Générale de l'Ingénierie pour le Développement

ETUDE DE REHABILITATION DE 26 HECTARES DE PERIMETRES IRRIGUES AUTOUR DU BARRAGE DE KONIOUDOU DANS LA COMMUNE DE KOMBISSIRI, REGION DU CENTRE-SUD (BURKINA FASO)

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE **MASTER**

SPECIALITE : GENIE DE L'EAU, DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES

Présenté et soutenu publiquement le 18 juillet 2025 par

Hadofini Doriane BONZI (20110365)

Directeur de mémoire : Dr. Amadou KEITA (MC CAMES)

Encadrant 2iE : Dr. Amadou KEITA (MC CAMES)

Maître de stage : M. D. Isidore DABIRE

Structure d'accueil : GID

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr Boukary SAWADOGO

Membres et correcteurs : Dr M. Bruno KAFA NDO

M. Bassirou BOUBE

Promotion [2024/2025]

DEDICACES

Je dédie ce mémoire à :

- Mes parents, Nazaire BONZI et Hassamou Pélagie VIMBOUE pour leur soutien indéfectible, leur amour inconditionnel, les sacrifices consentis et leurs précieux conseils à mon égard ;
- Mes frères et sœurs, Z. T. G. Laure, Y. F. Pascaline, N. Noëlla et A. Régis ;
- A la famille BONZI.

Puissiez-vous trouver satisfaction en ce modeste travail, l'expression de ma profonde gratitude.

CITATION

« La grandeur d'un homme se mesure à son empreinte dans le cœur des autres » **Amadou Hampâté Bâ**

REMERCIEMENTS

Au terme de ce cycle de formation de master en Génie de l'Eau, de l'Assainissement et des aménagements Hydro-agricoles, je voudrais remercier toutes les personnes physiques et morales qui m'ont soutenue et accompagnée tout au long de mon parcours.

Je tiens particulièrement à témoigner ma gratitude :

- à l'institut 2iE pour la qualité de formation reçue ;
- à mon encadrant interne, Dr Amadou KEITA pour son encadrement, sa disponibilité, sa patience et ses précieux conseils durant la rédaction de ce mémoire ;
- au Directeur Général du bureau d'études GID, M. Marius SANON pour sa simplicité, son encadrement et l'opportunité qu'il m'a offerte d'effectuer ce stage au sein de sa structure ;
- à mon encadrant externe, M. D. Isidore DABIRE pour sa disponibilité, son encadrement, ses conseils et apports significatifs tout au long du stage ;
- au personnel de la GID pour l'accueil chaleureux et leurs divers soutiens et apports durant mon stage ;
- au corps professoral de l'Institut 2iE pour la connaissance acquise tout au long de ce parcours ;
- à la promotion 2023 des agents du Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de l'Assainissement en formation à 2iE pour les soutiens multiformes ;
- à mes camarades de classe pour cet esprit d'équipe et d'entraide mutuel ;
- à mes amis pour leur disponibilité et leur soutien.

Mes remerciements vont également à l'endroit du ministère en charge de l'eau et de l'assainissement pour les efforts consentis chaque année afin de garantir la formation de ses cadres dans ce prestigieux institut.

