos jours 130 ha exploitables contre 180 ha prévus à la construction et régulièrement frappé par les inondations. Ces problèmes (ensablement et inondations) qui minent le périmètre sont dus à deux facteurs, le premier étant l'absence de la colature de ceinture dont rôle est d'empêcher les eaux de ruissellement d'avoir accès au périmètre et le second, la petitesse du canal évacuateur des crues.

Economiquement parlant, le périmètre en baisse de rendement dans la mesure où la superficie emblavée et par conséquent la production et le nombre de paysans exerçant sur le périmètre diminuent considérablement avec le temps. Cet état fait jouer fortement sur l'indice de pauvreté des villages concernés par l'aménagement en particulier et sur la région du Centre-Nord voire le Burkina en général.

Le coût estimatif de la réhabilitation du complexe barrage-aménagement hydro-agricole se chiffre à plus de 3,89 milliards (cf. Annexe 5). Ce montant dépasse la capacité financière des bénéficiaires la coopérative de Louda, donc interpelle l'appui financier de l'Etat et des partenaires au développement.

Cette analyse diagnostique a été faite pendant le mois de vacances des paysans c'est-à-dire en période sèche. Cependant, il serait très intéressant de la mener pendant le déroulement des activités sur le périmètre. Cela aurait favorisé les enquêtes, le suivi des inondations (période et durée) et aurait permis de suivre le comportement du barrage depuis son remplissage jusqu'à son assèchement.

ANNEXES

Annexe 1 : Les valeurs des paramètres anthro et morpho de la formule de Karambiri

Le paramètre anthro, h	
h compris entre 0,7 et 1	bassin versant comportant de grandes villes, de gros villages ou situés à proximité de ceux-ci. probabilité d'extension rapide de villes ou villages dans le bassin versant.
h compris entre 0,4 et 0,7	bassin versant comportant de petites villes, des villages moyens ou situés à proximité de ceux-ci. probabilité d'extension moyenne de villes ou villages sur le bassin versant.
h compris entre 0,1 et 0,4	bassin versant comportant de petits villages situés à proximité de ceux-ci
h compris entre 0 et 0,1	bassin versant relativement inhabité ou éloigné de toute ville ou village
Le paramètre morpho, r	
r compris entre 0,7 et 1	relief très accentué, accusé
r compris entre 0,4 et 0,7	relief peu accentué, accusé
r compris entre 0,1 et 0,4	relief moyennement accentué, accusé
r compris entre 0 et 0,1	relief relativement plat et monotone

Annexe 2 : Les données météorologiques

La pluie en mm (Les données de Boussouma)

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTAL
2005	0,0	0,0	0,0	18,7	43,5	104,4	134,6	256,7	132,0	23,8	0,0	0,0	713,7
2006	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	51,8	147,4	232,9	85,1	58,0	0,0	0,0	577,9
2007	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	58,3	196,4	233,0	92,7	13,5	0,0	0,0	607,3
2008	0,0	0,0	0,0	11,5	59,8	120,7	225,2	131,7	82,5	63,5	0,0	0,0	694,9
2009	0,0	0,0	0,0	4,4	40,5	88,5	233,5	230,3	335,0	24,6	0,0	0,0	956,8
MOY	0,0	0,0	0,0	10,1	28,8	84,7	187,4	216,9	145,5	36,7	0,0	0,0	743,2

Source : Direction de la météorologie du Burkina Faso

La température en °C (Les données de l'aéroport de Ouagadougou)

Température minimale Min

2005	18,0	23,7	27,3	28,7	27,2	25,3	23,4	22,8	23,7	23,6	20,0	17,9	23,5
2006	19,2	20,9	23,8	26,2	27,9	25,7	23,9	23,2	22,8	24,2	18,7	16,5	22,8
2007	16,5	18,8	23,6	27,5	27,5	26,4	24,0	22,7	23,1	25,3	21,4	18,3	22,9
2008	15,4	18,7	23,7	26,6	26,8	24,8	22,8	22,6	22,7	23,7	18,8	18,5	22,1
2009	17,2	22,4	26,3	26,9	27,4	25,2	23,5	23,1	23,4	25,0	20,6	17,6	23,2
MOY	17,3	20,9	24,9	27,2	27,4	25,5	23,5	22,9	23,1	24,4	19,9	17,8	22,9

Source : Direction de la météorologie du Burkina Faso

Température maximale

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
2005	31,8	37,3	40,2	40,4	38,1	35,0	32,0	31,1	33,0	36,1	36,6	34,8	35,5
2006	34,6	36,6	39,8	40,6	38,6	36,7	33,5	31,5	32,5	35,4	35,4	33,2	35,7
2007	32,2	36,8	38,9	39,1	37,7	36,3	33,1	30,7	32,7	36,8	36,8	33,7	35,4
2008	30,0	35,5	39,0	39,8	38,2	35,0	31,8	31,5	32,2	35,7	36,1	34,5	34,9
2009	32,2	37,8	39,8	39,9	38,3	35,1	33,0	31,8	33,1	36,0	35,6	35,2	35,7
MOY	32,2	36,8	39,5	40,0	38,2	35,6	32,7	31,3	32,7	36,0	36,1	34,3	35,4

