



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES (DESS)

Option : Eau pour l'Agriculture et l'Approvisionnement des Communautés /Aménagements

Hydro agricoles (EAC/AH)

THEME :

**Aménagement de périmètres irrigués : cas du périmètre
irrigué de Koassanga dans la province d'Oubritenga au
Burkina Faso**

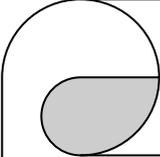
Maître de stage : Mr NAZE Célestin



TOPAN Sa Mariam

Février 2007

DEDICACE



A

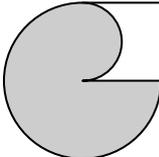
- Toutes les personnes qui m'étaient chères et qui ne sont plus de ce monde pour partager mes joies et mes peines :

Mes parents, TOPAN Tiara Omar et TOPAN / ZERBO Habi qui m'ont appris le sens de l'intégrité, de la loyauté, de la générosité et du travail bien fait, puisse DIEU, le tout puissant les accepter auprès de lui ;

Mes frères, ZERBO Salif, TOPAN Aboubacar et TOPAN Ali qui nous ont quitté tôt ; que leurs âmes reposent en paix ;

Ma tante Hadja KONATE Sanata que son âme repose en paix.

Enfin je dédie spécialement ce second mémoire à

- Mon frère TOPAN Issa qui m'a toujours soutenu comme un père dans toutes mes activités et qui n'a jamais ménagé aucun effort pour ma formation scolaire, universitaire et post universitaire. Puisse ce travail lui faire honneur !
- 

TABLES DES MATIERES

TABLES DES MATIERES	II
REMERCIEMENTS.....	V
AVANT-PROPOS	VII
FICHE TECHNIQUE DU PROJET D'AMENAGEMENT DE KOASSANGA.....	1
SIGLES ET ABBREVIATIONS	5
LISTES DES TABLEAUX	6
LISTE DES FIGURES.....	7
INTRODUCTION	8
1-CONTEXTE DE L'ETUDE.....	8
2-APERÇU SUR LE PROJET PETITS BARRAGES (PPB)	8
2-1-Objectifs du PPB.....	8
2-2-Résultats attendus	9
3- MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE	9
CHAPITRE1 : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL.....	11
1. PRESENTATION DU BUREAU D'ETUDE (BEM)	11
2. DOMAINES D'INTERVENTION.....	11
2.1. Agriculture.....	11
2.2. Environnement.....	11
2.3. Hydraulique.....	11
2.4. Aménagement du territoire et urbanisme	12
2.5. Bâtiment.....	12
2.6. Transport.....	12
2.7. Topographie	13
2.8. Études économiques et institutionnelles	13
CHAPITRE 2 : GENERALITES ET DONNEES DE BASE DE L'AMENAGEMENT HYDRO- AGRICOLE DE KOASSANGA	14
2-1- SITUATION DU PROJET	14
2-2-DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES DE KOASSANGA	15
2-2-1-Population	15
2-2-2-Ethnies et mouvements migratoires	15
2-2-3-Activités économiques de la zone de Koassanga	15
2-2-3-1-La production agricole.....	15
2-2-3-2-La production animale.....	15
2-2-3-3-La production halieutique.....	15
2-2-3-4-L'Artisanat	15
2-2-3-5-Commerce	16
2-2-3-6-Autres activités dans la zone de Koassanga.....	16
2-2-4-Infrastructures socio-éducatives et Communicatives de la zone de Koassanga	16
2-2-4-1-Approvisionnement en eau dans les villages	16
2-2-4-2-Infrastructures éducatives.....	16
2-2-4-3-Infrastructures sanitaires.....	16
2-3- DONNEES DE BASE	16
2-3-1-hydroclimatologie.....	16
2-3-1-1-Pluviométrie	17
2-3-1-2-Températures	17
2-3-1-3-Evaporation et Evapotranspiration	18
2-3-1-4-Végétation	18
2-3-1-5-Sols.....	19
2-3-2-hydrologie.....	19
2-3-3-Pluviometrie	19
2-3-4-Apport en eau.....	21
2-3-5-Estimation de la Crue de projet.....	21

2-4-PEDOLOGIE	21
2-4-1-Sols Hydromorphes à Pseudo-Gley d'Ensemble (HPGE)	22
2-4-2-Sols Peu Evolués d'Apport Alluvial Hydromorphes (PEAAH)	22
2-4-3-Sols Ferrugineux tropicaux Lessivés Indurés Profonds (FLIP)	22
2-5-RESSOURCE EN EAU	23
2-6-ESTIMATION DES BESOINS EN EAU	23
2-6-1-Besoins en eau humains et pastoraux	23
2-6-2-Besoins en eau des cultures	23
2-7-PARAMETRES DE BASE DE L'IRRIGATION	24
2-8- ESTIMATIONS DES PERTES D'EAU DANS LA RETENUE	24
2-8-1-Pertes d'eau par évaporation et par infiltration	24
2-8-2-Pertes d'eau par dépôt solides	25
2-9-DELIMITATION ET DECOUPAGE DU PERIMETRE	25
2-9-1- Courbe hauteur – Volume de la retenue	25
2-9-2- Courbe d'exploitation de la retenue d'eau de Koassanga	26
CHAPITRE 3 : CONCEPTION GENERALE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE.....	28
3-1-RESEAU D'IRRIGATION	28
3-2-RESEAU DE DRAINAGE	29
3-3- RESEAU DE CIRCULATION	30
3-4 DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION	30
3-4-1-Canal primaire	30
3-4-2-Canaux secondaires	31
3-4-3-Canaux tertiaires	31
3-4-4-Ouvrages hydrauliques sur le périmètre irrigué de Koassanga	32
3-4-4-1-Ouvrages de régulation sur le Canal principal et ouvrages de prises sur les canaux secondaires	32
3-4-4-2-Partiteur sur le canal primaire	32
3-4-4-3-Ouvrages de chutes sur canaux primaire et secondaires	32
3-4-4-4-Les Prises TOR (Tout Ou Rien)	33
3-5-DIMENSIONNEMENT DE RESEAU DE DRAINAGE ET DE PROTECTION	33
3-5-1-Dimensionnement des colatures de parcelles	33
3-5-2-Dimensionnement des colatures secondaires	34
3-5-3-Dimensionnement de la colature de ceinture (CC) et de l'émissaire	35
CHAPITRE 4: MODE DE GESTION DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE.....	36
4-1-ATTRIBUTION DES PARCELLES	36
4-2-GESTION DU PERIMETRE IRRIGUE DE KOASSANGA	36
4-3-CALCUL DE RENTABILITE DE L'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE DE KOASSANGA	38
4-3-1-Estimation des charges fixes d'exploitation	38
4-3-2-Estimation du compte d'exploitation d'un producteur de riz en campagne humide	39
4-3-3 Estimation du compte d'exploitation en cultures maraichères	40
4-4-ETUDES ENVIRONNEMENTALES DE L'AMENAGEMENT DE KOASSANGA	42
4-4-1-Impacts de l'aménagement sur le milieu physique	42
4-4-2-Impacts de l'aménagement sur le milieu humain	43
4-4-3-Avantages de l'aménagement sur la zone d'étude	43
CHAPITRE 5: COUT DES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES.....	45
5-1- METRE	45
5-2- BORDEREAU DES PRIX UNITAIRE (PPB/BAD)	45
5-3- DEVIS ESTIMATIF DE L'AMENAGEMENT DE KOASSANGA	47
CONCLUSION.....	49
BIBLIOGRAPHIE	50
ANNEXES	51
I-NOTE DE CALCUL	51
1-ETUDE DE L'HYDROLOGIE	51
1-1-Indice global de pente I_g	51
1-2-Indice de compacité I_c de Gravelius	51
1-3-Rectangle équivalent	51
1-4-Pente longitudinal	51

1-5-Dénivelée spécifique (Ds)	51
1-6-Classe de perméabilité	51
2-ESTIMATION DES APPORTS EN EAU	51
3-ESTIMATION DE LA CRUE DE PROJET	52
3-1-Estimation de la crue décennale par la Méthode de l'O.R.S.T.O.M révisée (1993)	52
3-2-La méthode statistique de régressions multiples du CIEH	54
4-ESTIMATIONS DES PERTES D'EAU	55
4-1-Pertes d'eau par évaporation et par infiltration	55
4-2-Pertes d'eau par dépôt solides	55
5-COURBE D'EXPLOITATION DE LA RETENUE	55
6-ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES CULTURES	56
6-1-Estimation de L'ETM	56
6-2-Besoins de saturation des sols	57
7-PARAMETRES DE BASE DE L'IRRIGATION	59
7-1-Le débit fictif continu	59
7-2-Le débit maximum de pointe	59
7-3- la Dose d'entretien	60
7-4- la fréquence d'arrosage	60
7-5- la Dose réelle	60
7-6- la rotation ou le tour d'eau R	60
7-7-La main d'eau m	60
7-8-Le quartier hydraulique	61
7-9-Les débits d'équipement	61
8-DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE	61
8-1-Dimensionnement des réseaux d'irrigation	61
8-2-Dimensionnement des colatures de parcelle	63
8-3-Dimensionnement des colatures secondaires	64
8-4-Dimensionnement de la colature de ceinture	65
9-DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES HYDRAULIQUES SUR LE PERIMETRE IRRIGUE DE KOASSANGA	66
9-1-Ouvrages de régulation sur le Canal principal et ouvrages de prises sur les canaux secondaires	66
9-2-Partiteur sur le canal primaire	66
9-3-Ouvrages de chutes sur canaux primaire et secondaires	67
9-4-Les Prises TOR (Tout Ou Rien)	67
II-LISTES DES PLANS ET PROFILS DU PROJET	68
1- PLAN DE MASSE DE L'AMENAGEMENT DU PERIMETRE DE KOASSANGA	68
2- PLAN PEDOLOGIQUE	68
3- PROFILS EN LONG DES CANAUX D'IRRIGATION	68
4- PROFILS EN LONG DES COLATURES SECONDAIRES ET TERTIAIRES	68
5- PROFILS EN LONG DE LA COLATURE DE CEINTURE	68
6- PROFIL EN LONG DE L'EMISSAIRE	68
7- PROFILS EN TRAVERS TYPE DES CANAUX	68

REMERCIEMENTS

Nous rendons tout d'abord grâce à DIEU pour nous avoir permis de réaliser ce travail.

Ce mémoire a bénéficié de la collaboration de plusieurs personnes.

Aussi, nous saisissons cette opportunité pour témoigner à tous, notre profonde gratitude.

Nous adressons nos remerciements :

- A Mr NAZE Célestin, Directeur du Bureau d'Etude d'ingénierie et de Maîtrise d'œuvre (BEM) pour nous avoir acceptés dans sa structure. Mr NAZE a accepté l'encadrement de ce travail malgré ses multiples charges. Nous avons ainsi bénéficié de ses conseils et suggestions depuis la conception de ce travail, jusqu'à la correction du Mémoire. Il a su par ses qualités humaines et son amour pour le travail nous orienter dans la logique d'une bonne méthodologie de la Conception.

Nous n'oublions pas la collaboration et l'amitié de tout le personnel de BEM et nous disons merci à :

- Mme TRAORE Amélie coordonnatrice adjointe de BEM pour ses conseils et suggestions ;
- Mr PODA Marius, Mr KABRE Kouliga et Mlle SANDWIDI Hortense qui nous ont assistés pendant tout le travail et surtout pour la bonne collaboration.
- Mme NAZE Marcelline, Mme SANGARE Mariama, Mme ADANA pour tout leur soutien pendant le stage.
- Nous n'oublions pas Mr SILASSE, ANTOINE et Séni.

Ce stage pratique en entreprise constitue la fin d'une formation de neuf mois à l'Institut internationale d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement. Pendant cette formation nous avons bénéficié des enseignements et nous tenons à remercier nos encadreurs qui ont fait preuve de patience, et de nombreux efforts pour que nous soyons des acteurs dynamiques de développement du monde rural.

Nos remerciements vont particulièrement à :

- Aux premiers responsables de l'école ;
- Mr HAMMA Yacouba et Mr Moussa Laurent COMPAORE, les responsables de notre formation ;
- Il nous importe de remercier les partenaires financiers et autres partenaires de l'école qui nous ont permis de bénéficier de cette formation (Agence Universitaire Francophone, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne...)

Nous restons sensibles aux efforts fournis par Mr MIHIN du PDRDP/BK qui nous a aidé dans la quête difficile de stage. Nous lui témoignons notre gratitude. Nous n'oublions pas aussi Mr Gountan André pour son aide dans cette démarche.

Nos vifs remerciements à notre famille particulièrement mes frères Issa, Adama, Ibrahim, Adiaratou, Kassoum, Aziz et Rokiatou, à tous mes neveux et nièces (Omar, Souleymane, Djamila), Mme Topan Fati et Mme Topan Patricia pour leur soutien permanent.

Nous n'oublions pas les encouragements des familles TOPAN, DABIRE, YAOGO et NANA et des amis Angelina, Placide, Nelly, Nafi, Aida, Chantal, Olga, Romaric, Sylvie et Habi.

Nos remerciement vont aussi à nos collègues de la formation et nous pensons particulièrement à Louise, Théophile, Colette, Ahmed, Moussa et Mabo.

AVANT-PROPOS

L'Institut international d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, 2IE (ex EIER/ETSHER) est une grande école internationale qui contribue à la formation de nombreux acteurs du développement rural. (les étudiants et les stagiaires proviennent en général des pays de la sous région).

En effet la majorité des ingénieurs et des techniciens supérieurs issus de cet institut contribuent à la réalisation des grands chantiers de développement des pays membres.

Aussi dans le cadre de la Formation Post Universitaire (FPU) et précisément la spécialisation en Eau pour l'Agriculture et l'approvisionnement des Communautés (EAC), des modules de formations sont dispensés aux stagiaires pendant une période de 9 mois. Certes les connaissances théoriques (cours) et pratiques à travers les sorties pédagogiques et l'exécution des projets d'études sont intéressantes pour servir d'or et déjà dans les divers domaines d'intervention mais l'efficacité du travail peut être amélioré si la formation des stagiaires est approfondie. A cet effet il est prévu en fin de formation un mémoire sur un thème d'étude permettant de se mettre dans une situation réelle de travail et cela pendant une période préférentielle de six mois.

C'est dans ce cadre que nous avons eu l'avantage de travaillé sur un sujet faisant partie d'un contrat d'étude entre le Bureau d'Etude d'ingénierie et de Maîtrise d'œuvre (BEM) et le PPB/BAD (Projet Petit Barrage / Banque Africaine de Développement) du Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques.

Au terme du contrat de BEM, le PPB doit disposer d'un dossier d'Avant Projet Détaillé (APD) et d'un Dossier d'Appel d'Offre (DAO) pour l'exécution des travaux sur financement BAD.

FICHE TECHNIQUE DU PROJET D'AMENAGEMENT DE KOASSANGA

I- LOCALISATION ET ACCESSIBILITE DE KOASSANGA

- ProvinceOubritenga
- CommuneZiniaré
- Coordonnées géographiques..Latitude : 12° 37' 45'' N et
Longitude : 01°19' 30'' W
- Accès.....Ziniaré – Zitenga
Distance totale de 8 km

II- OBJECTIFS

- Accroissement significatif de la production agricole et des revenus des producteurs ;
- Réduction de la pauvreté.

III- DISPONIBILITE EN EAU

- Capacité de la retenue: 527 290 m³
- Volume d'eau utile: 211 000 m³

IV- SUPERFICIE AMENAGEABLE : 38,72 ha

- **Superficie aménagée** : 19,17 ha
- **Superficie aménagée utile** : 17,25 ha

V- CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES

Trois types de sols sont rencontrés sur le site de Koassanga :

- PEAAH : Sols Peu Evolués d'Apport Alluvial Hydromorphes
- HPGE : Sols Hydromorphes à Pseudo-Gley d'Ensemble
- FLIP : Sols Ferrugineux tropicaux Lessivés Indurés Profonds

Tableau 1 : Aptitudes des unités cartographiques en conditions de maîtrise totale de l'eau.

Unités cartographiques de sols	Types d'Utilisation des Terres (TUT) et classes d'aptitude globale des sols						
	Maïs et riz irrigués		Cultures maraîchères				
	Maïs	Riz	Aubergine, Chou, Tomate	Carotte	Oignons	Piment Poivron	Pomme de terre
I	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
II	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
III	S3	N1	S2	S2	S2	S2	S2

S1: sols très aptes ou aptes; S2: sols moyennement aptes; S3: sols marginalement aptes;

N1 : sols actuellement inaptes; N2 : sols définitivement inaptes

I : Unité cartographique constituée de sols HPGE

II : Unité cartographique constituée de sols PEAAH

III : Unité cartographique constituée de sols FLIP

Conclusion : Toute la superficie nette aménagée (17, 25 ha) est apte à l'irrigation.

VI- TYPE DE SPECULATION

- Saison hivernale : riz et maïs
- Saison sèche : cultures maraîchères

VII- PARAMETRES D'IRRIGATION

- Débit Maximum de Pointe (DMP) : 5 l/s
- Débit Fictif Continu (DFC) : 1,7 l/s
- Main d'eau (m) : 25 l/s et 30l/s

VIII- RESEAU D'IRRIGATION DU PERIMETRE DE KOASSANGA

- 19 arroseurs non revêtus et de section trapézoïdale
de longueur cumulée 2112,02 ml
- 3 canaux secondaires non revêtus (section trapézoïdale)
de longueur cumulée 1107,01ml
- 1 canal primaire revêtu (section trapézoïdale et rectangulaire)
de longueur 468,71 ml.

Tableau 2: Caractéristiques du réseau d'irrigation du périmètre de Koassanga

Canal principal	Canaux secondaires	Longueur des canaux secondaires (ml)	Canaux tertiaires	Longueur des canaux tertiaires (ml)	superficie dominée (ha)	Débit transporté (l/s)
canal primaire (Q=105l/s) 468,71 m	S1= 50l/s	311,74	T1_1	114,55	1.05	25
			T1_2	110,84	0.93	25
			T1_3	137,43	0.9	25
			T1_4	146,4	0.87	25
			T1_5	83,66	1.04	25
			T1_6	81,35	1.05	25
			T1_7	82,25	1.09	25
			T1_8	84,22	1.02	25
			T1_9	78,3	0.89	25
	S2 =30l/s	277,66	T2_1	176,7	1.08	30
			T2_2	142,81	1.24	30
			T2_3	152,46	0.76	30
			T2_4	118,62	0.81	30
			T2_5	155,88	1.04	30
			T2_6	127,27	1.37	30
	S3=25l/s	517,61	T3_1	82,88	0.99	25
			T3_2	68,86	1.01	25
			T3_3	55,72	1.02	25
			T3_4	111,82	1.01	25
Total	-	1107,01	19	2112,02	19.17	-

IX- OUVRAGES HYDRAULIQUES SUR LE RESEAU D'IRRIGATION DU PERIMETRE DE KOASSANGA

- Déversoir de régulation : 2
- Déversoir de prises : 1
- Partiteur : 1
- Chutes : 5
- Pertuis de fond [Prises tout ou rien (TOR)] :19
- Dalles : 2
- Buses : 7

X- RESEAU DE DRAINAGE DU PERIMETRE DE KOASSANGA

- Colatures de parcelles : au nombre de 19 et de longueur cumulée 2597,62 ml
- Drains Secondaires : au nombre de 2 et de longueur cumulée 559,9 ml
- 1 Emissaire de longueur 194,58 ml
- Colature de Ceinture de longueur 1152,86 ml.

XI- RESEAU DE DESSERTE DU PERIMETRE DE KOASSANGA

- 1 piste principale de 3,50 m de large et de longueur 465 ml
- 3 pistes secondaires de 2 ml de large et de longueur cumulée 1100ml

**XII- COUT DE L'AMENAGEMENT A L'HECTARE DU PERIMETRE DE
KOASSANGA : 5 160 000 francs.**

**XIII- COUT DE L'AMENAGEMENT GLOBAL DU PERIMETRE DE
KOASSANGA :94 343 789 francs.**

SIGLES ET ABREVIATIONS

APD : Avant Projet Détaillé

APS : Avant Projet Sommaire

BAD : Banque Africaine de Développement

BEM : Bureau d'Etude d'ingénierie et de Maîtrise d'œuvre

BNDT : Base Nationale des données Topographiques

BUNASOLS : Bureau National des Sols

DAO : Dossier d'Appel d'Offre

EIER : Ecole Inter -Etats d'ingénieurs de l'Equipement Rural

F. A. O : Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture.

FLIP : Sols Ferrugineux tropicaux Lessivés Indurés Profonds

HPGE : Sols Hydromorphes à Pseudo-Gley d'Ensemble

IGB : Institut géographique du Burkina

M.A.H.R.H: Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique et des Ressources Halieutiques

P.N.U.D : Programme des Nations Unies pour le Développement

PEAAH : Sols Peu Evolués d'Apport Alluvial Hydromorphes

PNSA : Politique Nationale de Sécurité Alimentaire

PPB : Projet de mise en valeurs des Petits Barrages au Burkina.