RESUME

Le développement de l'agriculture irriguée au Burkina Faso est confronté à plusieurs défis majeurs, notamment les aléas climatiques, la faible productivité agricole et le vieillissement des infrastructures existantes. Pour faire face à ces contraintes et atteindre l'objectif d'autosuffisance alimentaire, le gouvernement a entrepris des actions de réhabilitation des périmètres irrigués. C'est dans ce cadre qu'intervient la réhabilitation de 26,7 hectares de périmètres irrigués à Konioudou et Gonsé. Il s'est agi d'effectuer un dimensionnement préliminaire en vue de quantifier les besoins en eau agricoles, puis le dimensionnement final des différents éléments du réseau, pour finir avec l'analyse financière du projet. Un diagnostic technique a mis en évidence d'importants dysfonctionnements au niveau du barrage ainsi que des deux périmètres concernés. L'état de dégradation avancée des ouvrages a justifié la proposition de reconstruction d'un système adapté au contexte local, selon deux options de réhabilitation. Les études préliminaires ont identifié l'oignon comme culture de référence en raison de ses exigences hydriques élevées, nécessitant un débit d'équipement de 3,28 l/s/ha. Le dimensionnement du réseau hydraulique (conduites de refoulement et de distribution en PN6) a été réalisé en tenant compte des conditions optimales de pression et de vitesse, avec des diamètres nominaux de DN 125 et 110 pour la distribution, et DN 200 pour le refoulement. Sept pompes ont été retenues, chacune avec un débit de 70 m³/h, une hauteur manométrique totale de 20 m et une puissance de 4 kW. Le coût total des aménagements en TTC est estimé à 327 379 790 F CFA pour le système californien (soit 12 128 831 F CFA/ha) contre 227 999 600 F CFA pour le système semi-californien (soit 8 406 727 F CFA/ha). Le retour sur investissement est prévu à la deuxième année pour le système semi-californien, et au cours de la troisième année pour le système californien.

Mots clés

1. **Périmètres irrigués**
2. **Réhabilitation**
3. **Système Californien**
4. **Système Semi-californien**

ABSTRACT

The development of irrigated agriculture in Burkina Faso faces several major challenges, including climate variability, low agricultural productivity, and the aging of existing infrastructure. To address these issues and achieve food self-sufficiency, the government has initiated rehabilitation efforts targeting irrigated areas. The rehabilitation of 26.7 hectares of irrigated land in Konioudou and Gonsé is part of this strategy. This involved carrying out a preliminary sizing to quantify agricultural water requirements, followed by the final sizing of the various components of the network, and concluding with the financial analysis of the project. A technical assessment revealed significant dysfunctions in both the dam and the two irrigated perimeters. Given the advanced level of deterioration, the project proposed the reconstruction of a new irrigation system tailored to local conditions, based on two rehabilitation options. Each option involves subdividing the perimeters into three blocks for Konioudou and two for Gonsé. Preliminary studies identified onion as the reference crop due to its high water demand, requiring a design flow rate of 3.28 l/s/ha. The sizing of the hydraulic network (PN6 pressure-rated supply and distribution pipes) was based on optimal pressure and flow velocity conditions, with nominal diameters of DN 125 and 110 for distribution, and DN 200 for supply lines. Seven pumps were selected, each with a flow rate of 70 m³/h, a total dynamic head (TDH) of 20 meters, and a power rating of 4 kW. The total cost of the infrastructure is estimated at 327,379,790 CFA francs (including tax) for the Californian system, compared to 227,999,600 CFA francs for the semi-Californian system. The return on investment is projected by the second year for the semi-Californian system and by the third year for the Californian one.

Key words :

1. **Irrigated land**
2. **Rehabilitation**
3. **Californian system**
4. **Semi-californian system**

FICHE TECHNIQUE DU PROJET

FICHE TECHNIQUE DU PROJET				
Localisation				
Région	Centre-Sud			
Province	Bazèga			
Commune	Kombissiri			
Village	Konioudou			
Coordonnées géographiques du site	12°02'38,16"N ; 01°16'29.24"W			
Ressource en eau				
Source d'eau	Barrage			
Côte crête digue (m)	317,25			
Longueur digue + déversoir (m)	1460			
Côte de calage du déversoir (m)	316.25			
Longueur du déversoir (m)	116			
Position	Latérale rive droite			
Capacité de la retenue (m^3)	1 568 803			
Périmètres				
Site	Konioudou	Gonsé	Konioudou	Gonsé
Superficie (m^2)	15,7	11	15,7	11
Type d'aménagement	Semi-californien		Californien	
Nombre de blocs	3	2	3	2
Nombre de prises	40	26	31	27
Nombre de bassins partiteurs	3	2		
Conduite de distribution	DN 125 ; 110 PN6			
Longueur conduite de distribution (m)	2 286	1 533		
Longueur des canaux arroseurs			3 130	2 240
Conduite de refoulement	DN 200 PN6		DN 200 ; 160 ; 110 PN6	
Longueur conduite de refoulement (m)	1 118	764	3 847	3 958
Longueur de la clôture grillagée (m)	1 755	1 254	1 755	1 254
Coûts				
Source d'énergie	Thermique			
Montant total des travaux (F CFA TTC)	227 999 600		327 379 790	
Coût de l'aménagement à l'hectare (F CFA TTC)	8 406 727		12 128 831	