Source : Direction de la météorologie du Burkina Faso

L'humidité relative en % (Aéroport de Ouagadougou)

Humidité minimale

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
2005	15	15	16	23	31	43	56	60	56	36	18	16	32
2006	15	14	12	17	31	39	51	60	55	43	20	16	31
2007	15	12	12	27	35	42	52	62	56	31	19	16	31
2008	14	9	13	19	31	42	57	58	56	36	16	15	31
2009	15	14	15	20	33	44	53	59	55	41	21	18	32
MOY	15	13	14	21	32	42	54	60	56	38	19	16	31

Source : Direction de la météorologie du Burkina Faso

Humidité maximale

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
2005	38	39	45	61	72	84	91	94	92	81	66	53	68
2006	42	39	38	48	68	80	89	95	94	86	62	50	66
2007	41	40	36	67	74	78	91	95	94	76	64	47	67
2008	41	35	40	47	71	83	92	94	93	86	65	49	66
2009	42	45	44	58	74	80	90	94	92	83	62	54	68
MOY	41	40	41	56	72	81	90	94	93	82	64	51	67

Source : Direction de la météorologie du Burkina Faso

L'insolation en heure (Les données de l'aéroport de Ouagadougou)

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
2005	7,4	7,1	7,4	8,2	8,1	7,6	7,0	6,1	7,9	9,6	8,9	10,2	8,0
2006	9,4	9,1	7,5	6,8	7,3	7,9	8,0	6,3	7,2	8,4	10,1	9,1	8,1
2007	7,8	9,7	7,4	6,2	7,3	8,0	7,7	6,2	7,5	8,8	9,1	9,1	7,9
2008	9,8	9,1	8,3	7,7	7,3	7,7	7,1	6,9	6,7	8,7	9,6	9,4	8,2
2009	8,9	8,1	7,0	7,5	8,6	7,1	7,7	7,1	7,4	8,5	9,7	9,6	8,1
MOY	8,7	8,6	7,5	7,3	7,7	7,7	7,5	6,5	7,3	8,8	9,5	9,5	8,0

Source : Direction de la météorologie du Burkina Faso

Le vent à 10 m en m/s (Les données de l'aéroport de Ouagadougou)

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
2005	2,8	2,8	4,4	2,5	3,1	2,9	2,2	1,9	1,8	1,7	1,2	1,6	2,4
2006	1,7	2,2	2,4	2,3	3,2	6,1	2,5	2,2	2,3	1,8	2,2	2,5	2,6
2007	3,3	2,7	2,8	2,6	2,9	3,6	2,7	2,4	2,0	2,2	2,2	2,6	2,7
2008	3,3	3,2	2,8	2,9	3,2	3,1	2,7	2,2	2,3	2,2	2,0	2,4	2,7
2009	2,4	2,6	2,7	2,6	3,3	3,2	2,8	2,3	2,3	2,7	2,3	2,3	2,6
MOY	2,7	2,7	3,0	2,6	3,1	3,8	2,6	2,2	2,1	2,1	2,0	2,3	2,6

Source : Direction de la météorologie du Burkina Faso

Annexe 3 : Les caractéristiques techniques du réseau d'irrigation

Les caractéristiques du canal A

Points métriques	Périmètres irrigués	Surface irriguée	Débit véhiculé	Caractéristiques du canal						
				I	Ks	B	Yn	V	H	Qmax
-	-	ha	l/s	m/km	-	m	m	m/s	m	m
0 - 471	P13 - P25	86,0	397,3	0,2	45	0,60	0,673	0,464	0,80	568,0
471 - 490	P14 - P25	83,0	383,5	0,2	45	0,60	0,662	0,460	0,80	568,0
490 - 955	P15 - P25	73,1	337,7	0,2	45	0,60	0,622	0,445	0,80	568,0
955 - 1457	P16 - P25	65,2	301,2	0,2	45	0,50	0,621	0,433	0,80	514,0
1457 - 1842	P17 - P25	59,2	273,5	0,2	45	0,50	0,593	0,422	0,80	514,0
1842 - 2088	P18 - P25	54,3	250,9	0,2	45	0,50	0,569	0,413	0,70	387,0
2088 - 2370	P19 - P25	48,5	224	0,2	45	0,50	0,538	0,402	0,70	387,0
2370 - 2743	P20 - P25	41,1	189,9	0,2	45	0,40	0,496	0,384	0,70	344,0
2743 - 2860	P21 - P25	41,1	189,9	0,5	45	0,40	0,424	0,543	0,60	390,0
2860 - 3150	P22 - P25	37,3	172,3	0,5	45	0,40	0,404	0,530	0,56	390,0
3150 - 3366	P23 - P25	31,6	146,1	0,5	45	0,30	0,407	0,509	0,56	338,0
3366 - 3616	P24 - P25	23,3	107,8	2	45	0,30	0,248	0,792	0,40	283,0
3616 - 3900	P25 - P25	13,9	64,2	2	45	0,35	0,272	0,673	0,40	103,0