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques du climat dans la zone de Koassanga de la période de 1970 à 2005.....	17
Tableau 2: Températures moyennes maximales et minimales de la station de Ouaga Aéroport (1960 à 2003).....	18
Tableau 3 : Evapotranspiration de référence moyennes et évaporation de la station de Ouaga Aéroport (1960 à 2003).....	18
Tableau 4 : Répartition de la végétation.....	18
Tableau 5 : Caractéristiques physiques du bassin versant de Koassanga.....	19
Tableau 6 : Synthèse de l'analyse fréquentielle des pluies annuelles et journalières de Guilongou (Koassanga).....	20
Tableau 7 : Apports sur le bassin versant de Koassanga.....	21
Tableau 8: Aptitudes des unités cartographiques en conditions de maîtrise totale de l'eau.....	22
Tableau 9 : besoins en eau des animaux.....	23
Tableau 10: besoins en eau du riz en saison des pluies.....	24
Tableau 11 : besoins en eau des cultures maraîchères (saison sèche).....	24
Tableau 12 : Paramètres de base de l'irrigation.....	24
Tableau 13: calcul des pertes par évaporation et par infiltration.....	24
Tableau 14: Apports de sédiments dans la retenue de Koassanga.....	25
Tableau 15: Besoins en eau des cultures maraîchères et des animaux et les pertes d'eau dans la retenue.....	26
Tableau 16: Caractéristiques du réseau d'irrigation du périmètre de Koassanga.....	29
Tableau 17 : Données Caractéristiques des biefs du canal primaire (revêtus).....	31
Tableau 18 : Données Caractéristiques des canaux secondaires trapézoïdale en terre.....	31
Tableau 19 : Données Caractéristiques des canaux tertiaires en terre (trapézoïdale).....	31
Tableau 20 : Caractéristiques des ouvrages de prise et de régulation dans les canaux primaire et secondaires.....	32
Tableau 21: Caractéristiques des chutes sur le canal primaire et les canaux secondaires.....	33
Tableau 22 : Donnés caractéristiques des colatures tertiaires de l'aménagement de Koassanga.....	34
Tableau 23 : Données caractéristiques des colatures secondaires.....	34
Tableau 24: Caractéristiques hydrauliques de la colature de ceinture et de l'émissaire de Koassanga.....	35
Tableau 25 : Estimation des charges fixes d'exploitation.....	39
Tableau 26 : Coût d'utilisation des matériels agricoles.....	39
Tableau 27 : Compte d'exploitation d'un producteur de riz.....	40
Tableau 28 : Coût d'utilisation des matériels agricoles.....	40
Tableau 29: Recette moyenne générée par un hectare de maraîchage.....	41
Tableau 30 : Compte d'exploitation d'un ha maraîchage.....	41
Tableau 31: Bordereau des prix unitaires.....	45
Tableau 32: Devis estimatif du périmètre de Koassanga.....	47
Tableau 33 : Récapitulatif des coûts de l'aménagement de Koassanga.....	48

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du site d'étude	14
Figure 2 : Pluviométrie moyenne mensuelle de site de Koassanga (période de 1990 à 2005).....	17
Figure 3 : Ajustement des pluies annuelles à la loi Normale	20
Figure 4 Ajustement des pluies maximales journalières à la loi Gumbel.....	20
Figure 5 : Courbe d'utilisation de la retenue d'eau de Koassanga	27
Figure 6 : quelques attributions de la Maîtrise d'œuvre de Koassanga.....	37

INTRODUCTION

1-CONTEXTE DE L'ETUDE

Le Burkina Faso est un pays sahélien, enclavé et situé en Afrique de l'Ouest avec une population d'environ 12 millions d'habitants. L'agriculture constitue un secteur important de son économie. En effet elle assure emplois et revenus à près de 90% de la population active et procure plus de 50% des recettes d'exportation. Toutefois les productions agricoles restent insuffisantes si bien que chaque année les problèmes liés aux déficits alimentaires restent posés. Cela est imputable en partie aux conditions climatiques caractérisées par une pluviométrie faible mais aussi mal réparti dans le temps et dans l'espace. D'autres contraintes en l'occurrence la pauvreté générale des sols en matières fertilisantes et la performance des pratiques culturales (faiblesse du niveau de technicité des acteurs, insuffisance des moyens financiers...) sont à considérer.

Aussi, dans le cadre de sa politique d'action pour le développement du pays qui passe nécessairement par celui du monde rural, le Burkina Faso a encouragé les activités agricoles pendant la période sèche principalement les cultures maraîchères et la riziculture et cela grâce à une maîtrise partielle ou totale de l'eau pour une gestion optimale de cette ressource précieuse. C'est dans cette même optique que divers aménagements hydro agricoles ont été effectués dans le pays (Aménagements hydro agricoles de Bagré, du Sourou, de Boulbi...). Il est important de noter que pour la réalisation de ces grands chantiers, le pays a bénéficié de l'appui de nombreux partenaires au nombre desquels la Banque Africaine de Développement et de nombreuses autres institutions internationales (PNUD, FAO, BID...). C'est ainsi que le Burkina Faso a bénéficié d'un Projet de mise en valeur et de gestion durable des Petits Barrages depuis quelques années (PPB).

2-APERÇU SUR LE PROJET PETITS BARRAGES (PPB)

Le Projet Petits Barrages (PPB) résulte d'une requête formulée en 1997 par le gouvernement Burkinabé à la Banque Africaine de Développement (BAD). Il est conjointement financé par l'Etat burkinabé (12 %) et la BAD à hauteur de 88 % pour un coût global estimé à 15,3 millions d'euro.

Piloté par le Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique et des Ressources Halieutiques (M.A.H.R.H), le PPB s'inscrit dans la Politique Nationale de Sécurité Alimentaire (PNSA) et le lancement officiel des activités a eu lieu à Tamissi dans la province d'Oubritenga le 24 janvier 2004.

Les activités du projet s'étendent essentiellement sur sept régions (Centre, Centre-Est, Centre-Nord, Centre-Sud, Nord et le Plateau Central) parmi les treize que compte le pays. Elles concernent précisément 19 provinces sur une superficie de 86 000 km² abritant des bénéficiaires estimés à 60 000 exploitants.

2-1-Objectifs du PPB

Les différentes interventions du projet visent essentiellement:

- un accroissement significatif de la production agricole et des revenus des exploitants

- une réduction de la pauvreté

Ses interventions s'articulent autour de 3 composantes :

- le renforcement des capacités locales ;
- les travaux de réhabilitation des retenues d'eau ;
- la gestion du projet.

Il est important de signaler que les interventions concernent les retenues d'eau ayant au moins une capacité de 500 000 m³. En outre la mise en place d'un comité de gestion du barrage regroupant l'ensemble des usagers de l'eau et l'entretien courant des ouvrages est indispensable.

2-2-Résultats attendus

Au terme de ses actions le PPB attend les résultats suivants :

- la réhabilitation et la sécurisation de 40 barrages et de 2150 ha de périmètres irrigués ;
- l'accroissement de la production agricole de 18 000 tonnes par an ;
- l'accroissement des revenus des populations à 25%.

3- MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE

La présente étude est un Avant Projet Détaillé (APD) d'un aménagement de périmètre irrigué dans la région du plateau central et précisément dans la province d'Oubritenga. Elle fait suite à une première étude plus ou moins sommaire l'Avant Projet Sommaire (APS) qui avait été réalisé auparavant par le Bureau d'étude BEM. Les objectifs et les composantes du projet sont bien définis dans les termes de références. Autrement les termes de références définissent les contenus des études à réaliser.

Les premières études réalisées sont généralement :

- les études socio-économiques (connaissance de la zone du projet aussi bien le milieu physique que le milieu humain...);
- les études topographiques qui donnent un aperçu du périmètre aménageable (taille et limites aperçu de l'aménagement...);
- les études géotechniques ;
- les études pédologiques qui définissent les aptitudes des sols.

Par la suite, l'ensemble de ces données est exploité pour les aspects techniques à savoir la conception à proprement parlée. La finalité étant de produire un document technique faisant la synthèse des différentes études effectuées et définissant tous les paramètres nécessaires à l'exécution du projet. Parallèlement les études environnementales sont effectuées afin de dégager les impacts positifs et négatifs qui pourraient résulter de la réalisation des ouvrages. Elles proposeront également des mesures d'atténuation s'il y a lieu.

Dans le cadre de la réalisation de notre mémoire de fin d'étude nous avons participé aux études « d'ingénierie » ou de conception dont l'approche méthodologique peut être décrite sommairement comme suit :

- une recherche documentaire qui a consisté en une synthèse des informations relatives au sujet d'étude,
- une exploitation des données préliminaires obtenues par les études socio-économiques, topographiques, pédologiques et d'autres études antérieures sur la réfection de la retenue d'eau et qui avaient été approuvées,
- conception technique de l'aménagement par la définition des paramètres indispensables à la réalisation du projet (calage des réseaux d'irrigation, de drainage et de route, dimensionnement des ouvrages hydrauliques.....).

Le présent document dont le thème s'intitule : **Aménagement de périmètre irrigué : Cas du périmètre irrigué de Koassanga** représente le mémoire technique de l'aménagement du périmètre irrigué de Koassanga.

Il est développé sous quatre chapitres après un premier chapitre qui décrit la structure qui a bien voulu nous accepter pour ce travail. Ce sont :

- le chapitre 2 qui renseigne sur les caractéristiques générales de la zone d'étude ;
- le chapitre 3 développe les aspects techniques de l'aménagement ;
- le chapitre 4 traite des aspects de mise en valeur du périmètre aménagé ;
- le dernier chapitre le 5, donne une estimation des coûts de réalisation de l'aménagement.

CHAPITRE1 : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

1. PRESENTATION DU BUREAU D'ETUDE (BEM)

Le Bureau d'Études d'Ingénierie et de Maîtrise d'œuvre (BEM) est localisé au Burkina Faso précisément à Ouaga 2000 (cité Azimmo villa N° 197). C'est une société d'Ingénierie spécialisée dans les études techniques et le contrôle des travaux de génie civil et d'hydraulique. Elle dispose d'un personnel compétent ayant des références solides dans le domaine du génie civil, de l'hydraulique et du développement rural et intervient aussi bien au Burkina Faso que dans la sous - région sur appels d'offres.

BEM dispose aussi d'une brigade topographique bien équipée (Station totale, niveau numérique, ordinateurs portables etc.), capable de travailler sur tous les terrains avec un rendement maximum. Ce bureau d'étude s'affirme comme l'une des plus importantes sociétés d'ingénierie au Burkina Faso disposant de personnel d'expérience requise dans plusieurs domaines d'intervention.

2. DOMAINES D'INTERVENTION

Les principaux domaines d'intervention concernent :

- Agriculture, Environnement et Hydraulique
- Bâtiment et Transport
- Topographie
- Aménagement du territoire

Le contenu de ces différents domaines d'intervention est détaillé dans les paragraphes ci après.

2.1. Agriculture

- Aménagements Hydro agricoles
- Etudes techniques (APS, APD)
- Surveillance et contrôle des Travaux
- Elaboration de Plan de Développement Agricole
- Définition et mise en œuvre d'actions de vulgarisation agricole
- Inventaire et évaluation des ressources en eau et en sol
- Assistance technique et formation
- Etudes Socio-économiques et Agro - économiques

2.2. Environnement

- Etudes d'Impact Environnemental
- Planification Ecologique (Plans de gestion intégré des écosystèmes, plans de gestion environnemental, etc.)

2.3. Hydraulique

- Plans de Développement : Inventaire des Ressources, Etudes des Besoins, recherche et reconnaissance des sites.

- Etudes Techniques d'Infrastructures d'amenée et de distribution (voirie, assainissement, eau potable...)
- Etudes Techniques : Avant-projet, plans d'exécution, dossiers d'appel d'offres
- Supervision et Contrôle des Travaux

2.4. Aménagement du territoire et urbanisme

- Schémas Nationaux et Régionaux d'aménagement du territoire
- Aménagement, planification et développement des régions rurales
- Evaluations Thématiques : études des milieux et de l'environnement, analyses démographiques, emploi et chômage, activités....
- Enquêtes urbaines et rurales sur l'ensemble des aspects socio-économiques
- Niveau des services des infrastructures: accessibilité, eau potable, électricité, assainissement...
- Définition de programmes d'aménagement
- Etudes d'intégration de zones d'aménagement aux zones environnantes
- Etudes d'aménagement sur sites vierges
- Réhabilitation de quartiers
- Problèmes fonciers, législatifs, organisationnels, des projets d'habitat
- Coût d'urbanisation (infrastructures, équipements, transport, logement...)
- Etudes techniques de Voiries et Réseaux Divers (V.R.D)
- Suivis de chantiers de réalisation (construction et V.R.D)
- Normes et programmation des équipements

2.5. Bâtiment

- Reconnaissance et études des sites (Hydrologie, Géologie, Géotechnique)
- Etude et contrôle de l'exécution de projet
 - * rédaction du projet de béton armée
 - * contrôle de l'exécution de projet de structure
 - * Avant -projet détaillé (APD)
- Etudes définitives
- Direction et contrôle d'exécution de travaux

2.6. Transport

- Reconnaissance et études des sites:
 - * détermination des caractéristiques topographique, géotechniques, hydrologiques, et hydrauliques
 - * Identification et optimisation des tracés
- Aménagements routiers:
 - * élargissement des chaussées, étude de renforcement des structures et chaussées

- * aménagement des carrefours
- * étude du trafic routier
- Etude et conception des ouvrages d'art
- Elaboration de dossier de consultation des entreprises
- Supervision et contrôle des travaux

2.7. Topographie

- Relevés topographiques, relevés bathymétriques
- Implantations (route, ouvrages d'art, bâtiment, conduite etc....)
- levés de détail pour différentes échelles, profil en long, profil en travers, rattachement en X, Y et Z
- Polygonation

2.8. Études économiques et institutionnelles

- Etudes macro-économiques:
 - * études sectorielles (industrie, pêche, habitat, agriculture)
 - * bilans diagnostics par branche d'activité : emplois, production, investissement, coût...
- Etude de projet:
 - * études d'identification et de localisation
 - * études de marché, de préfaisabilité ou de faisabilité
 - * assistance au montage institutionnel et financier
- Diagnostic d'entreprise et assistance à la gestion :
 - * analyse de la fonction administrative et financière, analyse de la fonction commerciale
 - * analyse de la fonction personnelle, analyse du potentiel technique

CHAPITRE 2 : GENERALITES ET DONNEES DE BASE DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE KOASSANGA

2-1- SITUATION DU PROJET

Koassanga est un village de la commune de Ziniaré qui est le chef lieu de la commune et de la province d'Oubritenga. Il est localisé dans la région du plateau central (figure 1). Le village est accessible par l'axe Ziniaré – Zitenga sur une distance de 8 km. Il est limité :

- au nord par Kologkoom et Tanganko
- au nord-ouest par Tampouitenga
- au nord-est par Nabingyam
- à l'ouest par Somnoway
- au sud-ouest par Tanwsgo
- au sud par Balkuitenga et
- à l'est par Ladwenda et Gaamsilminoné

Ce village compte 10 quartiers que sont : Koassanga, Natinga, Napaamboubou, Yoatenga, Nabingma, Guesrima, Poedgo, Bassem yaam, Ravigui, Tousba Mossi et Toumba peulh.

Les coordonnées géographiques sont les suivantes :

Longitude : 01°19' 30'' W

Latitude : 12° 37' 45'' N

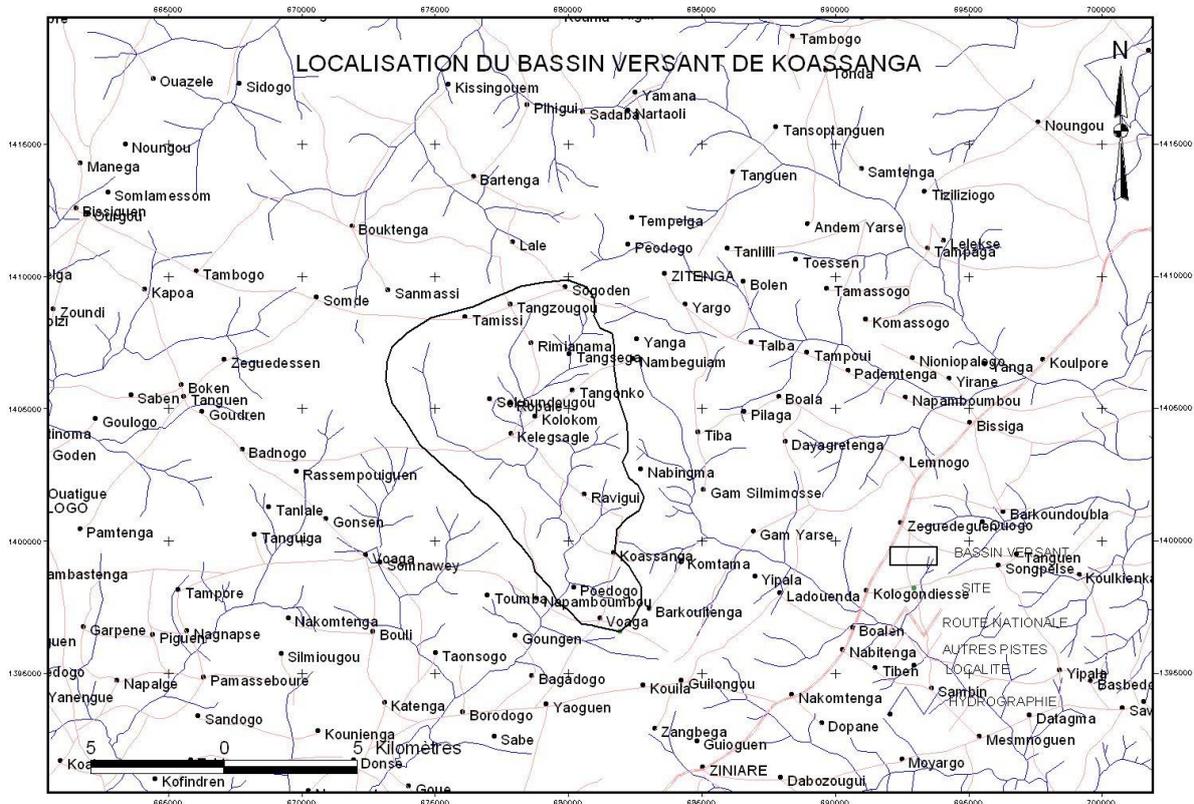


Figure 1 : Localisation du site d'étude

2-2-DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES DE KOASSANGA

Les études socio-économiques [1] ont été effectuées par des consultants sous la direction du bureau d'étude. Les données obtenues sont exploitées dans ce document.

2-2-1-Population

D'après le dernier recensement administratif de 2004, la population de Koassanga est composée de 2551 habitants dont 50, 80 % de femmes. Mais selon la source du district sanitaire de Koassanga, cette population serait de 3206 habitants et la tranche active de la population avoisine 54,29%.

2-2-2-Ethnies et mouvements migratoires

Les principales ethnies du site d'étude sont essentiellement les mossis (94%) et les peulhs 6%.

L'émigration est très manifeste et touche pratiquement tous les jeunes et quelques personnes âgées. Ces jeunes se déplacent vers le Centre Nord (Yilou, Pibaoré, Koualem, Sin) et le centre Ouest (Tamasgo, Dablo). Généralement les personnes âgées restent sur le plateau central (Rem, Bam ou Korsimoro) ou à l'Est (Louda). Les femmes préfèrent se diriger vers le centre sud (Boussouma, Kontbégré) et le centre Nord (Tougouri, Sidogo, Nakoalba et tirsagbo)

Par ailleurs, une frange infime de la population émigre vers l'extérieur du pays (Ghana, Côte d'Ivoire) dans l'objectif d'apprendre un métier.

2-2-3-Activités économiques de la zone de Koassanga

2-2-3-1-La production agricole

L'agriculture constitue l'activité principale pour la population mais reste une activité de subsistance. Les principales spéculations sont le mil, le sorgho, le maïs, le niébé et l'arachide.

Les principales contraintes liées à cette activité sont l'insuffisance de l'eau, le manque d'équipement et la pression foncière.

2-2-3-2-La production animale

La production animale est de type extensif et constitue une forme d'épargne. Les principales espèces élevées sont les caprins, les ovins, les bovins et la volaille. Tout comme la production agricole, cette activité est aussi soumise à de nombreuses contraintes tels que l'insuffisance de l'eau pour l'abreuvement du bétail, le problème de pâturage et le vol du bétail.

2-2-3-3-La production halieutique

C'est une activité très peu développée et regroupe les pêcheurs venant de Ziga, Ramitenga, Guoe et de Voaga. De nombreuses contraintes sont recensées : manque d'organisation professionnelle, faible productivité, retrait précoce des eaux.

2-2-3-4-L'Artisanat

La production artisanale est très faible et reste plutôt utilitaire (fabrication de chaises et de bancs en bambou et bois). Le tissage et la production de la forge traditionnelle sont quasi inexistantes dans la zone d'étude.

2-2-3-5-Commerce

L'activité commerciale est organisée autour des marchés de Zitenga, de Ziniaré, de Guoe et de Ouagadougou qui sont les principaux centres d'échanges commerciaux. Koassanga dispose d'un marché très peu fréquenté durant la saison hivernale.