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

AEN	: Agence de l'Eau du Nakanbé
AEPS	: Adduction d'Eau Potable Simplifiée
ANAM	: Agence Nationale de la Météorologie
BAD	: Banque Africaine de Développement
CIEH	: Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques
CILSS	: Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel
CPCS	: Comité de Pédologie et de Cartographie des Sols
DRED	: Direction Régionale de l'Economie et du Développement
DN	: Diamètre nominal
ETP	: Evapotranspiration Potentielle
FAO	: Food and Agriculture Organization
GID	: Générale de l'Ingénierie pour le Développement
GPS	: Global Positionning System
MARAH	: Ministère de l'Agriculture, des Ressources Animales et Halieutiques
NIES	: Notice d'Impact Environnemental et Social
OAPH	: Offensive Agro Pastorale et Halieutique
ONBAH	: Office Nationale des Barrages et des Aménagements Hydrauliques
PCD	: Plan Communal de Développement
PDRDP-B/K	: Projet de Développement Rural Décentralisé et Participatif dans les provinces du Bazèga et du Kadiogo
PGES	: Plan de Gestion Environnementale et Sociale
PI	: Périmètre Irrigué
PIB	: Produit Intérieur Brut
PN	: Pression Nominale
PVC	: Polychlorure de Vinyle
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitation
SARL	: Société par Action à Responsabilités Limitées
SNDAC	: Stratégie Nationale de Développement de l'Agriculture Contractuelle
UBT	: Unité de Bétail Tropical

SOMMAIRE

DEDICACES i
CITATION ii
REMERCIEMENTS iii
RESUME iv
ABSTRACT v
FICHE TECHNIQUE DU PROJET vi
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS vii
I. INTRODUCTION 7
II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE 8
II.1 Présentation de la GID 8
II.2 Présentation de la zone d'étude 10
II.2.1 Cadre biophysique 10
II.2.2 Cadre humain 13
III. PRESENTATION DU PROJET 15
III.1 Contexte 15
III.2 Justification 16
III.3 Données de base 16
III.3.1 Données agro-climatiques 16
III.3.2 Données topographiques 17
III.3.3 Données géotechniques 18
III.3.4 Données agro-pédologiques 18
IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION 19
IV.1 Matériel et logiciels 19
IV.2 Méthodologie 19
IV.2.1 Recherches bibliographiques 19
IV.2.2 Sortie terrain et collecte des données 20
IV.2.3 Evaluation de la capacité de rétention d'eau du barrage 20
IV.2.4 Etudes préliminaires 21
IV.2.5 Dimensionnement final 26
IV.2.6 Dimensionnement du réseau annexe 33
IV.2.7 Entretien et gestion des périmètres 34

IV.2.8 Evaluation financière des aménagements 35
V. ETUDE TECHNIQUE 35
V.1 Diagnostic/ état des lieux 35
V.1.1 Historique du barrage et du périmètre irrigué 35
V.1.2 Description des ouvrages du barrage et des périmètres irrigués 36
V.1.3 Diagnostic physique des ouvrages du barrage et des périmètres irrigués 37
V.1.4 Diagnostic de l'organisation et de la gestion des périmètres 42
V.1.5 Propositions de solutions 43
V.2 Synthèse sur les études de base 45
V.2.1 Données agro-climatiques 45
V.2.2 Données topographiques 46
V.2.3 Données géotechniques 46
V.2.4 Données agro-pédologiques 46
V.3 Etudes hydrologiques 47
V.3.1 Caractéristiques géomorphologiques du bassin versant 47
V.3.2 Etude des crues 48
V.3.3 Evaluation des besoins en eau et des pertes 49
V.3.4 Apports liquides 51
V.3.5 Courbes caractéristiques de la retenue d'eau 51
V.4 Propositions de réhabilitation des périmètres irrigués 52
V.4.1 Réhabilitation par système semi-californien 54
V.4.2 Réhabilitation par système californien 59
V.4.3 Opérations avant la mise en exploitation 61
V.4.4 Entretien et gestion des périmètres 61
V.5 Analyse des options et choix technique 62
VI. ETUDE DE FAISABILITE FINANCIERE 63
VI.1 Etude financière pour la réhabilitation du système californien 63
VI.1.1 Coût estimatif du projet 63
VI.1.2 Etude de la rentabilité financière 63
VI.2 Etude financière pour la réhabilitation du système semi-californien 63
VI.2.1 Coût estimatif du projet 63
VI.2.2 Etude de la rentabilité financière 64
VI.3 Analyse des options et choix économique 64