Les caractéristiques du canal B

Points métriques	Périmètres irrigués	Surface irriguée	Débit véhiculé	Caractéristiques du canal						
				I	Ks	B	Yn	V	H	Qmax
-	-	ha	l/s	m/km	-	m	m	m/s	m	m
0 - 499	P1 - P12	94,0	434,3	0,2	45	0,60	0,703	0,474	0,9	728,0
499 - 665	P2 - P12	91,8	424,1	0,2	45	0,60	0,695	0,471	0,9	728,0
665 - 1231	P3 - P12	81,2	375,1	0,2	45	0,60	0,655	0,457	0,9	728,0
1231 - 1750	P4 - P12	71,7	331,3	0,2	45	0,60	0,616	0,443	0,8	568,0
1750 - 2095	P5 - P12	59,2	273,5	0,2	45	0,50	0,593	0,422	0,8	514,0
2095 - 2457	P6 - P12	52,0	240,2	0,2	45	0,50	0,557	0,409	0,7	387,0
2457 - 2865	P7 - P12	41,0	198,4	0,2	45	0,40	0,541	0,390	0,6	247,0
2865 - 3200	P8 - P12	35,1	161,7	0,2	45	0,40	0,490	0,370	0,6	247,0
3200 - 3453	P9 - P12	26,6	122,4	0,5	45	0,30	0,373	0,487	0,5	227,0
3453 - 3719	P10 - P12	19,3	89,1	0,5	45	0,30	0,320	0,450	0,5	227,0
3719 - 3979	P11 - P12	13,4	60,5	0,5	45	0,40	0,389	0,389	0,6	102,0

Caractéristiques des canaux secondaires (rectangulaires en briques)

Canal secondaire	débit véhiculé	Caractéristiques du canal				
		I	B	Yn	V	H
-	l/s	m/km	m	m	m/s	m
S8	39,3	6,0	0,3	0,15	0,873	0,2
S9	33,3	8,0	0,3	0,12	0,925	0,2
S10	28,6	8,0	0,3	0,11	0,867	0,2
S11	25,9	8,0	0,3	0,1	0,863	0,2
S12	34,6	0,5	0,4	0,25	0,35	0,4
S12	34,6	8,0	0,3	0,12	0,961	0,2
S20	17,6	8,0	0,25	0,086	0,819	0,2
S21	26,2	10,0	0,25	0,106	0,989	0,2
S21	26,2	5,0	0,25	0,136	0,771	0,2
S22	38,3	10,0	0,25	0,141	1,087	0,2
S22	38,3	3,0	0,35	0,157	0,697	0,2
S23	43,6	3,0	0,35	0,172	0,724	0,2
S23	43,6	2,0	0,3	0,238	0,611	0,4
S24	32,3	1,0	0,3	0,347	0,436	0,4
S24	32,3	2,0	0,35	0,16	0,577	0,2
S25	31,19	0,6	0,3	0,301	0,353	0,4
S25	31,19	2,0	0,35	0,159	0,573	0,2
S25	31,19	0,7	0,3	0,333	0,319	0,4

Annexe 4 : Le questionnaire des entretiens

Le barrage

Quelle est la période d'ouverture de la prise d'eau ?

Quels les mois de niveau haut et bas de la retenue ?

Quel est le nombre de villages concernés par l'aménagement ?

Quels sont la date et le coût du renouvellement du déversoir ?

Quelle est la date de l'effondrement de la digue de protection ?

Quand avez-vous constaté que la ressource en eau est devenue insuffisante ?

Quelle est la date la nécessité de construction de la Digue B ? Le coût de la construction ?

L'ensablement

Quand est-ce que l'ensablement a commencé ?

Quel le nombre total des parcelles cultivées ?

Selon vous d'où provient l'ensablement ?

A combien estimez vous exactement la superficie ensablée ?

Le périmètre

Quel est le nombre exact de parcelle sur le périmètre et hors du périmètre ?

Le hors périmètre a-t-il un responsable ? Si oui où habite-t-il ?

Quelle est la ressource en eau des parcelles hors périmètre ?