Les produits drainés hors de Koassanga sont constitués essentiellement de produits maraîchers (tomates, oignons, concombres et choux), de produits céréaliers (sorgho, niébé et arachide), de cueillette (amandes de karité), d'élevage (caprin et ovin). En retour, les produits achetés sont essentiellement des produits manufacturés, le carburant, les intrants chimiques agricoles, les engins à deux roues et les pièces détachées. L'état défectueux des pistes rurales pendant la saison hivernale reste la principale contrainte de cette activité.

2-2-3-6-Autres activités dans la zone de Koassanga

Les autres activités génératrices de revenus sont essentiellement l'achat et la revente de céréales. D'autres personnes investissent dans les métiers de la menuiserie, la mécanique et la maçonnerie. Malheureusement ces personnes sont confrontées aux manques de crédits.

2-2-4-Infrastructures socio-éducatives et Communicatives de la zone de Koassanga

2-2-4-1-Approvisionnement en eau dans les villages

La production d'eau potable est assurée par 14 forages tous à portée des populations. On peut aussi remarquer la présence de la retenue d'eau bien que défectueuse en ce moment qui sert à l'abreuvement du bétail et aux cultures de contre saison qui sont développées aux abords de celle-ci. En outre chacun des 10 quartiers que compte Koassanga dispose d'un bouli.

2-2-4-2-Infrastructures éducatives

Il existe une seule école primaire normalisée pour l'ensemble de la zone du projet (soit environ 18 % de la population) et un centre qui sert de cadre de concertation, de promotion de l'alphabétisation de la femme surtout mais aussi pour la formation de l'ensemble de la population.

2-2-4-3-Infrastructures sanitaires

Dans ce volet un CSPS a été construit depuis 2002 mais n'a commencé à fonctionner qu'en 2006. Les principales maladies qui affectent les populations sont le paludisme, les maladies à infection intestinale et les maladies respiratoires

2-3- DONNEES DE BASE

2-3-1-hydroclimatologie

Selon le découpage phyto-géographique du Burkina Faso fait par GUINKO (1984), le site de Koassanga est localisé dans la zone nord-soudanienne.

2-3-1-1-Pluviométrie

D'une façon générale, la pluviométrie dans la zone est caractérisée par une forte variabilité intra et interannuelle en terme de fréquence et de volume.

Les pluies commencent au mois de juin dans la zone de Koassanga et s'arrêtent généralement en octobre. Les caractéristiques du climat et les moyennes pluviométriques de la zone du projet recueillies sur la période de 1970 à 2005 sont regroupées dans le tableau 1 et la figure 2

Tableau 1 : Caractéristiques du climat dans la zone de Koassanga de la période de 1970 à 2005

Type de climat	Nord Soudanien
Pluviométrie moyenne (annuelle en mm)	690
Période sèche	Novembre à Mai
Période humide	Juin - Octobre

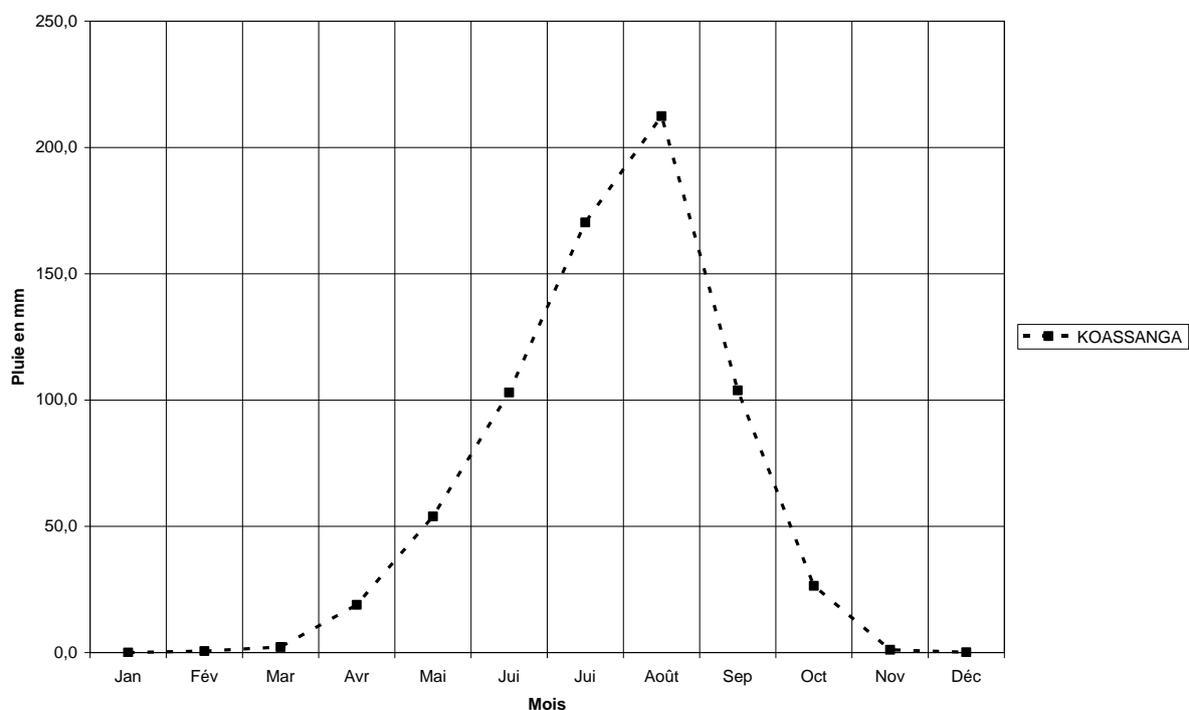


Figure 2 : Pluviométrie moyenne mensuelle de site de Koassanga (période de 1990 à 2005)

2-3-1-2-Températures

Les données de la station synoptique de Ouagadougou aéroport pour la période de 1960 à 2003 ont été utilisées pour la zone d'étude. Cette station est la plus proche disposant des mesures nécessaires. Le tableau 2 récapitule les valeurs moyennes des températures maximales et minimales sur la période considérée.

Tableau 2: Températures moyennes maximales et minimales de la station de Ouaga Aéroport (1960 à 2003)

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Température Maxi en °C	33,2	36	38,4	39,2	37,7	34,6	32,1	31	32,3	35,5	35,9	33,6
Température mini en °C	16,5	19,1	23,3	26,4	26	24	22,8	22,2	22,3	23	19,7	17

On peut distinguer deux périodes chaudes et deux autres périodes fraîches au cours de l'année.

- Les périodes chaudes

La première se situe en mars - avril, où les températures maximales moyennes peuvent atteindre 39°C alors que les températures minimales moyennes avoisinent 26°C.

La seconde période chaude intervient après la saison des pluies en novembre avec des températures relativement faibles comparativement à la première période chaude. En effet, les températures maximales moyennes sont de l'ordre de 36°C et les minima varient dans l'ordre de 20 °C.

- Les périodes fraîches

La première se situe entre décembre et février avec des températures maximales moyennes variant entre 33°C et 36°C et des minimales moyennes de l'ordre de 16 ° C à 19°C.

La seconde période fraîche intervient pendant la saison pluvieuse entre juin et août. Les températures moyennes maximales varient entre 31°C et 34°C, les minima vont de 22°C à 24°C.

2-3-1-3-Evaporation et Evapotranspiration

Pour les mêmes raisons de disponibilité des mesures, les données sur l'évaporation et l'évapotranspiration de la station synoptique de Ouagadougou aéroport ont été utilisées. Généralement, l'évaporation d'une nappe d'eau libre est estimée à 1,15 fois l'évaporation de référence (recommandations FAO). Le tableau 3 ci-après résume les valeurs moyennes de l'évapotranspiration de référence (ETP) et de l'évaporation de d'une nappe d'eau libre (Eo)

Tableau 3 : Evapotranspiration de référence moyennes et évaporation de la station de Ouaga Aéroport (1960 à 2003)

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
ETP (mm)	186,6	187,4	205	186,6	180,2	146,4	130,1	121,9	135,6	169,3	172,5	178,8
Eo (mm)	214,6	215,5	235,8	216,9	207,2	168,4	149,6	140,2	155,9	194,7	198,4	205,6

2-3-1-4-Végétation

Les formations végétales rencontrées dans la zone d'étude selon GUILLOBEZ (1985) sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Répartition de la végétation

Zone		Espèces principales	Espèces secondaires
Koassanga	Savane arborée	<i>Butyrospermum paradoxum</i> <i>Parkia biglobosa</i>	<i>Detarium microcarpum</i> <i>Anogeisus leicarpus</i>

Source : GUILLOBEZ (1985)

2-3-1-5-Sols

Les études pédologiques ont permis de déterminer les types de sols sur le site de Koassanga.

On distingue trois types de sols :

- Sols Peu Evolués d'Apport Alluvial Hydromorphes PEAAH
- Sols Hydromorphes à Pseudo - Gley d'Ensemble HPGE
- Sols Ferrugineux tropicaux Lessivés Indurés Profonds FLIP

2-3-2-hydrologie

L'étude hydrologique dans la conception d'un ouvrage hydraulique (barrage et périmètre irrigué) est importante en ce sens qu'elle permet d'une part, d'étudier les conditions de remplissage de la réserve d'eau et d'autre part, d'estimer la crue de projet.

Le bassin versant de Koassanga a été délimité à partir du logiciel Arcview., grâce à la Base Nationale des données Topographiques (BNDT) obtenue auprès de l'institut géographique du Burkina (IGB).

Les caractéristiques du bassin versant sont résumées dans le tableau.

Tableau 5 : Caractéristiques physiques du bassin versant de Koassanga

Paramètres	Valeurs
Superficie	78, 2 (km ²)
Périmètre	35, 6 (km)
Indice global de pente Ig	1,9 m/km
Indice de compacité Ic de Gravelius	Ic = 1,3
Rectangle équivalent	L= 9,90 km
Pente longitudinal l	I = 3 ‰
Dénivelée spécifique (Ds)	$Ds = Ig * S^{0,5} = 26$
Classe de perméabilité	R2P3

2-3-3-Pluviometrie

Les études statistiques des pluies annuelles et des pluies maximales journalières ont pour objectif de déterminer des pluies de fréquences de retour intervenant dans le volume des apports et de la crue de projet. Les données pluviométriques de la station météorologique de Guilongou sur une période de 36 ans (1970 à 2005) ont été utilisées du fait de la proximité avec le site de Koassanga pour les analyses fréquentielles. Les coordonnées géographiques de la station considérée sont les suivantes :

- longitude : 01° 18 Ouest
- latitude : 12° 37 Nord

Les traitements des données ont été effectués à l'aide du logiciel HYFRAN qui est un logiciel de statistiques et d'analyse fréquentielle adaptées à l'évaluation du risque en hydrologie. Les ajustements des pluies annuelles moyennes et des pluies maximales journalières ont été faits respectivement par la loi de Gauss (Figure 3 et la loi de Gumbel (Figure 4). Le détail des ajustements figure en annexe et les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 6.

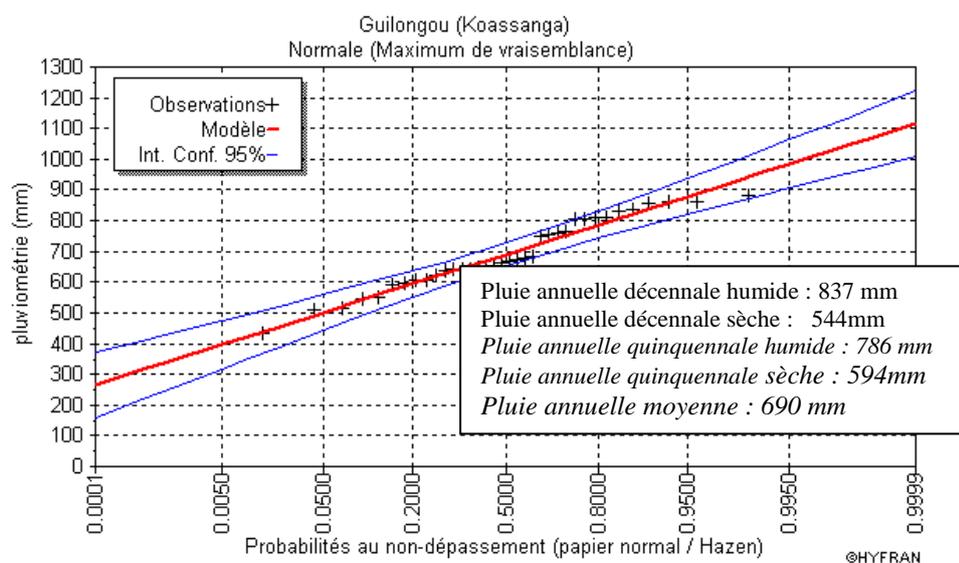


Figure 3 : Ajustement des pluies annuelles à la loi Normale

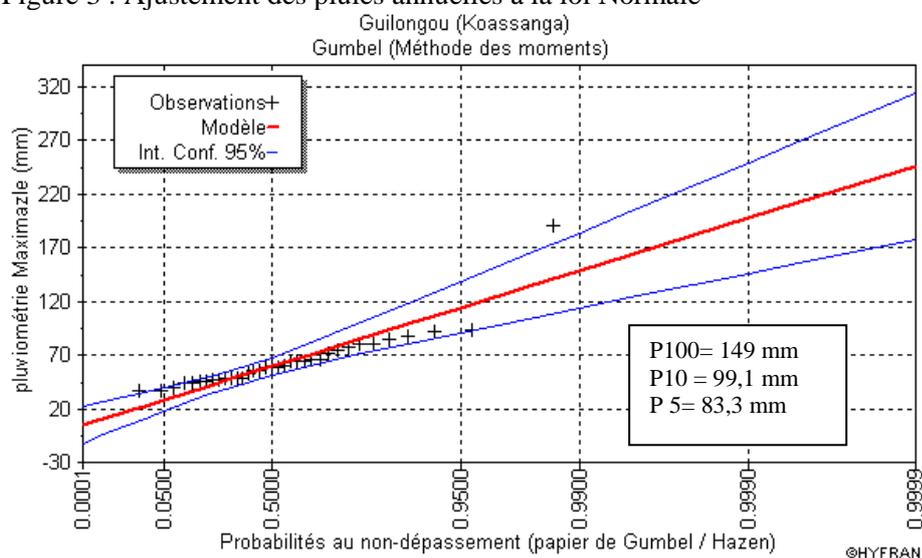


Figure 4 Ajustement des pluies maximales journalières à la loi Gumbel

Tableau 6 : Synthèse de l'analyse fréquentielle des pluies annuelles et journalières de Guilongou (Koassanga)

Paramètres	Valeurs (mm)
Pluie annuelle décennale humide	837
Pluie annuelle quinquennale humide	786
Pluie annuelle moyenne	690
Pluie annuelle quinquennale sèche	594
Pluie annuelle décennale sèche	544
Pluie journalière décennale (P_{10})	99,1
Pluie journalière quinquennale (P_5)	83,3
Pluie journalière centennale (P_{100})	149

La pluie moyenne annuelle étant comprise entre 300 mm et 750 mm, le régime climatique est du type sahélien.

2-3-4-Apport en eau

Cette étude permet de vérifier si la retenue d'eau se remplit convenablement sur un cycle annuel afin de satisfaire les besoins en eau des cultures et autres besoins des bénéficiaires de la retenue d'eau.

Les volumes écoulés sur le bassin versant de Koassanga sont présentés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Apports sur le bassin versant de Koassanga

Récurrences	Coefficient (%)	Superficie (km ²)	Pluie (mm)	Volume (m ³)
Année moyenne	4	78,16	727	2 272 892,8
Année quinquennale sèche	3	78,16	615	1 442 052
Année quinquennale humide	5	78,16	839	3 278 812
Année décennale sèche	2	78,16	557	870 702,4
Année décennale humide	6	78,16	898	4 211 260,8

Source : ECR/BPT, 2005

Nous pouvons conclure que les apports annuels sont suffisants pour remplir la retenue et cela même pour des années de pluviométrie très faible atteignant la décennale sèche; en effet, le volume de la retenue est estimé à 527 290 m³. Ce qui est inférieur aux apports en année décennale sèche (870 702,4 m³).

2-3-5-Estimation de la Crue de projet

Les méthodes de prédétermination des crues de fréquence décennale sont utilisées pour l'estimation des crues. Le bulletin FAO d'irrigation et de drainage n° 54 [2] qui est le résultat de l'ensemble des méthodes existantes, a servi de référence pour le calcul et l'estimation des crues et apports des bassins versants. Les méthodes de l'ORSTOM et du CIEH ont été appliquées pour le calcul de la crue de projet. Les deux méthodes ont abouti sensiblement aux mêmes résultats et nous retiendrons pour la suite des études un débit de projet $Q_{100} = 62,62 \text{ m}^3/\text{s}$. Les deux méthodes ont été bien spécifiées dans le chapitre de la note de calcul et les résultats obtenus peuvent être synthétisés comme suit :

- Superficie du bassin versant : 78,16 km²
- Pente du bassin : $l = 0,026 / 78,16^{0,5} = 2,8 \text{ ‰}$ soit 3 ‰
- Type de bassin versant: R2P3
- Apports en année moyenne : 2 272 893 m³
- Q_{10} ORSTOM = 27,04 m³/s et $Q_{100} = 54,08 \text{ m}^3/\text{s}$
- Q_{10} CIEH = 30,81 m³/s et $Q_{100} = 61,62 \text{ m}^3/\text{s}$
- Crue de projet : 61,62 m³/s

2-4-PEDOLOGIE

Les données pédologiques d'un site à aménager sont d'une grande importance. En effet elles permettent d'une part d'évaluer les aptitudes des sols par rapport aux exigences des cultures et d'autre part leurs aptitudes à l'irrigation. Ces informations permettent donc de faire un choix judicieux des cultures et de la méthode d'irrigation.

L'étude pédologique de l'aval du barrage de Koassanga a été réalisée par un expert pédologue sous la direction du Bureau d'étude. Ces études ont révélé trois (3) unités de sols dont les principales caractéristiques sont résumées comme suit :

2-4-1-Sols Hydromorphes à Pseudo-Gley d'Ensemble (HPGE)

Au Burkina Faso, d'après les études faites par BUNASOLS depuis 1976, les sols hydromorphes représentent 13 % des superficies après les sols ferrugineux (39%) et les sols peu évolués (26%). Ils sont généralement caractérisés par une hydromorphie qui imprime au sol des caractéristiques physiques défavorables.

En effet, les Sols Hydromorphes à Pseudo - Gley d'Ensemble (HPGE) sont très souvent engorgés en surface ou sur l'ensemble du profil et présentent une fertilité chimique moyenne. Ces types de sol sont généralement rizicoles en saison pluvieuse mais conviennent bien aux cultures maraîchères pendant la saison sèche quand les conditions hydrauliques sont requises. Ce sont des excellents sols irrigables et représentent la majorité des sols du périmètre de Koassanga (14,01ha).

2-4-2-Sols Peu Evolués d'Apport Alluvial Hydromorphes (PEAAH)

Les Sols Peu Evolués d'Apport Alluvial Hydromorphes (PEAAH) sont généralement situés sur les bourrelets des berges. Ils sont caractérisés par une profondeur en général moyenne, une perméabilité lente et un engorgement temporaire. Leur fertilité chimique est assez bonne et ce sont des sols irrigables à facilement irrigables. Par ailleurs, l'ensemble des propriétés de ces sols peut être amélioré par des apports de matières organiques et une fertilisation minérale. Ils occupent une superficie de 3,73 ha sur le périmètre irrigué de Koassanga.

2-4-3-Sols Ferrugineux tropicaux Lessivés Indurés Profonds (FLIP)

Les Sols Ferrugineux tropicaux Lessivés Indurés Profonds (FLIP) sont caractérisés par une profondeur limitée mais variable et présente une fertilité naturelle assez faible. Ces types de sols possèdent généralement des potentialités agricoles faibles mais peuvent être utilisés pour des cultures peu exigeantes (mil, arachide ou sésame). Leur aptitude à l'irrigation est limitée mais ne s'étendent que sur 1,5 ha sur le périmètre de Koassanga.

Le tableau 8 résume les aptitudes des sols par rapports à différentes spéculations.

Tableau 8: Aptitudes des unités cartographiques en conditions de maîtrise totale de l'eau.

Unités cartographiques de sols	Types d'Utilisation des Terres (TUT) et classes d'aptitude globale des sols						
	Maïs et riz irrigués		Cultures maraîchères				
	Maïs	Riz	Aubergine, Chou, Tomate	Carotte	Oignons	Piment Poivron	Pomme de terre
I	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
II	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
III	S3	N1	S2	S2	S2	S2	S2

S1: sols très aptes ou aptes; S2: sols moyennement aptes; S3: sols marginalement aptes;

N1 : sols actuellement inaptes; N2 : sols définitivement inaptes

I : Unité cartographique constituée de sols HPGE

II : Unité cartographique constituée de sols PEAAH

III : Unité cartographique constituée de sols FLIP

Cette étude permet de conclure que toute la superficie nette aménagée à l'aval du barrage de Koassanga est apte à l'irrigation.

2-5-RESSOURCE EN EAU

Le périmètre aménagé de Koassanga sera irrigué à partir du barrage de Koassanga. Mais cette retenue d'eau n'est pas fonctionnelle présentement en raison de la rupture de la digue dans sa partie centrale. Notons cependant que des études ont été effectuées dans l'objectif de la réhabilitation de la retenue. Il s'agit des études menées par ECR/BTP en 2005 [3] et qui avaient été approuvées. La retenue d'eau encaisse les eaux de ruissellement d'un bassin versant de 78 km² et sa capacité maximale est estimée à 527 290 m³.