VII. ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL 64
VIII. ANALYSE ET DISCUSSION 65
IX. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 66
BIBLIOGRAPHIE 68
ANNEXES 70

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Proposition de calendrier cultural 21
Tableau 2 : Etat de dégradation du barrage 37
Tableau 3 : Etat de dégradation des périmètres irrigués 40
Tableau 4 : Solutions aux dégradations des ouvrages 43
Tableau 5 : Solutions aux dégradations des périmètres irrigués 44
Tableau 6 : Caractéristiques de la pluviométrie 45
Tableau 7 : Caractéristiques géomorphologiques du bassin versant 47
Tableau 8 : Synthèse des besoins agricoles des cultures 49
Tableau 9 : Répartition du cheptel dans la commune de Kombissiri 49
Tableau 10 : Effectif du cheptel de la zone d'étude à l'horizon 2045 50
Tableau 11 : Avantages et inconvénients du système californien et semi-californien 53
Tableau 12 : Répartition des superficies sur les périmètres 54
Tableau 13 : Evaluation des besoins en eau des cultures 55
Tableau 14 : Résultats du dimensionnement primaire 55
Tableau 15 : Répartition des prises parcellaires sur les sites 57
Tableau 16 : Caractéristiques de la pompe retenue 58
Tableau 17 : Répartition des superficies sur les périmètres (Californien) 59
Tableau 18 : Répartition des prises parcellaires sur les sites 60
Tableau 19 : Evaluation financière du système californien 63
Tableau 20 : Evaluation financière du système semi-californien 64
Tableau 21 : Données pluviométriques de la station synoptique de Ouagadougou 71
Tableau 22 : Données d'évaporation du Bac "A" en mm 72
Tableau 23 : Valeurs de l'ajustement des pluies maximales journalières 72
Tableau 24 : Valeurs de l'ajustement des pluies moyennes annuelles/ années humides 74
Tableau 25 : Données de la courbe hypsométrique 76
Tableau 26 : Paramètres de détermination du coefficient de ruissellement K_r 79
Tableau 27 : Paramètres de détermination du temps de base T_b 80
Tableau 28 : Paramètres de détermination de la crue décennale (CIEH) 81
Tableau 29 : Valeurs de la crue de projet 82
Tableau 30 : Evaluation des apports solides 82
Tableau 31 : Evaluation de l'évaporation de la retenue d'eau 83