Depuis quand la hors périmètre existe-t-il ? Et pour quelles raisons ?

Combien de fois apportez-vous l'eau pour l'irrigation par jour ? Par mois ?

Disposez-vous des valeurs de la production des dernières années ?

Quelle est la quantité d'engrais que vous utilisez par année culturale ?

Avez-vous à gérer souvent des conflits sur le périmètre ? Si oui, combien et les raisons ?

Comment arrivez-vous à satisfaire les paysans en aval du périmètre ?

Quelle est la quantité d'eau apportée à une parcelle par jour ? Et par semaine ?

Annexe 5 : Le coût estimatif des travaux de réfection

N°	Désignations	Unité	Qtité	PU	TOTAL (FCFA)
A	Travaux préliminaires				
A1	Etudes complémentaires (géotechniques, topographiques,...)	FF	1	2000000	2 000 000
A2	Installation et repli de chantier	FF	1	1500000	1 500 000
Sous-total A					3 500 000
B	Travaux sur le barrage				
B1	Dragage à sec de la retenue	m3	2070501	1500	3 105 750 512
B2	Revêtement talus aval en vétiver sur toute la longueur	ml	700	3300	2 310 000
B3	Revêtement du périmètre de protection en vétiver	m2	25000	2000	50 000 000
B4	Reconstruction de la digue de protection	FF	1	800000	800 000
B5	Renouvellement vanne à la prise	FF	1	300000	300 000
Sous-total B					3 159 160 512
C	Travaux sur le périmètre				
C1	Curage et faucardage des drains et canaux	ml	10000	850	8 500 000
C2	Réfection de canaux secondaires	ml			0
C3	Renouvellement des prises tout-ou-rien	ml	45	15000	675 000
C4	Enduit de ciment des canaux primaires	m2	25600	600	15 360 000
Sous-total C					24 535 000
D	Travaux d'installation des canaux d'évacuation				
D1	Déblais pour réfection des canaux d'évacuation	m3	170400	1500	255 600 000
D2	Déblais pour réfection de la colature de ceinture	m3	59200	1500	88 800 000
D3	Abattage d'arbres	FF	200	500	100 000
Sous-total D					344 500 000
E	Renforcement des capacités				
E1	Renforcement des capacités des producteurs	FF	1	800000	800 000
Sous total E					800 000
Divers (10%)					353 249 551
Montant global					3 885 745 063

BIBLIOGRAPHIE

BERTON S (1988), La maîtrise des crues dans les bas-fonds et microbarrages en Afrique de l'Ouest, Dossier N° 12, 481 pages

BRUCK S (1986), Méthodes de calcul de la sédimentation dans les lacs et les réservoirs, 227 pages.

FAO (1995), Manuel pour l'estimation des crues décennales et des rapports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche, 354 pages.

GERSTER S et al (1998), Conséquences écologiques des curages dans les bassins de retenue, Cahier de l'Environnement N°219, HYDRA Büros für angewandte hydrobiologie, Berne constance, 49 pages.

GUINDO I (1995), Etude technico-économique d'un système d'irrigation privé de bananeraie à Kompienga phase d'expérimentation sur 2 ha, mémoire de fin d'étude ,106 pages.

KARAMBIRI H (2003), Crue et érosion hydrique au sahel : Etude et modélisation des flux d'eau et de matières sur un petit bassin versant pastoral au nord du Burkina Faso (Thèse de Doctorat), 318 pages.

KARAMBIRI H, 1998, Etudes de l'envasement des barrages au Burkina Faso, Etude de cas (mémoire de fin d'étude), 100 pages.

ONBAH (2001), Etude d'un programme de réhabilitation et de mise en valeur de petits barrages, réhabilitation du périmètre de LOUDA, BRL ingénierie, 67 pages

PARKOUDA S (2005), Etude de cas du périmètre irrigué de WEDBILA Burkina Faso, Conférence électronique : Entretien des infrastructures hydrauliques de petites irrigations, 14 pages

Projet d'appui institutionnel au ministère de l'environnement et de l'eau pour la recherche-développement en management de l'irrigation au Burkina Faso, projet N° F/BUF/BN-AI/DN/90/3, Analyse-diagnostic et performance de cinq périmètres irrigués autour de barrages au Burkina Faso, rapport final Tome 1, 253 pages.

Projet d'appui institutionnel au ministère de l'environnement et de l'eau pour la recherche-développement en management de l'irrigation au Burkina Faso, projet N° F/BUF/BN-AI/DN/90/3, Méthodologie d'évaluation des performances et de diagnostic des systèmes irrigués, 135 pages.

Tropic – Hydro (1989) : Rapport définitif de l'étude de réfection du chenal d'évacuation du barrage de LOUDA, Projet « Sensibilisation et formation des paysans autour des barrages », 40 pages.