2-6-ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

Afin d'éviter un gaspillage de la réserve d'eau, il est important d'évaluer les besoins en eau pour toute utilisation. En effet, la retenue d'eau est utilisée essentiellement pour les besoins agricoles mais aussi pour les besoins humains et pastoraux.

2-6-1-Besoins en eau humains et pastoraux

D'après les données socio-économiques du site de Koassanga, la production d'eau potable est assurée par 14 forages tous accessibles à la population. Aussi la retenue d'eau est utilisée essentiellement pour les besoins agricoles et l'approvisionnement en eau du bétail.

Les données quantitatives sur le bétail n'étaient pas disponibles d'après les études socio-économiques réalisées sur la zone [1]. Aussi nous avons considéré la densité de bétail équivalente à 1 bête pour 4 à 6 ha valable pour la zone sahéenne [4]. Ainsi selon la taille du bassin versant de Koassanga, on peut estimer que 1560 bêtes en moyenne s'approvisionnent dans la retenue d'eau et la consommation moyenne est estimée à 30 l/j/tête [4]. Le tableau 9 récapitule les besoins en eau des animaux pendant la période d'utilisation de la retenue en saison sèche.

Tableau 9 : besoins en eau des animaux

Mois	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
Nombre d'animaux	1560	1560	1560	1560	1560	1560
Consommation jour	30	30	30	30	30	30
Besoins mensuels (l)	1404000	1404000	1404000	1404000	1404000	1404000
Besoins mensuels (m ³)	1404	1404	1404	1404	1404	1404

2-6-2-Besoins en eau des cultures

L'évaluation des besoins en eau de chaque culture pendant la période de production tient compte de certains paramètres. Ces paramètres sont définis en fonction du stade phénologique de la culture et de la demande climatique du milieu. En effet, les besoins bruts sont influencés par les facteurs climatiques (ETP et apports pluviométriques) et agronomiques (saturation du sol, perte par infiltration, remplissage des bassins, besoins des plantes).

Les besoins en eau des cultures sont présentés dans les tableaux 10 et 11 mais les calculs détaillés sont illustrés dans les notes de calcul.

Tableau 10: besoins en eau du riz en saison des pluies

Période	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Besoins bruts (mm)	267,3	225,3	236,1	175,2	173,3
Besoins bruts (m3/ha)	2673,3	2252,6	2361,1	1752,0	1732,6
Besoin brut cycle (m3/ha)	10771,6				

Tableau 11 : besoins en eau des cultures maraichères (saison sèche)

Période	Novembre	Décembre	Janvier	Février
Besoins bruts (mm)	186,7	215,1	384,0	321,1
Besoins bruts (m3/ha)	1867,2	2150,6	3840,3	3211,3
Besoin brut cycle (m3/ha)	11069,4			

2-7-PARAMETRES DE BASE DE L'IRRIGATION

Les paramètres suivants ont été calculés :

- le débit fictif continu (DFC),
- le débit maximum de pointe (DMP),
- la main d'eau (m)
- la surface du quartier hydraulique (Sw).

Sur la base des notes de calcul, les paramètres du tableau 12 ont été retenus.

Tableau 12 : Paramètres de base de l'irrigation

Mois le plus contraignant	Besoins en eau (m ³ /ha)	DMP (l/s/ha)	m (l/s)	Sw (ha)
Janvier	3840,3	5	25 ou 30	4 à 6

2-8- ESTIMATIONS DES PERTES D'EAU DANS LA RETENUE

2-8-1-Pertes d'eau par évaporation et par infiltration

- Les pertes d'eau par évaporation sont calculées par la formule de POUYAUD généralement appliquée pour les régions sahéniennes et tropicales sèches.

$E_{ret} = 1,664 * (E_{bacA})^{0,602}$ avec E_{ret} = Evaporation sur la retenue en mm / jour et

E_{bacA} = Evaporation au bac classe A en mm/jour.

- Les pertes d'eau par infiltration ont été estimées en moyenne à 2 mm/j soit 60 mm /mois.

Les résultats obtenus pour l'ensemble des pertes sont présentés dans le tableau ci-contre.

Tableau 13: calcul des pertes par évaporation et par infiltration

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Eret (mensuel) en mm	183	178	215	211	206	181	160	143	144	165	173	176
Infiltration mensuel (mm)	60	56	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Total des Pertes en eau (mm)	243	234	275	271	266	241	220	203	204	225	233	236

2-8-2-Pertes d'eau par dépôt solides

Des formules empiriques comme celle de GOTTSCHALK (USA) et du CIEH - EIER généralement utilisées au Burkina Faso permettent d'estimer la perte de volume d'eau relative aux apports de sédiments dans la cuvette. Les paramètres influençant sont essentiellement la pluviométrie, l'érosion et la taille du bassin versant.

Ainsi, les apports annuels de sédiment au km² sont exprimés par les relations suivantes :

- formule de GOTTSCHALK (USA) $D = 260 * S^{(-0,1)}$ et $V = D * V$ en m³
- formule de l'EIER/CIEH (GRESILLON) $D = 700 * (P/500)^{-2,2} * S^{-0,1}$ avec
 - D = dégradation spécifique annuelle en m³/Km²/an,
 - S = superficie du bassin versant en Km² et
 - P = pluviométrie moyenne annuelle en mm

Dans le présent projet les apports annuels de dépôt solide calculés par les différentes formules sont résumés dans le tableau 14.

Tableau 14: Apports de sédiments dans la retenue de Koassanga

Méthode	D (m ³ /km/an)	Volume des apports annuels (m ³)	Durée de vie de la retenue
GOTTSCHALK (USA)	168	13148	40
EIER-CIEH	223	17428	30

Ces valeurs semblent être trop élevée pour ce petit bassin versant.

En effet, des études antérieures menées sur d'autres sites au Burkina Faso avaient déterminé des dégradations spécifiques annuelles de l'ordre de 6,2 à 50 m³ au km² [4]. Cependant d'autres études ont déterminées des dégradations spécifiques assez importante, de l'ordre de 75 m³/km/an (barrage de Boulbi) à 260 m³/km/an (barrage de Samboendi). Aussi dans le cadre de notre étude, les valeurs obtenues par la formule de EIER/CIEH peuvent être considérées.

2-9-DELIMITATION ET DECOUPAGE DU PERIMETRE

La délimitation et le découpage du périmètre de Koassanga ont été fait suivant les contraintes topographiques et pédologiques du site. La côte de la prise d'eau a été prise en compte afin de s'assurer que toutes les parcelles aménagées soient parfaitement dominées pour une bonne irrigation.

Par ailleurs, l'estimation de la superficie à aménager a été faite à partir de quelques hypothèses :

- Capacité maximale de la retenue ;
- Besoins en eau des cultures pendant la saison sèche et la saison humide ;
- Besoins en eau des animaux et
- Pertes par infiltration et par évaporation.

2-9-1- Courbe hauteur – Volume de la retenue

La courbe hauteur _volume est établie à partir des données topographiques de la cuvette. Les données de l'étude sur la réfection du barrage de Koassanga réalisée par ECR/BTP [3] en 2005 et qui avaient été approuvées ont été exploitées dans la présente étude. La côte du déversoir de la retenue d'eau de

Koassanga est de 100 m et la prise d'eau est calée à la côte 98,50m ce qui correspond à une capacité maximale de 527 290 m³.

2-9-2- Courbe d'exploitation de la retenue d'eau de Koassanga

Elle est établie à partir de la courbe hauteur/volume de la retenue d'eau. Elle permet d'évaluer la superficie exploitable en fonction de la capacité de la retenue tout en tenant compte des pertes d'eau probables (pertes par évaporation et infiltration et par dépôt solides) ainsi que des autres types d'utilisation de l'eau (tableau 15).

Le volume d'eau normale stockée dans la retenue est estimé à 527 290 m³. En saison pluvieuse, l'essentiel des besoins en eau des cultures est couvert par les pluies pour la riziculture et éventuellement le maïs, cependant une irrigation d'appoint pourra être faite à partir de la retenue d'eau et en saison sèche la réserve d'eau est utilisée pour les cultures maraîchères dont les besoins sont présentés dans le tableau 15. Ainsi la riziculture est pratiquée sur toute la superficie de l'aménagement pendant la saison des pluies ; par contre en saison sèche ce sont les cultures maraîchères qui sont pratiquées sur une superficie d'environ 8 ha en raison de la capacité réduite de la réserve d'eau.

Tableau 15: Besoins en eau des cultures maraîchères et des animaux et les pertes d'eau dans la retenue

Mois	Novembre	Décembre	Janvier	Février
Besoins (m ³) cultures Maraîchères	15063	17228	30802	26033
Besoins mensuels (m ³) du bétail	1404	1404	1404	1404
Besoins totaux (m ³)	16467	18632	32206	27437
Pertes (m) par infiltrations et évaporation	0,23	0,24	0,24	0,23

La simulation de l'utilisation de la retenue d'eau illustrée en figure 5 a été faite sur la base de quelques hypothèses :

- la retenue d'eau est pleine en fin octobre,
- les cultures maraîchères sont pratiquées sur une superficie d'environ 8 ha,
- les pertes par évaporation et par infiltration de la période de novembre à février ont été considérées,
- Alimentation en eau du bétail.

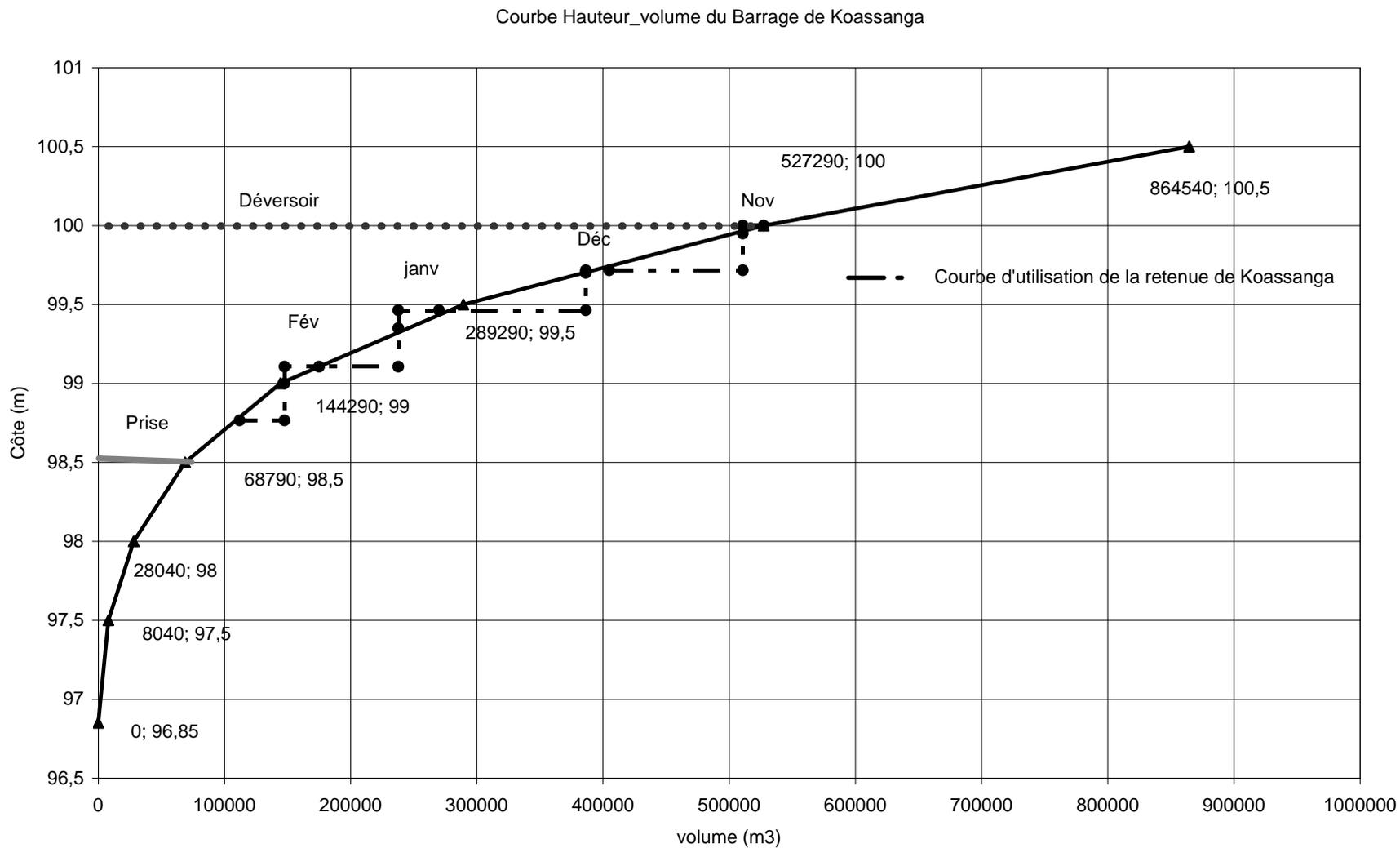


Figure 5 : Courbe d'utilisation de la retenue d'eau de Koassanga

CHAPITRE 3 : CONCEPTION GENERALE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

Le périmètre irrigué est situé dans la partie aval du barrage de Koassanga. Les parcelles sont irriguées par la méthode d'irrigation gravitaire. L'eau est apportée sur les parcelles au moyen de canaux à ciel ouvert. Un calage en altimétrie effectué de l'aval vers l'amont c'est-à-dire des parcelles jusqu'à la prise d'eau en passant par les canaux secondaires et primaire a été adopté.

La submersion par bassins délimités par des diguettes en terre sera utilisée pour la culture du riz. Cette méthode convient bien à la riziculture irriguée car elle permet de garder une lame d'eau suffisante sur la parcelle [5]. Cette lame d'eau présente de nombreux avantages [6] pour la plante et qui peuvent se résumer comme suit :

- Lutte contre les adventices et les insectes du sol ;
- Modération des effets des températures extrêmes et des vents forts et
- Amélioration de l'alimentation minérale de la plante.

3-1-RESEAU D'IRRIGATION

Le réseau d'irrigation a été tracé suivant les contraintes topographiques et pédologiques de sorte à maximiser la superficie à exploiter. La cote de la prise d'eau a été aussi considérée. Toute la superficie aménagée a été subdivisée en quatre quartiers hydrauliques.

Le schéma d'irrigation est établie sur le plan de masse de l'aménagement et peut être décrit comme suit:

❖ Une prise d'eau

Elle est positionnée en aval du barrage et domine toutes les parcelles afin que ces dernières soient convenablement desservies en eau.

❖ Une tête morte

Elle est constituée par le tronçon du canal primaire qui transporte l'eau depuis la prise jusqu'au premier secondaire.

❖ Un canal primaire

Le périmètre comprend un canal primaire qui domine toute la superficie irriguée. Le canal primaire est revêtu pour minimiser les pertes d'eau par infiltration et s'étend sur une longueur de 468,71 ml dont une partie présente une section trapézoïdale et l'autre une section rectangulaire.

❖ Des canaux secondaires

Le périmètre de Koassanga comprend trois canaux secondaires non revêtus et de section trapézoïdale. La longueur totale des secondaires est estimée à 1107,01ml. Les détails des caractéristiques hydrauliques sont résumés dans le tableau ci-après

❖ Des canaux tertiaires

Les parcelles sont irriguées par des canaux tertiaires en terre et de section trapézoïdale. Ces 19 tertiaires dont la longueur cumulée est estimée à 2112,02 ml jouent le rôle d'arroseur. Quelques unes de leurs caractéristiques hydrauliques sont résumées dans le tableau 16.

Tableau 16: Caractéristiques du réseau d'irrigation du périmètre de Koassanga

Canal principal	Canaux secondaires	Longueur des canaux secondaires (ml)	Canaux tertiaires	Longueur des canaux tertiaires (ml)	superficie dominée (ha)	Débit transporté (l/s)
canal primaire (Q=105l/s) 468,71 m	S1= 50l/s	311,74	T1_1	114,55	1.05	25
			T1_2	110,84	0.93	25
			T1_3	137,43	0.9	25
			T1_4	146,4	0.87	25
			T1_5	83,66	1.04	25
			T1_6	81,35	1.05	25
			T1_7	82,25	1.09	25
			T1_8	84,22	1.02	25
			T1_9	78,3	0.89	25
	S2 =30l/s	277,66	T2_1	176,7	1.08	30
			T2_2	142,81	1.24	30
			T2_3	152,46	0.76	30
			T2_4	118,62	0.81	30
			T2_5	155,88	1.04	30
			T2_6	127,27	1.37	30
	S3=25l/s	517,61	T3_1	82,88	0.99	25
			T3_2	68,86	1.01	25
			T3_3	55,72	1.02	25
			T3_4	111,82	1.01	25
Total	-	1107,01	19	2112,02	19.17	-

3-2-RESEAU DE DRAINAGE

Un réseau de drainage est conçu sur le périmètre aménagé pour les évacuations des eaux excédentaires provenant des parcelles ou les eaux sauvages, cela permet d'améliorer le fonctionnement du système. Le système de drainage et de protection tracé sur le plan de masse de l'aménagement est décrit comme suit:

❖ Un réseau d'assainissement agricole

Ce réseau est formé par des canaux de drainage principalement de deux ordres tertiaires et secondaires qui sont généralement calqués sur le réseau d'irrigation. Il s'agit essentiellement des colatures de parcelle au nombre de dix neuf (19) et dont la longueur cumulée est de 2597,62 ml et de trois (3) drains secondaires longs de 559,9 ml qui évacuent les eaux de drainage directement dans le cours d'eau.

Ces canaux qui sont en terre et de section trapézoïdale permettent d'assainir les parcelles (évacuation des excès d'eau et permet également le renouvellement de la lame d'eau).

❖ Une colature de ceinture qui s'étend sur 1152,86 ml et protège le périmètre contre les eaux sauvages. Elle est positionnée parallèlement au canal primaire et au canal secondaire S3.

❖ **1 Emissaire** dont la longueur est estimée à 194, 58 ml et évacue les eaux de ruissellement vers le cours d'eau.

❖ **La digue de protection** : Généralement, dans la conception des périmètres irrigués une digue de protection est souvent nécessaire pour la protection des ouvrages contre les inondations éventuelles en raison de la proximité du cours d'eau avec l'aménagement. Cette digue serait en principe positionnée en rive gauche parallèlement au cours d'eau et elle serait dimensionnée avec un débit correspondant à la crue décennale. Cependant compte tenu des contraintes budgétaires du projet, la digue de protection n'a pu être réalisée.

3-3- RESEAU DE CIRCULATION

Le réseau de circulation sur le périmètre est indispensable car il permet non seulement d'accéder facilement aux parcelles pour les différentes activités agricoles mais aussi aux différents réseaux (irrigation et de drainage) en place pour les travaux d'entretien. Il est composé essentiellement d'une (1) piste principale de 3,50 m de large et de longueur 465 ml et de trois pistes (3) pistes secondaires de 2 ml de large et de longueur cumulée 1100ml.

3-4 DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION

Les canaux sont dimensionnés suivant la formule de Manning –Strickler.

Dans la présente étude, les ouvrages ont été dimensionnés à l'aide d'un logiciel de calcul dénommé CANAL 9. Les paramètres tels que le débit Q , le coefficient de rugosité K_s , le fruit m , la pente i et la largeur au plafond sont introduits dans le programme. Les autres paramètres sont alors déduits ; ce sont essentiellement la profondeur d'eau normale Y_n , la vitesse d'écoulement v , le nombre de Froude Fr , la surface mouillée S_m et le périmètre mouillé P_m . Les valeurs de la largeur en base sont choisies dans la logique de la section hydrauliquement favorable soit $b=2y_n$. Le détail du dimensionnement figure dans la note de calcul.

3-4-1-Canal primaire

Il est alimenté par l'ouvrage de prise et domine une superficie totale d'environ 19,17 ha et une superficie nette de 17,25 ha. Le canal primaire transporte un débit de 105 l/s soit 4 mains d'eau dont 3 mains d'eau de 25l/s et une main d'eau de 30l/s. Il est caractérisé par deux types de sections de l'amont vers l'aval. En effet il présente une section trapézoïdale au début jusqu'au premier canal secondaire S1 et une section rectangulaire après ce secondaire compte tenu de la réduction du débit. Cela est important car il permet de réduire les coûts de l'aménagement et permet aussi de garantir un tyran d'eau nécessaire au bon fonctionnement des ouvrages de prise. Les caractéristiques géométriques et hydrauliques du canal primaire sont consignées dans le tableau 17.

Tableau 17 : Données Caractéristiques des biefs du canal primaire (revêtus)

Biefs	0_S1	S1_S2/S3
Section	Trapézoïdale	Rectangulaire
Débit Q (l/s)	105	55
Pente I (‰)	0,5	0,5
Coefficient de rugosité Ks	60	60
Fruit m	1	0
Largeur au plafond b (cm)	30	55
Tirant d'eau Yn (cm)	36	28
Revanche r (cm)	14	10
Profondeur totale H (cm)	50	40
Vitesse U (m/s)	0,43	0,36
Nombre de Froude Fr.	0,28	0,22

3-4-2-Canaux secondaires

Les secondaires de l'aménagement ont été dimensionnés pour délivrer la main d'eau nécessaire en tête de chaque quartier hydraulique. Pour des contraintes liées au coût du projet, les secondaires sont construits en terre et ils présentent une section trapézoïdale. Le tableau 18 illustre les caractéristiques essentielles du dimensionnement.