Tableau 32 : Apports liquides dans la retenue d'eau 84
Tableau 33 : Points de mesures et valeurs obtenues 86
Tableau 34 : Calcul des besoins en eau pour l'oignon 93
Tableau 35 : Calcul des besoins en eau pour le chou 94
Tableau 36 : Calcul des besoins en eau pour l'aubergine 95
Tableau 37 : Calcul des besoins en eau pour la courge 96
Tableau 38 : Besoins en eau pastoraux 97
Tableau 39 : Dimensionnement des conduites de distribution (semi-californien) 100
Tableau 40 : Dimensionnement des conduites de refoulement (semi-californien) 106
Tableau 41: Vérification du coup de bélier 106
Tableau 42 : Dimensionnement du système californien 107
Tableau 43 : Dimensionnement des bassins partiteurs (semi-californien) 110
Tableau 44 : Dimensionnement des prises parcellaires (semi-californien) 110
Tableau 45 : Dimensionnement de la colature de ceinture 112
Tableau 46 : Dimensionnement des drains 113
Tableau 47 : Devis estimatif du système semi-californien 114
Tableau 48 : Devis estimatif du système californien 116
Tableau 49 : Compte d'exploitation du chou 120
Tableau 50 : Compte d'exploitation de l'oignon 121
Tableau 51 : Compte d'exploitation de l'aubergine 123
Tableau 52 : Description des composantes du milieu récepteur d'impacts 129
Tableau 53 : Matrice de Léopold 131
Tableau 54: Synthèse de l'identification des impacts 134
Tableau 55 : Matrice de Fecteau pour l'évaluation des impacts 136
Tableau 56 : Coût du PGES 141

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme de la GID (2025) 9
Figure 2 : Carte de situation de Konioudou 10
Figure 3 : Retenue d'eau de Konioudou 11
Figure 4 : Variation de la pluviométrie annuelle (Données météo 1989-2023) 12
Figure 5 : Etat des ouvrages du barrage 40
Figure 6 : Etat des ouvrages des périmètres irrigués 42
Figure 7 : Types de sols rencontrés à Konioudou et à Gonsé 47
Figure 8 : Courbe d'exploitation de la retenue d'eau de Konioudou 52
Figure 9 : Ajustement à la loi de Gumbel des pluies maximales journalières 73
Figure 10 : Ajustement à la loi normale des pluies annuelles / années humides 75
Figure 11 : Courbe hypsométrique du bassin versant 77
Figure 12 : Courbe hauteur-surface du barrage de Konioudou 85
Figure 13 : Courbe hauteur-volume du barrage de Konioudou 85
Figure 14 : Situation des points de mesure d'infiltration 87
Figure 15 : Droites d'ajustement de l'infiltration pour chaque point de mesure 92
Figure 16 : Caractéristiques moyen du sol de Konioudou 92
Figure 17 : Caractéristiques moyen du sol de Gonsé 93
Figure 18 : Calendrier d'irrigation de Konioudou 98
Figure 19 : Calendrier d'irrigation de Gonsé 99
Figure 20: Courbe caractéristique de la pompe choisie 100
Figure 21 : Plan d'ensemble du réseau semi-californien 143
Figure 22 : Vue en plan du réseau semi-californien de Konioudou 144
Figure 23 : Vue en plan du réseau semi-californien de Gonsé 145
Figure 24 : Schéma du bassin partiteur 146
Figure 25 : Schéma de l'ouvrage de prise double 147
Figure 26 : Plan d'ensemble du réseau californien 148
Figure 27 : Vue en plan du réseau californien de Konioudou 149
Figure 28 : Vue en plan du réseau californien de Gonsé 150

I. INTRODUCTION

L'agriculture pluviale est la principale activité de subsistance des populations de la zone aride d'Afrique de l'Ouest (J. Aviron Violet et al., 1991). Elle contribue significativement au Produit intérieur brut (PIB) de ces pays. Suite aux sécheresses des années 1970, plusieurs types d'aménagements ont vu le jour, et le recours à l'agriculture irriguée devient indispensable pour la réalisation de l'autosuffisance alimentaire au Burkina Faso (Dembélé et al., 2001). En effet, depuis 1975, le développement des cultures irriguées a toujours occupé une place importante dans les stratégies de lutte contre la sécheresse et de développement adoptées par le CILSS et le Club du sahel (Coulibaly et al., 2022).

Par ailleurs, le contexte socio-économique dans les pays du sahel que sont le Burkina Faso, le Mali et le Niger freine considérablement le développement des cultures irriguées. Le coût élevé des investissements, les charges récurrentes et la faible intensité des cultures sur les périmètres irrigués ne favorisent pas leur productivité. A cela s'ajoutent les pressions constantes dues à la forte exploitation, aux changements climatiques et à la variabilité du régime des précipitations (Baki et al., 2025) qui sont des facteurs menaçant constamment la disponibilité des eaux au niveau des retenues et la durabilité des ouvrages.