Tableau 18 : Données Caractéristiques des canaux secondaires trapézoïdale en terre

Paramètres	Canaux Secondaires		
	S1	S2	S3
-			
Débit Q (l/s)	50	30	25
Pente i (‰)	1	1	1
Fruit m	1	1	1
Coefficient de rugosité Ks	30	30	30
Largeur au plafond b (cm)	50	40	40
Tirant d'eau y (cm)	25	21	19
Profondeur totale H (cm)	40	30	30
Vitesse U (m/s)	0,2720	0,24	0,23
Nombre de Froude	0,20	0,20	0,19

3-4-3-Canaux tertiaires

On distingue deux types de tertiaires sur le périmètre irrigué. En effet les tertiaires des canaux secondaires S1 et S3 transporte chacun une main d'eau de 25 l/s alors que ceux du Secondaire S2 véhiculent une main d'eau de 30 l/s. Ils sont construits en remblai compacté et leurs caractéristiques sont consignées dans le tableau 19.

Tableau 19 : Données Caractéristiques des canaux tertiaires en terre (trapézoïdale)

Paramètres	Tertiaires	
Débit Q (l/s)	30	25
Pente i (‰)	1	1
Fruit m	1	1
Coefficient de rugosité Ks	30	30
Largeur au plafond b (cm)	40	40
Tirant d'eau y (cm)	21	19
Revanche r (cm)	9	11
Profondeur totale H (cm)	30	30
Vitesse U (m/s)	0,24	0,23
Nombre de Froude	0,20	0,1937

3-4-4-Ouvrages hydrauliques sur le périmètre irrigué de Koassanga

On retrouve quelques ouvrages hydrauliques positionnés sur le réseau d'irrigation. Il s'agit notamment de :

- l'ouvrage de tête sous forme de bassin de réception à la sortie de la prise d'eau du barrage de Koassanga
- des déversoirs de régulation et de prise dans le canal primaire et les canaux secondaires ;
- d'un partiteur positionné en fin du canal principal
- des chutes dans le canal primaire et les deux canaux secondaires S2 et S2
- des prises tout ou rien pour desservir les canaux tertiaires

3-4-4-1-Ouvrages de régulation sur le Canal principal et ouvrages de prises sur les canaux secondaires

Il s'agit de déversoirs transversaux (épais en béton) ; les déversoirs de régulation sont positionnés dans le canal principal à l'aval des ouvrages de prises placés dans les canaux secondaires.

Les caractéristiques des différents déversoirs sont récapitulées dans le tableau 20.

Tableau 20 : Caractéristiques des ouvrages de prise et de régulation dans les canaux primaire et secondaires

Déversoirs	Position des secondaires	Débit Q (m ³ /s)	longueur déversante Ld = b	lame d'eau sur le déversoir h	Pelle du déversoir P
Prise	S1	0,050	0,530	0,142	0,218
	S2	0,030	0,440	0,114	0,186
Régulation	R_S3	0,025	0,410	0,106	0,194
	R_S1	0,055	0,550	0,147	0,213

3-4-4-2-Partiteur sur le canal primaire

Un partiteur est construit en fin du canal primaire pour la répartition des débits dans les canaux secondaires S2 et S3. Les paramètres du dimensionnement sont spécifiés dans la note de calcul.

3-4-4-3-Ouvrages de chutes sur canaux primaire et secondaires

Les chutes sont construites sur le canal principal et les canaux secondaires afin de réduire les pentes trop élevées du terrain naturel. Ils sont généralement construits juste après la prise d'eau du canal le plus proche. On retrouve au total cinq (5) chutes sur le périmètre irrigué de Koassanga dont une (1) sur le canal primaire, trois (3) sur le canal secondaire 1 et une (1) chute sur le canal secondaire 2. Cependant il n'y a aucune chute sur le secondaire 3.

Les caractéristiques des chutes sont résumées dans le tableau 21.

Tableau 21: Caractéristiques des chutes sur le canal primaire et les canaux secondaires

N° canal	N° de chute	Q (l/s)	Hauteur de chute Z (m)	V (m ³)	Longueur du Bassin L (m)	Largeur du Bassin l (m)	Longueur du seuil déversant Ld (m)	Lame d'eau sur le déversoir hdev	Hauteur du seuil S
Primaire	1	105	0,08	0,06	0,12	1,01	0,91	0,16	0,20
S1	1	50	0,12	0,04	0,18	0,63	0,53	0,14	0,11
	2	50	0,20	0,07	0,30	0,63	0,53	0,14	0,11
	3	50	0,26	0,09	0,39	0,63	0,53	0,14	0,11
S2	1	30	0,19	0,04	0,29	0,43	0,33	0,14	0,07

3-4-4-Les Prises TOR (Tout Ou Rien)

Ils sont construits sur les canaux tertiaires et servent de prises pour l'alimentation des différentes parcelles de l'aménagement hydro agricole de Koassanga. Ces ouvrages sont généralement construits sur place et sont munis de vannes métalliques amovibles. On dénombre 19 prises TOR qui desservent les parcelles sur le périmètre irrigué de Koassanga.

3-5-DIMENSIONNEMENT DE RESEAU DE DRAINAGE ET DE PROTECTION

3-5-1-Dimensionnement des colatures de parcelles

Les colatures de parcelle sont dimensionnées pour évacuer la pluie critique correspondant à la pluie journalière décennale pendant un temps maximum estimé à la durée de submersion admissible pour le riz soit 72 heures. Les débits évacués par les différentes colatures de parcelles sont estimés en multipliant le débit spécifique par la superficie assainie par chaque colature. Les calculs sont présentés dans la note de calcul. On distingue deux catégories de colatures de parcelles sur le périmètre de Koassanga :

- ❖ Des colatures des secteurs hydrauliques desservis par les canaux secondaires S1 et S2 qui drainent des superficies de deux parcelles (environ 2 ha) soit un débit spécifique correspondant à 7,64 l/s ;
- ❖ et celles des mêmes secteurs hydrauliques en plus des colatures du secteur hydraulique desservis par le canal secondaire S3 qui draine chacune une seule parcelle, soit un débit spécifique de 3,82 l/s. Les caractéristiques des différentes colatures sont résumées dans le tableau 22.

Tableau 22 : Donnés caractéristiques des colatures tertiaires de l'aménagement de Koassanga

Colatures tertiaires	Superficie drainée (ha)	Débit spécifique (l/s)	Pente	Largeur au plafond (m)	Tirant d'eau (m)	hauteur du canal (m)	Vitesse (m/s)	Nombre de Froude
T1_1	2,10	7,64	0,002	0,20	0,13	0,20	0,20	0,20
T1_2	2,02	7,64	0,003	0,20	0,11	0,20	0,23	0,25
T1_4	1,89	7,64	0,002	0,20	0,13	0,20	0,20	0,20
T1_3	0,9	3,82	0,005	0,15	0,08	0,20	0,23	0,30
T1_5	1,04	3,82	0,001	0,20	0,10	0,20	0,12	0,15
T1_6	1,05	3,82	0,001	0,20	0,10	0,20	0,12	0,15
T1_7	1,09	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T1_8	1,02	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T1_9	0,89	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T2_3	1,84	7,64	0,002	0,20	0,13	0,20	0,20	0,20
T2_1	1,08	3,82	0,0005	0,20	0,13	0,20	0,10	0,10
T2_2	1,24	3,82	0,001	0,20	0,10	0,20	0,12	0,15
T2_4	0,81	3,82	0,001	0,20	0,10	0,20	0,12	0,15
T2_5	1,04	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T2_6	1,37	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T3_1	0,99	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T3_2	1,01	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T3_3	1,02	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T3_4	1,01	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20

3-5-2-Dimensionnement des colatures secondaires

Les colatures secondaires sont conçues pour évacuer les eaux provenant des colatures de parcelles vers le cours d'eau. Il y a trois colatures secondaires :

- ❖ la colature secondaire S1 draine les eaux de 4 colatures de parcelle (CT1_1, CT1_2, CT1_6 et CT1_7) ;
- ❖ la colature secondaire S2 draine les eaux de 2 colatures tertiaires (CT2_3 et CT2_1) et
- ❖ la colature secondaire S3 draine les eaux de 3 colatures tertiaires (CT2_2, CT2_4 et CT2_5)

Les débits évacués par les trois colatures secondaires CS1, CS2 et CS3 sont respectivement de 15,28 l/s, 7,64 l/s et 11,46 l/s. Les caractéristiques des colatures secondaires sont établies dans le tableau 23.

Tableau 23 : Données caractéristiques des colatures secondaires

Paramètres	CS1	CS2	CS3
Débit (l/s)	15,28	7,64	11,46
Pente i (‰)	2	1	2
Fruit m	1	1	1
Coefficient de rugosité Ks	25	25	25
Largeur au plafond b (cm)	20	25	25
Tirant d'eau y (cm)	11	14	13
Profondeur totale H (cm)	20	20	20
Vitesse U (m/s)	0,41	0,15	0,21
Nombre de Froude	0,46	0,15	0,21

3-5-3-Dimensionnement de la colature de ceinture (CC) et de l'émissaire

La colature de ceinture empêche les eaux de ruissellement de pénétrer dans la zone aménagée et permet ainsi de réduire les dimensions des colatures intérieures. Elle est dimensionnée pour évacuer la pluie décennale (P_{10}) en 10 heures et elle est subdivisée en 3 biefs. Les caractéristiques de la colature de ceinture et de l'émissaire sont établies dans le tableau 24.

Tableau 24: Caractéristiques hydrauliques de la colature de ceinture et de l'émissaire de Koassanga

Paramètres	CC1		CC2	CC3	EMISSAIRE	
Longueur (ml)	673,6		179,48	299,78	194,58	
Débit Q (l/s)	81		21	36	0,102	
Pente i (‰)	1	2	2	2	1	3
Fruit m	1		1	1	1	1
Coefficient de rugosité Ks	25	25	25	25	25	25
Largeur au plafond b (cm)	65	55	35	40	75	60
Tirant d'eau y (cm)	31	28	16	21	33	27
Vitesse U (m/s)	0,27	0,35	0,25	0,28	0,28	0,42
Nombre de Froude	0,17	0,23	0,22	0,23	0,18	0,30

CHAPITRE 4: MODE DE GESTION DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

4-1-ATTRIBUTION DES PARCELLES

Compte tenu des contraintes diverses en l'occurrence, la capacité limitée de la retenue et le coût de l'aménagement, la superficie totale aménagée se limite à environ 19 parcelles d'une superficie moyenne de 1 ha chacune. La superficie nette aménagée est de 17,25 ha. On peut alors remarquer qu'une partie seulement de la population pourra bénéficier de l'exploitation des parcelles. Aussi suivant les objectifs du projet et dans le souci de satisfaire la majorité de la population, les parcelles pourraient être attribuées avec une superficie moyenne de 0,5 ha ou 0,25 ha soit donc 38 à 76 familles bénéficiaires. Signalons tout de même que cette attribution doit être faite de manière à intéresser le paysan. En effet, les expériences sur des aménagements antérieurs ont montré que le paysan avait tendance à négliger les travaux sur le périmètre rizicole au profit des autres occupations si la superficie qui lui était attribuée était réduite ce qui aura certainement une incidence négative sur les objectifs de rendement du périmètre.

4-2-GESTION DU PERIMETRE IRRIGUE DE KOASSANGA

Pour un bon fonctionnement du périmètre irrigué de Koassanga il serait intéressant de créer une structure de gestion telle que la M.O.K ou Maîtrise d'œuvre de Koassanga à l'image de la M.O.B (Maîtrise d'œuvre de Bagré). Elle sera ainsi chargée de réaliser certaines activités qui peuvent être résumées dans la figure 6 ci-contre.

Les activités de la MOK pourront être menées dans un premier dans la logique de « l'approche intégrée » pendant une période suffisante pour une bonne maîtrise des différentes techniques. Ainsi, au fur et à mesure de l'assimilation des différentes fonctions du périmètre par les principaux concernés, la gestion du périmètre par la méthode de « l'approche parcellaire » pourra alors être appliquée.

Par ailleurs, le périmètre irrigué est un système dynamique qui évolue avec le temps (vieillessement et comblement des canaux d'irrigation et de drainage, pertes importante d'eau, appauvrissement des sols, détérioration des ouvrages de prise et de régulation...). Il est donc important de faire des suivis – évaluations qui permettront d'adapter les activités du périmètre aux caractéristiques du système en place afin de toujours répondre aux objectifs globaux de cet aménagement hydro agricole.

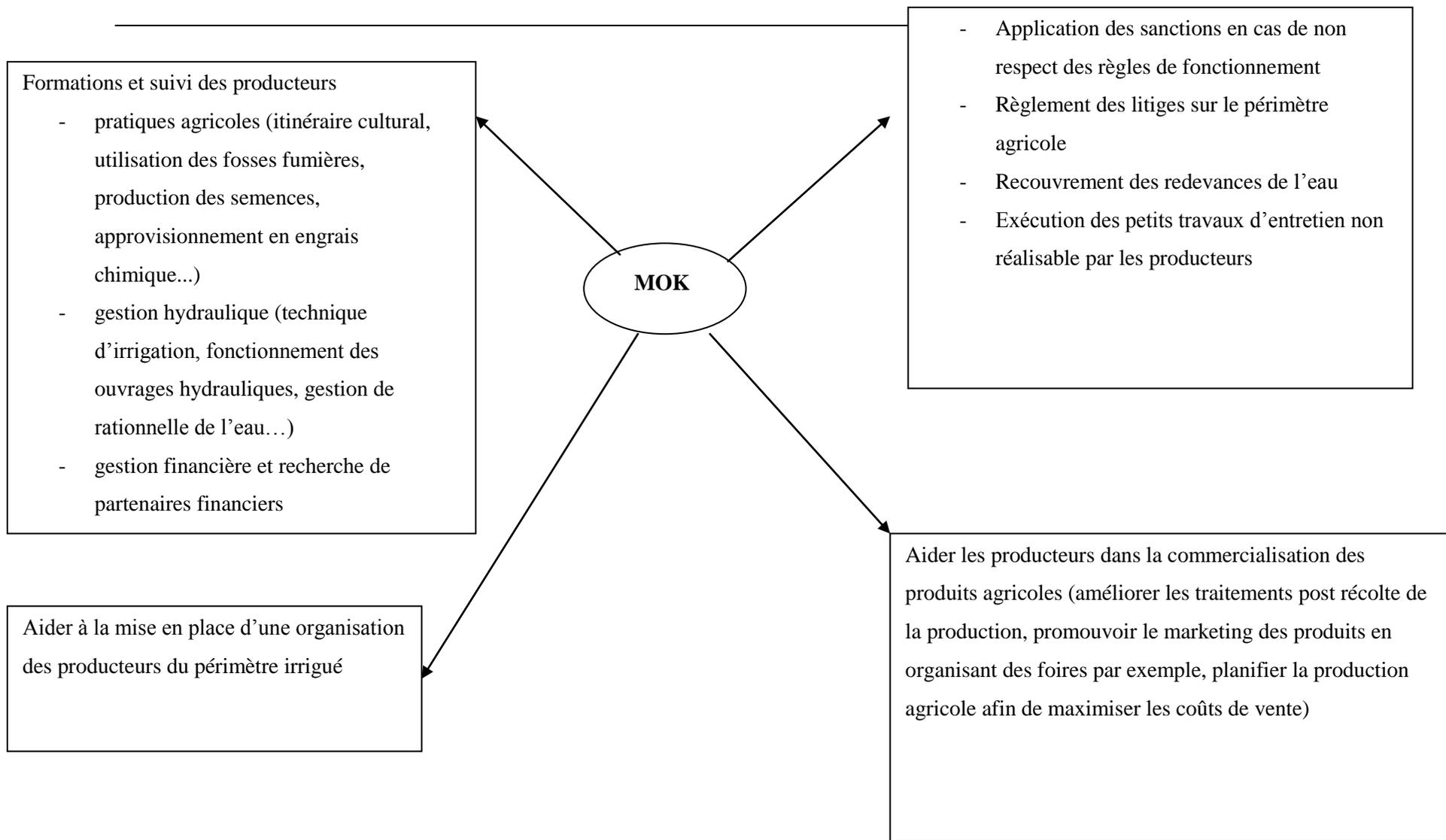


Figure 6 : quelques attributions de la Maîtrise d'œuvre de Koassanga

Enfin au niveau des producteurs eux mêmes, il est indispensable de redynamiser les organisations déjà existantes pour une bonne coordination des diverses activités du périmètre sous la supervision de la M.O.K. Ainsi ils pourraient facilement réaliser certaines activités courantes :

- organisation des travaux sur le périmètre avant le début de chaque campagne agricole tel le nettoyage des canaux d'irrigation,
- organisation de l'approvisionnement en intrants agricoles tels les engrais et les semences,
- organisation du tour d'eau,
- lutte contre la divagation des animaux et
- recherche de partenaires financiers pour les crédits agricoles.

4-3-CALCUL DE RENTABILITE DE L'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE DE KOASSANGA

Les études socio - économiques avaient mis en exergue une rentabilité des activités agricoles pratiquées sur le site avant l'aménagement. En effet, les activités agricoles préférentiellement les cultures maraîchères étaient pratiquées en contre saison sur des superficies moyennes de 0,5 ha. Des recettes moyennes de 784 684 francs CFA étaient réalisées pour des bénéfices moyens de 583 520 francs CFA [1].

Cependant il serait intéressant d'évaluer l'impact de l'aménagement agricole sur les revenus des producteurs à travers une analyse sommaire des revenus des bénéficiaires dans la situation nouvelle.

Dans cette partie de l'étude, une simulation des comptes d'exploitation est effectuée afin de dégager la rentabilité économique de l'aménagement. On peut remarquer que la rentabilité économique d'un périmètre agricole dépend de nombreux facteurs :

- Le coût de réalisation de l'aménagement
- Les charges d'exploitation
- Les gains de revenus des producteurs

Il faut noter que ce dernier facteur dépend d'une part de la productivité du système (itinéraire technique, niveau d'équipement ...) et d'autre part de la capacité d'écoulement de la production (organisation de circuits de commercialisation, conservation des produits...).

Certains paramètres sont indispensables pour la détermination des comptes d'exploitation en l'occurrence, les superficies emblavées, le cours actuel des prix de vente des produits agricoles ainsi que l'utilisation des inputs (semences, engrais organiques et chimiques, matériels agricoles, traitement phytosanitaires...).

4-3-1-Estimation des charges fixes d'exploitation

Ces estimations sont faites sur la base d'un certain nombre d'hypothèse :

- Durée de l'amortissement de l'ouvrage (considéré dans la catégorie de petits ouvrages) 30 ans
- Taux d'intérêt de 6,5 %

Les charges de capital et d'exploitation considérées comme les charges fixes d'exploitation sont des paramètres qui peuvent aider à l'évaluation de la redevance de l'eau que les producteurs pourraient s'en acquittés pour chaque campagne agricole. Le tableau 25 résume les résultats obtenus.

Tableau 25 : Estimation des charges fixes d'exploitation

	Libellé	Montant
Charge fixe d'exploitation	Coût total de l'aménagement à l'hectare	5 470 000
	Charges de capital annuelles à l'hectare	$(5\,470\,000 * 1,065) / 30 = 194\,185$
Charges d'exploitation	Frais d'administration et autres frais généraux (2,5%)	4900
	Les frais d'entretien (1%)	1950
	Charges d'exploitation annuelles à l'hectare	6850

Ainsi dans ce cas ci, la redevance annuelle peut être estimée $R = 6850 + 194185$ ce qui correspond à une redevance moyenne de cent mille francs (100 000 de Frs) par campagne et par hectare.

Cette redevance semble être un peu élevée pour une irrigation faite par la méthode gravitaire. Cependant dans la littérature, les redevances varient selon les types d'aménagements et les régions d'implantation au Burkina Faso. Ainsi par exemple, dans l'Ouest du pays, les producteurs de la vallée du Kou ont une redevance d'environ 35 000 à 50 000 Frs respectivement pour la campagne humide et la campagne sèche tandis qu'à la vallée du Sourou qui est une zone moins arrosée que l'Ouest et dont l'irrigation nécessite une consommation d'énergie, les producteurs payent en moyenne une redevance d'eau de cent mille francs (100 000) par campagne. Dans le cas présent de cet aménagement nous allons adopter une redevance globale de 67 000 francs soit la moyenne des deux extrêmes (35000 et 100000).

4-3-2-Estimation du compte d'exploitation d'un producteur de riz en campagne humide

Ce tableau qui donne une estimation des coûts de réalisation de certains travaux agricole est inspiré de l'étude du compte d'exploitation d'un producteur du périmètre rizicole de Bagré au Burkina Faso pour une campagne de production [7]. Le tableau 26 présente une estimation du coût d'utilisation des matériels agricoles en fonction de leur durée de vie. Il est important de signaler que la majorité des producteurs ne disposent pas de ces matériels ; en général ces matériels sont obtenus location.

Tableau 26 : Coût d'utilisation des matériels agricoles

Libellé	Montant	Durée	Amortissement annuel
Charrue	35000	20	1750
Herse	60000	10	6000
Charrette	60000	20	3000
Batteuse	100000	5	20000
Houe rotative	25000	5	5000
Pulvérisateur	30000	5	6000
Total			41750

En ce qui concerne la détermination des recettes d'exploitation quelques hypothèses ont été émises :

- l'objectif de la production du riz est estimé à 6 000 kg par hectare ;
- selon le cours d'évolution actuel du riz au Burkina Faso nous estimons le kg de riz paddy à 100 francs le kg.

Le tableau 27 résume les différentes rubriques permettant d'apprécier le revenu brut de producteur de riz pendant la saison hivernale.

Tableau 27 : Compte d'exploitation d'un producteur de riz

Charges		Produits	
Charges fixes	Montant	Recettes	600000
Charrue	875		
Herse	3000		
Charrette	1500		
Batteuse	10000		
Houe rotative	2500		
Pulvérisateur	3000		
Totales charges fixes	20875		
Charges variables			
Semence	10000		
Engrais	90000		
Frais de stockage	20000		
Frais eau	67000		
Herbicide	4000		
autres travaux d'entretien	25000		
Totale charges variables	216000		
Charges totales	236875	Total recette	600000
Revenu brut		363 125,00	

4-3-3 Estimation du compte d'exploitation en cultures maraîchères

Dans la zone de Koassanga, les principales cultures maraîchères pratiquées sont la tomate, l'oignon, le chou et les aubergines. Les éléments intervenant dans le compte d'exploitation sont résumés dans les tableaux 28, 29 et 30 ci-après.

Tableau 28 : Coût d'utilisation des matériels agricoles

Rubriques	Montant	Durée	Amortissement annuel
Charrue	35000	20	1750
Herse	60000	10	6000
Charrette	60000	20	3000
Houe rotative	25000	5	5000
Pulvérisateur	30000	5	6000
Total			21750

Tableau 29: Recette moyenne générée par un hectare de maraîchage

Rubrique	Gombo	Melon	Chou	Aubergine	Tomate	Oignon
Rendement (kg)	22 500	11 500	25 000	15 000	25 000	25 000
Prix unitaire (FCFA)	300	2 000	350	200	500	200
Recette	6 750 000	23 000 000	8 750 000	3 000 000	12 500 000	5 000 000
Recette moyenne	9 833 333					

Tableau 30 : Compte d'exploitation d'un ha maraîchage

Charges		Produits	
Charges fixes		Recettes	9 833 333
Charrue	1 750		
Charrette	6 000		
Herse	3 000		
Houe rotative	5 000		
Pulvérisateur	6 000		
Totales charges fixes	21750		
Charges variables			
Semence	300 000		
Engrais	450 000		
Frais de stockage	100 000		
Frais d'eau	67 000		
Main d'ouvre	400 000		
Produits phytosanitaires	300 000		
Charge supplémentaire 10% charge totale	161 700		
Totale charges variables	1 778 700		
Charges totales	1 778 700	Total recette	9 833 333
Revenu brut	8 054 633		

A l'issue de cette analyse sommaire, on peut remarquer que les dépenses en culture maraîchère sont beaucoup plus importantes. Cela pourrait être expliqué par les caractères exigeants de ces cultures. En effet, les cultures maraîchères sont en générales très sensibles (faible résistance au stress hydrique, sensibilité aux maladies, exigent de bonnes conditions minérales). Elles nécessitent de ce fait des soins particuliers qui engendrent les dépenses importantes notées. Parallèlement il est important de souligner que les valeurs ajoutées des cultures maraîchères sont importantes comparativement à la culture de riz. A la fin des deux campagnes agricoles, les revenus du producteur peuvent alors être estimés à (363 125,00 + 8 054 633) soit plus de huit million et quatre cent mille francs CFA (8 417 758).

Au terme de cette analyse, nous pouvons conclure que l'aménagement de Koassanga permet de répondre aux objectifs globaux du projet de mise en valeur des petits barrages à savoir un accroissement de la production agricole (culture du riz en saison pluvieuse, extensions des superficies emblavées pendant la saison sèche) et un accroissement sensible des revenus des producteurs qui passe de 583 520 Frs en moyenne pour une superficie de 0,5 ha et pour une campagne sèche à plus de 4 200 000 Frs en considérant les mêmes paramètres de comparaison.

4-4-ETUDES ENVIRONNEMENTALES DE L'AMENAGEMENT DE KOASSANGA

La réalisation du projet de l'aménagement hydro-agricole va induire des changements aussi bien sur le milieu humain que sur le milieu physique du site. C'est pourquoi il est nécessaire de cerner ces impacts afin de mener certaines actions qui pourraient atténuer les impacts négatifs sur l'environnement et le milieu humain et d'autres actions pour renforcer les impacts positifs.

Généralement l'approche méthodologique consiste à faire un état des lieux de la zone à travers une recherche documentaire, des visites de terrain et autres études (analyses chimiques des sols, des eaux, entretien avec les populations concernées ...) afin de réunir les informations indispensables pour la réalisation d'un bon plan d'action. Dans le cas de l'aménagement du périmètre irrigué, les études d'impact environnementales sont en cours. Cependant dans le présent mémoire on pourrait faire une analyse sommaire des aspects environnementaux.

4-4-1-Impacts de l'aménagement sur le milieu physique

La sensibilité de l'aménagement sur le milieu physique peut être perçue à plusieurs niveaux tels que le sol, la végétation et la faune, l'air et l'eau.

a/ les sols

Les zones d'emprunt des matériaux indispensables pour la réalisation des ouvrages (remblais des canaux d'irrigation) sont dégradées et sont par la même occasion, sujettes à l'érosion éolienne et hydrique. Par ailleurs, les sols de l'aménagement sont soumis à une exploitation intense car ils sont sous cultures pendant les deux campagnes de l'année. Malheureusement on peut constater que la restitution des éléments fertilisants du sol par des amendements organiques est très réduite alors que les conséquences à long terme sont néfastes. Ainsi les sols s'appauvrissent d'année en année entraînant souvent leur abandon.

Par ailleurs, les producteurs dans l'objectif d'accroître leurs productions, utilisent de plus en plus des engrais chimiques et des pesticides sur les périmètres irrigués. Les engrais chimiques sont connus comme étant des éléments acidifiants du sol. Sous un autre angle, l'utilisation des pesticides pour les traitements phytosanitaires peut avoir des impacts négatifs aussi bien sur l'homme que sur l'environnement. En effet certaines études ont montré que les pesticides entraînent la pollution de l'Environnement [8, 9]. Par exemple au Burkina Faso, les études réalisées dans la boucle du Mouhoun par BONZY et ILLA en 2004 [10, 11] ont montré que les eaux et les sols étaient contaminés par les pesticides utilisés dans les champs de coton.

b/La végétation et la faune

L'aménagement hydro-agricole s'étend sur une superficie globale d'environ 30 ha non négligeable. Sa réalisation nécessite la destruction du couvert végétal (plusieurs espèces d'arbres utilitaires seront dessouchées) avec comme conséquence la destruction de l'habitat de la faune et de ce fait provoque leur déplacement vers d'autres sites ou tout simplement la disparition de certains animaux. Dans le cas de l'aménagement de Koassanga, quelques arbres seront abattus en plus de la déforestation antérieure

qu'avait nécessité la mise sous culture d'une partie du site d'étude. Il s'agit des champs de céréales pendant la saison hivernale. Cela aura donc pour conséquence la restriction supplémentaire de l'habitat de la faune résidente.

c/L'air et l'eau

Les impacts de l'aménagement sur ces milieux sont surtout ressentis par la pollution de l'air (traitement phytosanitaire et nuages de poussière dégagés pendant la phase d'exécution du projet, dégagement de la fumée résultant des moteurs des engins travaillant sur le chantier ...), et de l'eau (pollution de l'eau par les pesticides et les engrais chimiques, développement des facteurs favorisant les maladies hydriques tels la bilharziose, l'onchocercose et le paludisme).

4-4-2-Impacts de l'aménagement sur le milieu humain

Comme précédemment annoncé, les pesticides peuvent agir sur la population à deux niveaux

- sur les utilisateurs du périmètre ; cela a été révélé par certaines études. En effet, dans les pays développés, la corrélation entre l'utilisation des pesticides par la population agricole et l'augmentation de certaines maladies notamment les cancers et neuropathies a été établie par plusieurs auteurs dont DEOUX [12]. Au Burkina Faso, quatorze (14) cas d'intoxication ont été recensés dans la province du Mouhoun en 2000 [13].

- sur le consommateur des produits agricoles notamment, la présence des résidus toxiques de pesticides dans les produits [14]. De fortes concentrations de Cyperméthrine (1-100 mg/kg) et de Deltaméthrine (12-146 mg/kg) ont été également détectées dans des échantillons d'aliments [15].

Les relations sociales de la zone pourraient se dégrader par les nombreux conflits entre éleveurs et producteurs en ce qui concerne l'utilisation de la ressource d'eau ou alors les dégâts des récoltes engendrés par la divagation des animaux. A la suite de l'aménagement, des problèmes fonciers pourraient surgir car la superficie aménagée est relativement faible alors que la demande est très forte.

Ces impacts négatifs pourraient être atténués par la réalisation de certaines actions :

- l'utilisation des amendements organiques au détriment des engrais chimiques contribue à l'enrichissement des sols en matières fertilisantes, cela permet donc de les conserver ;
- la pollution des eaux et de l'air pourra être atténuée par la formation des producteurs sur l'utilisation et les dangers des pesticides afin d'éviter leur utilisation abusive ;
- un reboisement des zones d'emprunt pour la restauration de ces sols à long terme.

4-4-3-Avantages de l'aménagement sur la zone d'étude

Il est surtout important de souligner que l'aménagement pourrait entraîner d'autres impacts en faveur des populations de la zone d'étude. En effet les pratiques agricoles avec une maîtrise totale de la ressource en eau garantie les objectifs de la production. Cela contribue à réduire les déficits alimentaires dans la zone. Par ailleurs, les revenus des producteurs sont nettement améliorés avec les productions maraîchères pendant la saison morte ou sèche. Les populations pourront subvenir plus facilement à leurs besoins essentiels (scolarisation des enfants, accès aux soins...). Enfin, la réalisation

de l'aménagement contribuera à fixer les jeunes dans leurs terroirs réduisant ainsi le phénomène de l'exode rural et leur migration en direction des pays voisins.

CHAPITRE 5: COUT DES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES

Le devis estimatif détermine le volume des matériaux et le coût des travaux d'exécution pour la réalisation de l'aménagement. Il est élaboré sur la base des profils en long.

Dans la présente étude, les coûts des aménagements terminaux sont déterminés sur la base du bordereau des prix unitaires [16] qui tient compte des coûts réels appliqués.

5-1- METRE

Il est élaboré à l'aide de formules définies dans un modèle et permet les calculs des cubatures. Les obtenus sont présentés dans le tableau 32 qui établit les devis quantitatifs et estimatifs.

5-2- BORDEREAU DES PRIX UNITAIRE (PPB/BAD)

C'est un document qui définit les coûts de réalisation des travaux dans les domaines de Génie Civil, matériel hydromécanique et installations électriques. Les prix sont classés en cinq séries :

Série 01 – Frais de chantier ;

Série 02 - Excavation ;

Série 03 – Remblais ;

Série 04 – Travaux de coffrage, de bétonnage et de maçonnerie et

Série 05 – Vannes et ferronnerie.

Le tableau 31 donne un aperçu des travaux à exécuter ainsi que leur coût de réalisation.

Tableau 31: Bordereau des prix unitaires

N° PRIX	DESIGNATION	UNITE	PRIX (CHIFFRE)
	SERIE 01		
101	Amenée et repli du matériel pour la réalisation des travaux du barrage et de l'aménagement Ce prix rémunère les dépenses liées au déplacement aller-retour des engins, véhicules et autres matériels nécessaires à l'exécution des travaux. Le coût est lié à la distance de transport du matériel au site ; il est payé 50% à l'amenée et 50% au repli. Ce prix est valable pour une brigade de terrassement et est facturé au kilomètre de porte-char.	F	
104	Pistes et déviations Ce prix rémunère au forfait l'ouverture de pistes d'accès au site de l'ouvrage, aux carrières et points d'eau, toute réfection d'ancienne piste, toute déviation de passage afin de faciliter les travaux. - toute sujétion comprise. Forfait	F	
	SERIE 02 EXCAVATIONS		
201	Arrachage ou abattage et dessouchage d'arbres, dans l'emprise de la digue de protection et des ouvrages, à l'exclusion des zones d'emprunts ou carrières, enlèvement et transport sur les zones de dépôts en dehors de la cuvette et hors périmètre, les mesures de diamètre étant effectuées à 1 m au dessus du TN.	U	30 000
201	Débroussaillage et dessouchage de l'ensemble du périmètre. L'hectare	ha	
202	Décapage du sol dans l'emprise de la digue de protection et des ouvrages, à l'exclusion des zones d'emprunt ou carrières, sur 15 à 20 cm d'épaisseur comprenant :	m ²	250

AMENAGEMENT DE PERIMETRE IRRIGUE : CAS DU PERIMETRE IRRIGUE DE KOASSANGA DANS LA
PROVINCE D'OUBRITENGA

	- enlèvement de tous les débris végétaux - transport sur les zones de dépôt en dehors de la cuvette de retenue et hors périmètre - toutes sujétions. Le mètre carré		
203	Déblai pour tranchée d'ancrage, drains, butées et chenaux de déviation du marigot pour canaux d'irrigation et de colature exécutés aux engins mécaniques en terrain meuble et à une profondeur ne dépassant pas 5 m et comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ▪ toute sujétion de réglage des parements et de mise en profil ▪ chargement et transport jusqu'aux zones de dépôt de distance inférieure ou égale à 500 m hors de la cuvette de retenue ou éventuellement jusqu'aux zones d'utilisation y compris toutes sujétions de réglage. On entend par « terrain meuble » un terrain qu'on peut attaquer manuellement ou avec de l'équipement mécanique tel que buteur et pelle mécanique, sans défonceuse, ni explosifs, ni marteau piqueur. Ce prix ne s'applique pas aux fouilles dans les zones d'emprunt et carrières. Le mètre cube	m ³	2 500
216	Planage des parcelles, - toutes sujétions comprises. Le mètre cube :	ha	
	SERIE 03 REMBLAIS		
302a	Remblai compacté en matériau sélectionné provenant des zones d'emprunt comprenant : <ul style="list-style-type: none"> - extraction décapage, arrachage d'arbres, évacuation des déblais, puis régalaage su les lieux de mise en œuvre. - Transport jusqu'aux zones d'utilisation - Mise en œuvre conformément au CCT notamment compactage par couches de 20 cm - Toutes sujétions de talutage et de mise au profil définitif Toutes sujétions d'essais et de contrôles. Le mètre cube	m ³	3 500
310	Moellons latéritiques ou granitiques pour drains butées et autres ouvrages, de granulométrie définie dans le CCTP, y compris préparation préalable des talus – extraction – ramassage – transport sur 10 km maximum et stockage – pose non comprise. Le mètre cube :	m ³	7500
	SERIE 04 TRAVAUX E COFFRAGE DE BETONNAGE ET DE MACONNERIE		
404	Béton pour béton ordinaire dosé à 350 kg pour petits ouvrages, prises, déversoirs, chutes et autres comprenant : toutes sujétions définies au prix 402. Le mètre cube :	m ³	120 000
424a	Joints de dilatation et de contraction de type bitumineux ou non. Fourniture et mise en place de joints bitumineux aux joints de dilatation y compris l'enduit bitumineux et la protection des joints jusqu'à leur enrobage définitif dans le béton ; le mètre linéaire :	ml	3 500
433b	Maçonnerie d'agglos pleins. Ce prix rémunère au mètre carré la fourniture et l'exécution de maçonnerie en parpaings y compris toutes sujétions. 40 x 40 x 10 cm. Le mètre carré	m ²	7 000
	SERIE 05 VANNES ET FERRONNERIE		
503 j	Buse en béton armé dosé à 300 kg/m ³ y compris bride de raccordement à d'autres conduites et tous accessoires et joints d'étanchéité entre éléments toutes sujétions. - l'enrobage dans le béton et la réalisation des écrans anti-renard étant payés par application des prix appropriés. Diamètre 300 mm. Le mètre linéaire	ml	35 000
509	Fourniture et mise en œuvre d'une échelle limnimétrique y compris toutes sujétions. Le mètre linéaire	ml	150 000
517	Partiteur Toutes sujétions comprises. L'unité :	U	60 000
514	Vannettes du type tout ou rien pour secondaires et tertiaires y compris toutes sujétions de façonnage, transpose, pose, L'unité :	U	35000

5-3- DEVIS ESTIMATIF DE L'AMENAGEMENT DE KOASSANGA

Le tableau 32 présente les travaux effectués ainsi que l'évaluation de leur coût pour l'aménagement.
On détermine ainsi le coût global de l'aménagement.

Tableau 32: Devis estimatif du périmètre de Koassanga

N° de prix	Désignations	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Total
	A. Installation et repli de chantier				
101	Installation et repli de chantier	FF	1	1 500 000	
Sous-Total A.					1 500 000
	B. Aménagement				
201	Débroussaillage des zones d'emprise agricole	ha	17,25	100 000	1 725 000
216	Planage (y compris comblement des dépressions et les terrassements)	ha	17,25	600 000	10 350 000
201	Abattage d'arbres (diamètre supérieur à 50 cm)	u	29	18 000	522 000
Sous-Total B.					12 597 000
	C. Canal Primaire et Ouvrages				
203	Déblai	m3	1172	2 500	2 929 181
302 a	Remblai compacté	m3	0	3 500	0
404	Béton armé dosé à 350 kg/m3	m3	36	120 000	4 344 805
310	Moellons		35	7 500	259 918
433b	parpaings	u	4687	7 000	32 809 700
424	Joint bitumineux	ml	15	3 500	52 500
509	Echelle limnimétrique	u	1	150 000	150 000
404	Béton pour Déversoir de régulation	m3	0,04	120000	4 800
404	Béton pour Chute	m3	0,06	120000	7 200
517	partiteur	u	1	60 000	60 000
404	Béton pour Dalles	m3	0,6	120 000	66 000
Sous-Total C.					40 684 105
	D. Canaux secondaires et ouvrages				
302 a	Remblai compacté	m3	137	3 500	479 500
203	Déblais	m3	924	2 500	2 310 000
514	Vannettes de 0,50x0,40	u	19	35 000	665 000
514	Vannettes de 0,40x0,30	u	19	35 000	665 000
404	Béton pour Déversoir de prise	m3	0,02	120000	2 400
404	Béton pour chutes	m3	0,17	120000	20 400
Sous -Total D.					4 142 300
	E. Canaux tertiaires				
302a	Remblai compacté	m3	638	3 500	2 233 637

AMENAGEMENT DE PERIMETRE IRRIGUE : CAS DU PERIMETRE IRRIGUE DE KOASSANGA DANS LA PROVINCE D'OUBRITENGA

203	Déblais	m3	1954	2500	4 884 994
Sous-Total E.					7 118 631
F. Colatures					
<i>Colatures secondaires et tertiaires</i>					
203	Déblais	m3	2556	2 500	6 390 000
503	Buses	u	7	35000	245 000
<i>Colature de ceinture et émissaire</i>					
203	Déblais	m3	3172	2 500	7 930 000
Sous-Total F.					14 565 000
G. Pistes					
104	Piste principale	ml	465	4 000	1 860 000
104	Pistes secondaires	ml	1100	3 000	3 300 000
Sous-Total G					5 160 000
TOTAL (A - G)					85 767 036
Imprévis (10%)					8 576 704
TOTAL GENERAL					94 343 739
COUT A L'HECTARE					5 469 202

Le tableau 33 fait une synthèse des estimations du coût de l'aménagement du périmètre irrigué de Koassanga.

Tableau 33 : Récapitulatif des coûts de l'aménagement de Koassanga

Désignation	Coût total (francs CFA)
Installation et repli de chantier	1 500 000
Aménagement des parcelles	12 597 000
Canal Primaire et Ouvrages	40 684 105
Canaux secondaires et ouvrages	4 142 300
Canaux tertiaires	7 118 631
Colatures	14 565 000
Pistes	5 160 000
Imprévis (10 %)	8 576 704
Total	94 343 739

CONCLUSION

Les études d'aménagement en situation réelle présentent des complexités qui diffèrent des études de projet d'aménagement. Effectivement elles sont soumises à des contraintes diverses notamment le budget global alloué à l'aménagement qui limite ses coûts et les contraintes liées aux temps des études.

Dans le cas de l'aménagement de Koassanga, les études technico-économique ont montré qu'il n'était pas toujours évident de faire un choix d'un système d'aménagement type à l'image par exemple des systèmes d'aménagement classiques modernes. Ainsi pour exemple, les canaux secondaires du réseau d'irrigation sont construits en terre pour tenir compte des contraintes budgétaires dont la limite supérieure est estimée à cent millions de francs CFA (100 000 000). De même, le périmètre ne bénéficie pas d'une digue de protection qui pourtant a toute son importance car elle limite les risques liés aux inondations de l'aménagement et de ce fait la protection des ouvrages et des productions agricoles.

Les estimations du devis de l'aménagement s'élèvent à plus de 94 000 000 francs CFA sans la digue de protection. On peut alors remarquer qu'un système d'aménagement moderne avec des canaux revêtus et une digue de protection impliquerait des coûts exorbitants comparativement à la limite de financement tolérable par le projet. En effet, la réalisation de la digue de protection entraînerait une augmentation du coût global de l'aménagement à plus de 30 à 40 % soit un coût total d'environ 132 millions de francs.

Par ailleurs, les études sont effectuées dans un délai relativement court en fonction des exigences du client. Aussi y a-t-il la nécessité d'organiser un bon planning des études et une bonne organisation du travail à l'image du travail en équipe qui permet de produire des dossiers d'une grande précision et de faciliter ainsi l'exécution des travaux sur le chantier. En d'autres termes il est indispensable de développer une méthodologie rigoureuse en associant les activités de terrain et celles du bureau.

L'aménagement de Koassanga se justifie bien à travers l'analyse de la rentabilité financière. Aussi permet-il de répondre aux objectifs globaux du projet à savoir l'accroissement de la production agricole ainsi que des revenus des bénéficiaires. En effet grâce au périmètre irrigué, une partie de la population de cette zone dont la pluviométrie est insuffisante, produira dorénavant le riz pendant la saison hivernale et elle pourra aussi développer les activités des cultures maraîchères pendant la période morte de l'année.

Cette étude réalisée en situation réelle nous a permis d'une part, d'appréhender les difficultés réelles liées aux travaux de conception des aménagements hydro agricoles et d'autre part de nous outiller afin de mieux les aborder certainement dans nos travaux futurs.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] : B E M., 2007. Avant Projet Détaillé (rapport socio-économiques). Etudes de réhabilitation de barrages et aménagements hydro agricoles sur les sites de mogtedo, tamissi, Koassanga, sidogo, Boulbi, Baskouré, kaba et Gnarawa.
- [2] : Crue et Apport., 1996. Bulletin FAO d'irrigation et de drainage N° 54
- [3] : ECR/BTP., 2005. Dossier technique des études de réfection du barrage de Koassanga province d'Oubritenga. Mémoire technique version définitive.
- [4] : COMPAORE M.L. ; Cours de Barrages – 2^{ème} Edition (1996) ; EIER.
- [5] : M.L. COMPAORE. octobre 1998. Cours de techniques d'irrigation de surface 2^{ème} édition
- [6] : DEMBEL.Y. Janvier 2000. Cours de riziculture irriguée.
- [7] : RAPPORTS Sortie analyse diagnostique de l'aménagement de Bagré. Mai 2006
- [8] : RAMADE F., 1989. Eléments d'écologie. Ecologie appliquée. Mc Grawehill., 579pp.
- [9]: RAMADE F., 1992. Précis d'écotoxicologie .Ed. Masson 300pp
- [11] : ILLA C., 2004. Etat de la contamination des sols et des eaux par les pesticides en zone cotonnière : la boucle du Mouhoun (Burkina Faso). Mémoire D. E. S. S. Université de Ouagadougou, 52 pp.
- [12] : DEOUX, S. et DEOUX P., 1993. L'écologie, c'est la santé, éd. Sciences et culture inc. 5090 de Bellechass Montréal (Québec). 539 p
- [13] : TOE A.M., DOMO Y., HEMA S.A.O. et GUISSOU I.P., 2000 .Epidémiologie des intoxications aux pesticides et activité Cholinestérasique chez les producteurs de coton de la zone cotonnière de la boucle du Mouhoun, Etude et Recherches n°4 -5 Janvier – Décembre 2000, les pesticides au sahel : utilisation, impact et alternatives pp 39-48
- [14] : FOURNIER E. et BONDEREF J., 1983.Les produits antiparasitaires à usage agricole.
- [15] : NEBIE R.C., YAMEOGO T.R. et SIE S.F., 2002. Résidus de pesticides dans quelques produits alimentaires de grande consommation au Burkina Faso. Bulletin d'information de la SOACHIM N°4 pp 68-78
- [16] : PPB/BAD., Bordereau des prix unitaires
- [17] : YACOUBA H. ; Cours de Bases d'irrigation ; EIER

Autres documents exploités :

- HAMMA, Y. octobre 2001. Cours d'agriculture : gestion de la fertilité des sols et Technique de production
- MAR A.L. ; Cours d'Hydraulique à surface libre ; EIER
- PROSPER. N.ZOMBRE. octobre 2000. Cours de pédologie appliquée (version provisoire)
- SAMUEL. YONKEU. Cours d'étude d'impact sur l'environnement
- TRAN MINH D. ; Cours de Conception et Ouvrages d'un réseau d'irrigation gravitaire; Novembre 1995 ; EIER.
- GUILLOBEZ S., 1985. Carte des milieux naturels du Burkina Faso, esquisse physiographique .Carte au 1/1 000 000, IRAT, Montpellier

ANNEXES

I-NOTE DE CALCUL

1-ETUDE DE L'HYDROLOGIE

1-1-Indice global de pente I_g

L'indice global de pente I_g est un paramètre qui permet de caractériser le relief du bassin versant. Il est déterminé par le rapport de la dénivelée entre les points correspondants à 5% et 95 % de la courbe hypsométrique (ΔH) et la longueur (L) du rectangle équivalent ($\Delta H/L$). Nous ne disposons pas de données nécessaires pour son calcul; cependant, les études antérieures menées sur ce bassin versant en l'occurrence les études de réfection du Barrage de Koassanga en 2005 et qui avait été accepté, ont permis d'estimer cet indice à 1,9 m/km.

1-2-Indice de compacité I_c de Gravelius

C'est le coefficient de forme du bassin versant. Il correspond au rapport du périmètre du bassin à celui d'un cercle ayant la même superficie. Il correspond à la valeur $I_c = 1,3$ pour le bassin versant de Koassanga.

1-3-Rectangle équivalent

La longueur du rectangle équivalent du Bassin versant de Koassanga est estimée à $L = 9,90$ km.

1-4-Pente longitudinal

La formule de Grésillon a été utilisée pour déterminer la pente longitudinale du bassin versant de Koassanga. $I = 0,026 / S^{0,5}$ soit $I = 3$ ‰

1-5-Dénivelée spécifique (D_s)

Elle est déterminée par le produit de l'indice global de pente par la racine carrée de la superficie du bassin versant. $D_s = I_g * S^{0,5} = 26$

Selon la classification de l'ORSTOM le bassin versant est situé dans la classe de relief faible D_s étant inférieure à 50

1-6-Classe de perméabilité

Le bas fond de Koassanga est composé d'horizon sableux à sablo - argileux en majorité d'après des études récentes approuvées qui ont été réalisées sur le bassin versant (ECR/BTP, 2005). Il est assimilé à un bassin assez perméable d'où la classe de perméabilité en P_3 selon la catégorisation de l'ORSTOM.

2-ESTIMATION DES APPORTS EN EAU

Les apports sont calculés pour une année considérée à partir de la formule suivante :

$V_e = 10 * S * P * K_e$ avec

- S, la superficie du bassin versant en km^2
- P, la pluviométrie considérée en mm

- Ke, le coefficient d'écoulement en %

Ke (%) est le rapport pour une année déterminée de la lame d'eau écoulée à l'exutoire du bassin (Le) à la précipitée sur ce même bassin versant.

$$Ke (\%) = Le (\text{mm}) / P (\text{mm})$$

Généralement, la méthode Rodier qui fournit des informations quant aux écoulements annuels de petits bassins versant de la zone tropicale sèche ou du sahel est utilisée pour l'estimation des coefficients d'écoulement. Mais l'on peut utiliser des données existantes pour l'estimation des coefficients. A cet effet, les données des études antérieures (ECR/BTP, 2005) menées sur le bassin versant de Koassanga relative à la réfection du barrage de Koassanga ont été considérées. Ainsi les coefficients d'écoulement considérés sont :

- année moyenne Ke = 4 %
- année décennale sèche Ke = 2 %
- année décennale humide Ke = 6 %
- année quinquennale sèche Ke = 3 %
- année quinquennale humide Ke = 5 %

Tableau 1 : Apports sur le bassin versant de Koassanga

Réurrences	Coefficient (%)	Superficie (km ²)	Pluie (mm)	Volume (m ³)
Année moyenne	4	78,16	727	2 272 892,8
Année quinquennale sèche	3	78,16	615	1 442 052
Année quinquennale humide	5	78,16	839	3 278 812
Année décennale sèche	2	78,16	557	870 702,4
Année décennale humide	6	78,16	898	4 211 260,8

3-ESTIMATION DE LA CRUE DE PROJET

Les méthodes de prédétermination des crues de fréquence décennale sont utilisées pour l'estimation des crues. Le bulletin FAO d'irrigation et de drainage n° 54 qui est le résultat de l'ensemble des méthodes existantes, a servi de référence pour le calcul et l'estimation des crues et apports des bassins versants.

3-1-Estimation de la crue décennale par la Méthode de l'O.R.S.T.O.M révisée (1993)

La superficie du bassin versant de 78,16 km² s'adapte à l'application de cette méthode.

a/ Paramètres de calcul de la crue décennale

- *précipitation moyenne journalière P_{m10}*

$P_{m10} = A * P_{10}$ avec A coefficient d'abattement de Vuillaume

$P_{10} = 102 \text{ mm}$

$P_{an} = 727 \text{ mm}$: la hauteur moyenne de la précipitation annuelle (station de Guilongou)

$A = 1 - 0,001 (9 \log_{10} T - 0,042 P_{an} + 152) \log_{10} S$

T = 10 ans période de retour

S = surface du bassin versant en km²

$$A = 1 - 0,001(9 * \log(10) - 0,042 * 727 + 152) \log(78,16)$$

$$A = 0,75$$

$$P_{m_{10}} = 0,75 * 102 = 76,5 \text{ mm}$$

- *coefficient de ruissellement correspondant à la crue décennale Kr_{10}*

Ce coefficient est déterminé par interpolation ou extrapolation linéaire entre les valeurs de Kr_{70} et Kr_{100} . Kr_{70} et Kr_{100} correspondant respectivement au coefficient de ruissellement pour une précipitation décennale $P_{10} = 70$ mm et $P_{10} = 100$ mm.

Ces coefficients sont déterminés à partir de la formule analytique (bulletin FAO d'irrigation et d'irrigation n° 54) : $Kr = a / (b+S) + c$

Les coefficients a, b et c sont déterminés en fonction de l'indice global de pente et de la classe de perméabilité du bassin versant et S = surface du Bassin versant en km²

Les calculs sont regroupés dans le tableau suivant

Pour une classe de perméabilité RI on a les estimations suivantes :

Classe d'infiltration	Ig	a	b	c	Kr_{70} (%)	Kr_{100} (%)
RI	3	164	17	10,5	12,22	-
	3	250	20	12	-	14,55

Pour une précipitation décennale $P_{10} = 70$ mm on a $Kr_{70} = 12,22$ %

Pour une précipitation décennale $P_{10} = 100$ mm, on a $Kr_{100} = 14,55$ %

La précipitation décennale P_{10} du bassin versant étudié est de 99,1 mm ; on obtient par interpolation linéaire $Kr_{10} = 14,48$ %

- *coefficient de pointe correspondant à la crue décennale α_{10}*

$$\alpha_{10} = 2,6$$

- *temps de base correspondant à la crue décennale*

Ce paramètre dépend de l'indice global de pente et de la taille du bassin versant.

Il est déterminé par la formule analytique : $Tb_{10} = a \times S^b + c$ (Bulletin FAO d'irrigation et de drainage n° 54)

$$Ig = 3; S > 7 \text{ km}^2; Tb_{10} = 250 * S^{0,35} + 300 = 1449,43 \text{ mn soit } 24 \text{ heures}$$

b/ Détermination des débits de crue

- *Le débit de pointe correspondant au ruissellement Qr_{10}*

La crue décennale Qr_{10} est déterminée par la formule suivante :

$$Q_{10} = \frac{A \cdot P_{10} \cdot Kr_{10} \cdot \alpha_{10} \cdot S}{Tb_{10}}$$

$$Qr_{10} = 0,75 * 102 * 0,1448 * 2,6 * 78,16 * 1000 / (1449,43 * 60)$$

$$Qr_{10} = 25,88 \text{ m}^3/\text{s}$$

- *Calcul du débit de pointe Q_{10}*

C'est la somme du débit de pointe dû au ruissellement Q_{r10} et du débit d'écoulement retardé Q_{ret10} . En zone sahélienne, et pour un bassin de classe de perméabilité RI,

$$Q_{ret10} = 0,045 \times Q_{r10} = 1,16 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} = Q_{r10} + Q_{ret10} = Q_{r10} + 0,045 \times Q_{r10} = 1,045 \times Q_{r10} = 27,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} = 27,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

- *Calcul du débit de crue de projet*

• *Détermination du coefficient majorateur*

C'est le coefficient qui permet de passer de la crue décennale à la crue centennale. Il est fonction des précipitations de même temps de retour pour le temps de base caractéristique du bassin versant.

La définition de ce coefficient a connu plusieurs propositions :

- G MATON, Ingénieur du génie Rural ayant beaucoup travaillé au Burkina et en Afrique de l'Ouest a proposé en 1960 une valeur de $C = 1,45$ jugée faible actuellement.

- A.S.E.ER (Association Européenne d'Etudes d'Equipements Ruraux) ayant travaillé au Burkina et en Afrique de l'Ouest a proposé en 1963 une valeur de $C = 2$

- JM GRESILLON, J. P LAHAYE et P. HERTER ayant beaucoup travaillé au Burkina et en Afrique de l'Ouest ont proposé en 1979 une formule de calcul de C

$$C = 1 + \frac{P_{100} - P_{10} * (T_b / 24)^{0,12}}{P_{10} \text{ Kr}_{10}}$$

Avec :

Kr_{10} : coefficient de ruissellement correspondant à la crue décennale exprimé en fraction

P_{10} : précipitation journalière correspondant à une période de retour de 10 ans

P_{100} : précipitation journalière correspondant à une période de retour de 100

T_{b10} : temps de base en heures

Cette formule est valable surtout pour des valeurs de $\text{Kr}_{10} > 30 \%$.

Nous retiendrons comme valeur de C celle proposée par A.S.E.ER, c'est à dire $C = 2$.

• *Crue exceptionnelle de projet*

Méthode	Q_{10} en m3/s	Q_{100} en m3/s
ORSTOM	27,04	54,08

3-2-La méthode statistique de régressions multiples du CIEH

Cette méthode propose pour le Burkina Faso l'équation (Bulletin n° 54 de la FAO Page 70 équation 39) suivante :

$$Q_{10} = 0,410 S^{0,425} \text{ Kr}_{10}^{0,923}$$

Par application l'équation donne :

$$- Q_{10} = 0,410 \times (78,16)^{0,425} \times (14,48)^{0,923} = 30,81 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100} = C \times Q_{10} = 2 \times 30,81 = 61,62 \text{ m}^3/\text{s}$$

4-ESTIMATIONS DES PERTES D'EAU

4-1-Pertes d'eau par évaporation et par infiltration

- Les pertes d'eau par évaporation sont calculées par la formule de POUYAUD généralement appliquée pour les régions sahéliennes et tropicales sèches.

$E_{ret} = 1,664 * (E_{bacA})^{0,602}$ avec E_{ret} = Evaporation sur la retenue en mm / jour et

E_{bacA} = Evaporation au bac classe A en mm/jour.

- Les pertes d'eau par infiltration ont été estimées en moyenne à 2 mm/j soit 60 mm /mois.

Les résultats obtenus pour l'ensemble des pertes sont résumés dans le tableau ci-contre :

Tableau 2 : calculs des pertes par évaporation et par infiltration

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Eret (mensuel) en mm	183	178	215	211	206	181	160	143	144	165	173	176
Infiltration mensuel (mm)	60	56	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Total des Pertes en eau (mm)	243	234	275	271	266	241	220	203	204	225	233	236

4-2-Pertes d'eau par dépôt solides

Des formules empiriques comme celle de GOTTSCHALK (USA) et du CIEH - EIER généralement utilisées au Burkina Faso permettent d'estimer la perte de volume d'eau relative aux apports de sédiments dans la cuvette. Les paramètres influençant sont essentiellement la pluviométrie, l'érosion et la taille du bassin versant.

En effet les apports annuels de sédiment au km^2 sont exprimés par les relations suivantes :

- formule de GOTTSCHALK (USA) $D = 260 * S^{(-0,1)}$ et $V = D * V$ en m^3
- formule de l'EIER/CIEH (GRESILLON) $D = 700 * (P/500)^{-2,2} * S^{-0,1}$ avec
 - D = dégradation spécifique annuelle en $m^3/Km^2/an$,
 - S = superficie du bassin versant en Km^2 et
 - P = pluviométrie moyenne annuelle en mm

Dans le présent projet les apports annuels calculés par les différentes formules sont résumés dans le tableau 3.

Tableau 3: Apports de sédiments dans la retenue de Koassanga

Méthode	D (m3/km/an)	Volume des apports annuels (m3)	Durée de vie de la retenue
GOTTSCHALK (USA)	168	13148	40
EIER-CIEH	223	17428	30

5-COURBE D'EXPLOITATION DE LA RETENUE

La simulation de l'utilisation de la retenue d'eau a été faite sur la base de quelques hypothèses :

- la retenue d'eau est pleine en fin octobre,
- les cultures maraîchères sont pratiquées sur une superficie d'environ 8 ha,

- les pertes par évaporation et par infiltration de la période de novembre à février ont été considérées,
- alimentation du bétail.

Le tableau 4 résume les paramètres utilisés pour la simulation.

Tableau 4: estimation des pertes d'eau par infiltration et évaporation et Besoins en eau des cultures maraîchères et du bétail

Mois	novembre	décembre	janvier	février
Besoins (m3) cultures Maraîchères	15063	17228	30802	26033
Besoins mensuels (m3) du bétail	1404	1404	1404	1404
Besoins totaux (m3)	16467	18632	32206	27437
Pertes (m) par infiltrations et évaporation	0,23	0,24	0,24	0,23

6-ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Les besoins bruts sont influencés par les facteurs climatiques (ETP et apports pluviométriques) et agronomiques (saturation du sol, perte par infiltration, remplissage des bassins, besoins des plantes. Quant aux besoins nets des plantes, ils sont obtenus en déduisant de l'ETM (ETM= ETP*Kc) la pluie efficace.

Pe_{eff} = Pluie efficace déduite de la pluviométrie moyenne par :

$$Pe_{eff} = P \text{ si } P \leq 20\text{mm} \text{ et } Pe_{eff} = 0,8 * P \text{ si } P > 20$$

6-1-Estimation de L'ETM

Le site du projet n'abritant pas de station de relevé météorologique, les données climatiques de la station la plus proche ont été considérées pour le présent projet. Il s'agit de celles de la station synoptique de Ouagadougou. L'évapotranspiration potentielle (ETP) prise en compte est celle calculée par la formule de PENMAN.

Les valeurs du coefficient cultural sont fonction du stade phénologique des plantes. Le bulletin FAO n° 24 a permis d'établir les coefficients culturaux de chaque culture

Les besoins bruts sont déduits des besoins nets par la relation :

$$BB = \frac{BN}{E} \text{ avec } BB = \text{besoins bruts} \text{ et } BN = \text{besoins nets}$$

E = efficacité globale ou totale qui intègre l'efficacité du transport et l'efficacité de la méthode d'application à la parcelle.

La valeur de l'efficacité globale est comprise entre 60% et 70% pour un sol moyen en irrigation par bassins [5]. Nous retenons alors une valeur de E = 70% pour la riziculture et le maraîchage. Les différentes considérations et hypothèses ont permis de calculer les besoins en eau par hectare pour le riz et les cultures maraîchères.

Pour la détermination des paramètres de base, les hypothèses suivantes ont été formulées.

- L'étude pédologique du périmètre de Koassanga réalisée a révélé trois types de sols. Des sols hydromorphes et des sols peu évolués d'apport alluvial et des sols ferrugineux. Ils ont une texture plus ou moins argileuses (argileuses, limon argileux et argile limoneuse)

Ce qui, nous permet de retenir les paramètres suivants (Cours relation sol- eau - plante)

- une densité apparente moyenne $d_a = 1,30$, valeur utilisée pour ces types de sol.
- L'humidité équivalente H_e et la profondeur moyenne d'enracinement Z sont des valeurs courantes pour la culture du riz ; on retient donc $Z = 50$ cm et $H_e = 35$ %.

Par suite la réserve utile peut être estimée à

$$RU = 0,45 * d_a * Z \text{ (mm)} * H_e = 0,45 * 1,30 * 500 * 0,35 = 102,4 \text{ mm}$$

Par ailleurs, des valeurs indicatives de la RFU (exprimée en % ou mm d'eau par 10cm de sol) pour différents types de sol selon SFRA – Changin [5] permettent d'estimer la réserve utile des sols. Selon cette source, la RFU est estimée à 8-13 mm par 10 cm de sol pour des sols moyens. La RFU peut alors être calculée comme suit :

$RFU = 13 \text{ mm} * 5 = 65 \text{ mm}$ nous déduisons la réserve utile $RU = RFU * 3/2 = 65 * 3/2 = 97,5 \text{ mm}$. Une réserve utile de 100 mm sera considérée dans les calculs.

6-2-Besoins de saturation des sols

La saturation des sols s'effectuera au début de chaque cycle par une dose correspondante à la capacité au champ du sol (réserve utile).

- une lame d'eau de 15 à 20 cm est préconisée dans les rizières généralement. En Afrique de l'Ouest une lame de 15 cm est recommandée. Les tableaux récapitulent ces besoins en eau suivant les cultures et les saisons.

Tableau 5: Besoins en eau du riz (saison humide)

Mois	juin		juillet			août			septembre			octobre	
Décade	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
nbre de jrs	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10	10	10	10
ETP (mm)	56,7	56,7	51	51	51	45,6	45,6	45,6	48	48	48	56,4	56,4
Kc	1,15	1,15	1,15	1,15	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1	1	1
ETM (mm)	65,205	65,205	58,65	58,65	66,3	59,28	59,28	54,72	57,6	57,6	48	56,4	56,4
SAT (mm)	100												
Lame d'eau (mm)				50		75		25					
Perc. (mm)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
BE Décadaire	185,205	85,205	78,65	128,65	86,3	154,28	79,28	99,72	77,6	77,6	68	76,4	76,4
BE Mensuel	270,4		293,6			333,3			223,2			152,8	
Pluies	104,1		169,9			210,0			125,7			39,4	
Pluies efficaces	83,3		135,9			168,0			100,6			31,5	
BE net Mensuel	187,1		157,7			165,3			122,6			121,3	
Efficienc Global	0,7		0,7			0,7			0,7			0,7	
Be brut (mm)	267,3		225,3			236,1			175,2			173,3	
Be brut (m3/ha)	2673,3		2252,6			2361,1			1752,0			1732,6	
BE brut cycle	10771,6												

Mois	novembre			décembre			janvier			février		
Décade			3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
nbre de jrs			10	10	10	11	10	10	11	10	10	10
ETP (mm)			59,03	59,7	59,7	59,7	58,2	58,2	58,2	65,8	65,8	65,8
Kc			0,2	0,25	0,5	0,77	1,1	1,25	1,25	0,95	0,8	0,8
ETM (mm)			11,806	14,925	29,85	45,969	64,02	72,75	72,75	62,51	52,64	52,64
SAT (mm)			100									
Lame d'eau (mm)					0		0			0		
Perc. (mm)			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
BE Décadaire			131,806	34,925	49,85	65,969	84,02	92,75	92,75	82,51	72,64	72,64
BE Mensuel	131,8			150,7			269,5			227,8		
Pluies	1,1			0,2			0,7			3,0		
Pluies efficaces	1,1			0,2			0,7			3,0		
BE net Mensuel	131,8			150,7			269,5			227,8		
Efficienc e Globale	0,7			0,7			0,7			0,7		
Be brut (mm)	188,3			215,3			385,0			325,4		
Be brut (m3/ha)	1882,9			2153,5			3850,3			3254,1		
BE brut cycle	11140,9											

7-PARAMETRES DE BASE DE L'IRRIGATION

7-1-Le débit fictif continu

$$D_{fc} = \frac{BB \times 10000}{86400 \times N_j}$$

7-2-Le débit maximum de pointe

$$DMP = D_{fc} \cdot \frac{N_j}{n_j} \cdot \frac{24}{nh}$$

BB : Besoins bruts de la période

N_j : Durée total de la période = 7 jours

n_j : Durée total d'irrigation dans la période = 6 jours sur 7

nh : Durée journalière de l'irrigation = 10 heures

Les tableaux 7 et 8 présentent les résultats obtenus des calculs de DMP pour le riz en saison des pluies et les cultures maraichères en saison sèche.

Tableau 7 : Débit Maximum de Point (DMP) du riz en saison des pluies

Période	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Besoins bruts (mm)	267,3	225,3	236,1	175,2	173,3
Besoins bruts (m3/ha)	2673,3	2252,6	2361,1	1752,0	1732,6
Besoin brut cycle (m3/ha)	10771,6				
DFC (l/s/ha)	1,0	0,9	0,9	0,7	0,7
DMP (l/s/ha)	2,9	2,4	2,6	1,9	1,9

Tableau 8: Débit Maximum de Point (DMP) pour les cultures maraîchères (saison sèche)

Période	Novembre	Décembre	Janvier	Février
Besoins bruts (mm)	186,7	215,1	384,0	321,1
Besoins bruts (m3/ha)	1867,2	2150,6	3840,3	3211,3
Besoin brut cycle (m3/ha)	11069,4			
DFC (l/s/ha)	0,7	0,8	1,5	1,2
DMP (l/s/ha)	2,0	2,3	4,8	3,5

Le DMP de 5 (l/s/ha) a été adopté qui il correspond au débit maximum de pointe du mois le plus contraignant, c'est-à-dire le mois de janvier pour les cultures maraichères.

7-3- la Dose d'entretien

La dose d'entretien est l'équivalent de la réserve facilement utilisable ou la RFU.

$$De = RFU = 2/3 \text{ RU}$$

La Réserve utile avait été estimée à 97,5 mm

$$\text{Par suite } De = 2/3 \cdot 97,5 = 65 \text{ mm}$$

7-4- la fréquence d'arrosage

La fréquence d'arrosage $N = BB \text{ (mm)} / De \text{ (mm)}$

$$N = 385/65 = 5,92 \text{ soit } N = 6$$

7-5- la Dose réelle

La dose est définit par $Dr = BB / N = 385 / 6 = 64,16$ soit 64 mm.

7-6- la rotation ou le tour d'eau R

$$R = Nj/N = 30/6 = 5$$

7-7-La main d'eau m

- Une main d'eau 25 l/s a été retenue pour l'irrigation de tous les quartiers hydrauliques 1, 2 et 4 à l'exception du quartier hydraulique 3 dominé par le canal secondaire S2 où une main d'eau de 30l/s a été adopté en raison d'une plus grande superficie comparativement aux autres quartiers hydrauliques. Ces valeurs sont généralement préconisées pour la riziculture.

7-8-Le quartier hydraulique

La surface du quartier est donnée par la formule : $Sw = \frac{m}{DMP}$

Les calculs aboutissent à des quartiers hydrauliques Sw de 5 à 6 ha. Mais en pratique des quartiers hydrauliques de 4 à 6 ha ont été adoptés et l'on dénombre 4 quartiers hydrauliques sur l'ensemble du périmètre.

7-9-Les débits d'équipement

Il correspond au débit véhiculé en tête du canal primaire : $Q = DMP \times S$.

La superficie irrigable est estimée à 19,17 ha et un débit d'équipement de 105 l/s a été adopté afin de favoriser un bon fonctionnement de l'irrigation. La répartition des débits dans le réseau d'irrigation est résumée dans le tableau suivant 9.

Tableau 9: Répartition des débits dans le réseau d'irrigation du périmètre de Koassanga

Canal principal	Canaux secondaires	Canaux tertiaires	superficie dominée (ha)	Débit transporté (l/s)
Canal primaire Q=105l/s	S1= 50l/s	T1_1	1.05	25
		T1_2	0.93	25
		T1_3	0.9	25
		T1_4	0.87	25
		T1_5	1.04	25
		T1_6	1.05	25
		T1_7	1.09	25
		T1_8	1.02	25
		T1_9	0.89	25
	S2 =30l/s	T2_1	1.08	30
		T2_2	1.24	30
		T2_3	0.76	30
		T2_4	0.81	30
		T2_5	1.04	30
		T2_6	1.37	30
	S3=25l/s	T3_1	0.99	25
		T3_2	1.01	25
		T3_3	1.02	25
		T3_4	1.01	25
Total	-	19	19.17	-

8-DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE

8-1-Dimensionnement des réseaux d'irrigation

Tous les canaux d'irrigation et de drainage sont dimensionnés suivant la formule de Manning – Strickler :

$$Q = K_s \times R^{2/3} \times I^{1/2} \times S(m^3 / s)$$

$$\text{Avec } R = \frac{S}{P} \quad ; \quad S = y \times (b + m \times y) \quad \text{et} \quad P = b + 2 \times m \times y$$

- K_s = Coefficient de rugosité de Strickler
- R = rayon hydraulique (m)
- S = section mouillée (m^2)
- P = périmètre mouillé (m)
- I = pente du canal (mm/m)

Dans la présente étude, les ouvrages ont été dimensionnés à l'aide d'un logiciel de calcul dénommé CANAL 9. C'est un logiciel adapté aux calculs d'hydraulique à surface libre. Les paramètres tels que le débit Q , le coefficient de rugosité K , le fruit m , la pente i et la largeur au plafond sont introduits dans le programme. Les autres paramètres sont alors déduits ce sont essentiellement la profondeur d'eau normale y_n , la vitesse d'écoulement v , le nombre de Froude Fr , la surface mouillée S_m et le périmètre mouillé. Les valeurs de la largeur en base sont choisies dans la logique de la section hydrauliquement favorable soit $b=2y_n$.

Hypothèses de calcul

- la largeur au plafond b est fixée ;
- $K_s = 60$ pour le canal primaire qui est revêtu ;
- $K_s = 30$ pour les canaux d'irrigation (secondaires et tertiaires) qui sont construits en terre ;
- Le premier bief du canal primaire a une section trapézoïdale alors que le second bief présente une section rectangulaire. Par contre tous les canaux d'irrigation en terres présentent une section trapézoïdale.
- Une revanche suffisante permettant d'avoir une profondeur totale du canal qui soit facilement exécutable sur le terrain est adoptée

Les tableaux suivants donnent les résultats obtenus

Tableau 10: Données Caractéristiques des biefs du canal primaire (revêtus)

Biefs	0_S1	S1_S2/S3
Section	Trapézoïdale	Rectangulaire
Débit Q (l/s)	105	55
Pente I (‰)	0,5	0,5
Coefficient de rugosité K_s	60	60
Fruit m	1	0
Largeur au plafond b (cm)	30	55
Tyran d'eau y_n (cm)	36	28
Revanche r (cm)	14	10
Profondeur totale H (cm)	50	40
Vitesse U (m/s)	0,43	0,36
Nombre de Froude Fr .	0,28	0,22

Tableau 11: Données Caractéristiques des canaux secondaires trapézoïdaux en terre

Paramètres	Canaux Secondaires		
	S1	S2	S3
-			
Débit Q (l/s)	50	30	25
Pente i (‰)	1	1	1
Fruit m	1	1	1
Coefficient de rugosité Ks	30	30	30
Largeur au plafond b (cm)	50	40	40
Tirant d'eau y (cm)	25	21	19
Profondeur totale H (cm)	40	30	30
Vitesse U (m/s)	0,2720	0,24	0,23
Nombre de Froude	0,20	0,20	0,19

Tableau 12: Données Caractéristiques des canaux tertiaires en terre (trapézoïdale)

Paramètres	Tertiaires	
Débit Q (l/s)	30	25
Pente i (‰)	1	1
Fruit m	1	1
Coefficient de rugosité Ks	30	30
Largeur au plafond b (cm)	40	40
Tirant d'eau y (cm)	21	19
Revanche r (cm)	9	11
Profondeur totale H (cm)	30	30
Vitesse U (m/s)	0,24	0,23
Nombre de Froude	0,20	0,1937

8-2-Dimensionnement des colatures de parcelle

Les colatures de parcelle sont dimensionnées pour évacuer la pluie critique correspondant à la pluie journalière décennale pendant un temps maximum estimé à la durée de submersion admissible pour le

riz soit 72 heures. Le débit spécifique des colatures est donné par la formule suivante : $q_s = \frac{P_{10}}{t * 0,36}$

Avec q_s en l/s/ha et P_{10} en mm et t en heures.

$$\text{Soit } q_s = \frac{99,1}{72 * 0,36} = 3,82 \text{ l/s/ha}$$

Les débits évacués par les différentes colatures de parcelles sont estimés en multipliant ce débit spécifique par la superficie assainie par chaque colature.

Hypothèses de calcul

- Canaux en terre de forme trapézoïdale, dimensionnés par la formule de Manning- Strickler
- la largeur au plafond b est fixée
- un coefficient de rugosité de Strickler $K_s = 25$
- Fruit $m = 1$
- Une revanche suffisante permettant d'avoir une profondeur totale du canal qui soit facilement exécutable sur le terrain est adoptée

Les caractéristiques des différentes colatures sont résumées dans le tableau

Tableau 13 : Donnés caractéristiques des colatures tertiaires de l'aménagement de Koassanga

Colatures tertiaires	Superficie drainée (ha)	Débit spécifique (l/s)	Pente	Largeur au plafond (m)	Tirant d'eau (m)	hauteur du canal (m)	Vitesse (m/s)	Nombre de Froude
T1_1	2,10	7,64	0,002	0,20	0,13	0,20	0,20	0,20
T1_2	2,02	7,64	0,003	0,20	0,11	0,20	0,23	0,25
T1_4	1,89	7,64	0,002	0,20	0,13	0,20	0,20	0,20
T1_3	0,9	3,82	0,005	0,15	0,08	0,20	0,23	0,30
T1_5	1,04	3,82	0,001	0,20	0,10	0,20	0,12	0,15
T1_6	1,05	3,82	0,001	0,20	0,10	0,20	0,12	0,15
T1_7	1,09	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T1_8	1,02	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T1_9	0,89	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T2_3	1,84	7,64	0,002	0,20	0,13	0,20	0,20	0,20
T2_1	1,08	3,82	0,0005	0,20	0,13	0,20	0,10	0,10
T2_2	1,24	3,82	0,001	0,20	0,10	0,20	0,12	0,15
T2_4	0,81	3,82	0,001	0,20	0,10	0,20	0,12	0,15
T2_5	1,04	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T2_6	1,37	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T3_1	0,99	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T3_2	1,01	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T3_3	1,02	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20
T3_4	1,01	3,82	0,002	0,20	0,09	0,20	0,16	0,20

8-3-Dimensionnement des colatures secondaires

Les colatures secondaires sont conçues pour évacuer les eaux provenant des colatures de parcelles vers le cours d'eau.

Hypothèses de calcul

- Canaux en terre de forme trapézoïdale, dimensionnés par la formule de Manning- Strickler et à l'aide du logiciel CANAL 9.
- la largeur au plafond b est fixée
- un coefficient de rugosité de Strickler $K_s = 25$
- Fruit $m = 1$
- Une revanche suffisante permettant d'avoir une profondeur totale du canal qui soit facilement exécutable sur le terrain est adoptée.

Les caractéristiques des colatures secondaires sont établies dans le tableau 14.

Tableau 14: Données caractéristiques des colatures secondaires

Paramètres	CS1	CS2	CS3
Débit (l/s)	15,28	7,64	11,46
Pente i (%)	2	1	2
Fruit m	1	1	1
Coefficient de rugosité Ks	25	25	25
Largeur au plafond b (cm)	20	25	25
Tirant d'eau y (cm)	11	14	13
Profondeur totale H (cm)	20	20	20
Vitesse U (m/s)	0,41	0,15	0,21
Nombre de Froude	0,46	0,15	0,21

8-4-Dimensionnement de la colature de ceinture

Elle est dimensionnée pour évacuer la pluie décennale (P_{10}) en 10 heures et elle est subdivisée en 3 biefs. Les débits évacués par les différents biefs sont calculés avec les paramètres suivants :

- $P(10) = 99,1$ mm
- $K_r(10) = 14,48$
- Temps d'évacuation T_e 10h soit 36 000 s
- Largeur de l'impluvium = 3m

$$V (m^3) = P_{(10)} (m) * K_r_{(10)} * S (m^2) \text{ et } Q (m^3/s) = V (m^3)/T_e(s)$$

Les débits sont résumés dans le tableau 15

Tableau 15: Débits dans les colatures de ceinture

	longueur (m)	largeur (m)	surface (m ²)	Volume (m ³)	Débit (m ³ /s)
CC1	673,6	3	2020,8	2900	0,102
CC2	179,48	3	538,44	773	0,021
CC3	299,78	3	899,34	1291	0,036

Hypothèses de calcul

- Canal en terre de section trapézoïdale dimensionnée par la formule de Manning- Strickler et l'aide du logiciel CANAL 9.
- la largeur au plafond b est fixée
- un coefficient de rugosité de Strickler $K_s = 25$
- Fruit $m = 1$

Les caractéristiques de la colature de ceinture et de l'émissaire sont établies dans le tableau 16.

Tableau 16: Caractéristiques hydrauliques de la colature de ceinture de Koassanga

Paramètres	CC1		CC2	CC3	EMISSAIRE	
Longueur (ml)	673,6		179,48	299,78	194,58	
Débit Q (l/s)	81		21	36	0,102	
Pente i (%)	1	2	2	2	1	3
Fruit m	1		1	1	1	1
Coefficient de rugosité Ks	25	25	25	25	25	25
Largeur au plafond b (cm)	65	55	35	40	75	60
Tirant d'eau y (cm)	31	28	16	21	33	27
Vitesse U (m/s)	0,27	0,35	0,25	0,28	0,28	0,42
Nombre de Froude	0,17	0,23	0,22	0,23	0,18	0,30

9-DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES HYDRAULIQUES SUR LE PERIMETRE IRRIGUE DE KOASSANGA

9-1-Ouvrages de régulation sur le Canal principal et ouvrages de prises sur les canaux secondaires

Il s'agit de déversoirs transversaux (épais en béton) ; les déversoirs de régulation du canal primaire sont positionnés à l'aval des ouvrages de prises des canaux secondaires.

Ils sont dimensionnés selon la formule:

$$Q = m m_1 m_2 L \sqrt{2g} (h)^{\frac{2}{3}} \text{ avec}$$

- Q = débit du déversoir
- m = 0,4 coefficient du débit
- m1 = m2 = 1
- L = longueur du déversoir (m)
- h = lame d'eau sur le déversoir (m)

Les caractéristiques des différents déversoirs sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 17: Caractéristiques des ouvrages de prise et de régulation dans les canaux primaires et secondaires

Déversoirs	Position Des secondaires	Débit Q (m3/s)	Constante C	longueur déversante Ld = b	lame d'eau sur le déversoir h	tirant d'eau dans le canal Second Yaval	Pelle du déversoir P	Tirant d'eau dans le canal primaire Y amont	Z	Vérification Du fonctionnement (Z > 0,4h)	
Prise	S1	0,050	1,772	0,530	0,142	0,270	0,218	0,360	0,090	0,057	D dénoyé
	S2	0,030	1,772	0,440	0,114	0,220	0,186	0,300	0,080	0,046	D dénoyé
Régulation	R_S3	0,025	1,772	0,410	0,106	0,210	0,194	0,300	0,090	0,042	D dénoyé
	R_S1	0,055	1,772	0,550	0,147	0,300	0,213	0,360	0,060	0,059	D dénoyé

9-2-Partiteur sur le canal primaire

Un partiteur est construit en fin du canal primaire pour la répartition des débits dans les canaux secondaires S2 et S3

Paramètres de calcul

m = coefficient de débit = 0,400

L = longueur déversante (m) = 0,55 m

Q = débit (m3/s) = 0,055

h = lame d'eau sur le déversoir

hc = hauteur critique

Tableau 18: caractéristiques du partiteur S2-S3 sur le canal primaire

PARTITEUR S2-S3 sur Primaire	
Débit canal affluent Q (m3/s)	
Hauteur critique hc=	0,098
Longueur du seuil L	0,981
épaisseur du seuil=	0,343
s=	0,340
h=	0,147
Qs2 (m3/s):	0,030
Ls3 (m) :	0,300
Qs3 (m3/s) =	0,025
Ls2 (m3/s):	0,250
séparateur (m)	0,43

9-3-Ouvrages de chutes sur canaux primaire et secondaires

Les caractéristiques des chutes sont résumées dans le tableau ci après :

Tableau 19: Caractéristiques des chutes sur les canaux primaires et secondaires

N° CANAL	N° de chute	Q (l/s)	Profondeur d'eau dans le canal Y (m)	Hauteur de chute Z (m)	V (m3)	Section du Bassin S (m2)	Longueur du Bassin L (m)	Largeur du Bassin l (m)	Longueur du seuil déversant Ld (m)	Lame d'eau sur le déversoir hdev	Hauteur du seuil S
Primaire	1	105	0,36	0,08	0,06	0,06	0,12	1,01	0,91	0,16	0,20
S1	1	50	0,25	0,12	0,04	0,06	0,18	0,63	0,53	0,14	0,11
	2	50	0,25	0,20	0,07	0,11	0,30	0,63	0,53	0,14	0,11
	3	50	0,25	0,26	0,09	0,14	0,39	0,63	0,53	0,14	0,11
S2	1	30	0,21	0,19	0,04	0,09	0,29	0,43	0,33	0,14	0,07

9-4-Les Prises TOR (Tout Ou Rien)

Ils sont construits sur les canaux arroseurs et servant de prises pour l'alimentation des différentes parcelles de l'aménagement hydro agricole de Koassanga. Ces ouvrages sont généralement construits sur place et sont munis de vannes métalliques amovibles. On dénombre 19 prises TOR qui desservent les parcelles sur le périmètre irrigué de Koassanga.

II-LISTES DES PLANS ET PROFILS DU PROJET

- 1- plan de masse de l'aménagement du périmètre de Koassanga
- 2- plan pédologique
- 3- profils en long des canaux d'irrigation
- 4- profils en long des colatures secondaires et tertiaires
- 5- profils en long de la colature de ceinture
- 6- profil en long de l'émissaire
- 7- profils en travers type des canaux