Cependant, après plusieurs années d'exploitation, certains périmètres irrigués, surtout ceux de type 3, connaissent des dégradations (Baki et al., 2022) du fait de plusieurs facteurs : défaut d'entretien, usure de certains équipements, dysfonctionnements divers, etc. Pour un potentiel de terres aménageables en bas-fonds (500 000 ha) et en périmètres irrigués (233 500 ha) dans le pays, seulement 32 258 ha sont aménagés pour l'irrigation (MARHASA, 2015) ; celles effectivement mises en culture varient d'une saison à l'autre et se situent en moyenne autour de 20 000 ha, répartis entre 8 500 ha en maîtrise totale (dont 5 500 ha en riz), 6 000 ha en bas-fonds (dont 2 000 ha de riziculture en bas-fonds améliorés), et 4 500 ha de petite irrigation (MARAH, 2023a). Le défi majeur de l'agriculture burkinabé, fortement dépendante des aléas climatiques, est le maintien du rendement de la productivité de ses périmètres irrigués de plus en plus vieillissants. Avec l'accroissement du coût des aménagements hydro-agricoles, les bailleurs de fonds se montrent de plus en plus réticents à investir dans ce domaine, préférant la réhabilitation des aménagements existant dont la plupart connaissent une baisse de performance.

La réhabilitation du périmètre irrigué de Konioudou intervient dans ce cadre en vue de contribuer à augmenter les rendements de production des exploitants. Pour ce faire, les études de faisabilité techniques à travers i) le diagnostic du fonctionnement du périmètre irrigué ; ii) la réalisation des études de base et iii) la conception et le dimensionnement du périmètre irrigué, s'avèrent primordiales.

La méthodologie adoptée dans le cadre de cette étude s'articulera autour de quatre étapes principales : (i) une revue documentaire pour rassembler et analyser les informations existantes en lien avec le sujet ; (ii) une phase de collecte de données sur le terrain afin d'obtenir des informations spécifiques et actualisées ; (iii) un traitement et une analyse des données recueillies pour en tirer des résultats pertinents ; et enfin (iv) la conception d'options de réhabilitation basées sur les résultats de l'analyse.

Le présent mémoire de fin d'études porte sur l'étude d'Avant-Projet Détaillé pour la réhabilitation de périmètres irrigués autour du barrage de Konioudou. Il s'articulera autour de cinq grandes parties à savoir :

- la présentation de la zone d'étude et du projet ;
- la méthodologie de conception ;
- l'étude de faisabilité technique ;
- l'étude de faisabilité financière ;
- l'évaluation de l'impact environnemental du projet.

II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

II.1 Présentation de la GID

Le bureau d'études « **Générale de l'Ingénierie pour le Développement (GID) Sarl** » est une entreprise privée fondée le 27 octobre 2003 par Monsieur Marius SANON, Ingénieur Hydraulicien et Directeur Général. Structurée en Société à Responsabilité Limitée (SARL), GID SARL est spécialisée dans les prestations intellectuelles et la maîtrise d'œuvre.

L'entreprise intervient dans plusieurs domaines, notamment la réalisation des études techniques, le suivi et le contrôle des travaux, la supervision des chantiers, l'assistance technique, l'ingénierie-conseil en général.

Les différents domaines de compétence du bureau sont les suivants :

- l'assainissement (caniveaux et ouvrages de franchissement) ;
- les pistes rurales, la voirie, les routes et les ouvrages d'art ;
- les bâtiments (infrastructures éducatives, infrastructures sanitaires, infrastructures sociales) ;
- l'hydraulique villageoise (puits, forages) ;
- les barrages et aménagements hydro-agricoles (périmètres irrigués, périmètres maraîchers, bas-fonds) ;

Fort d'une équipe dynamique et qualifiée d'une vingtaine de personnes, le bureau est structuré en services techniques et administratifs. La Figure 1 ci-dessous présente l'organigramme du bureau d'étude.

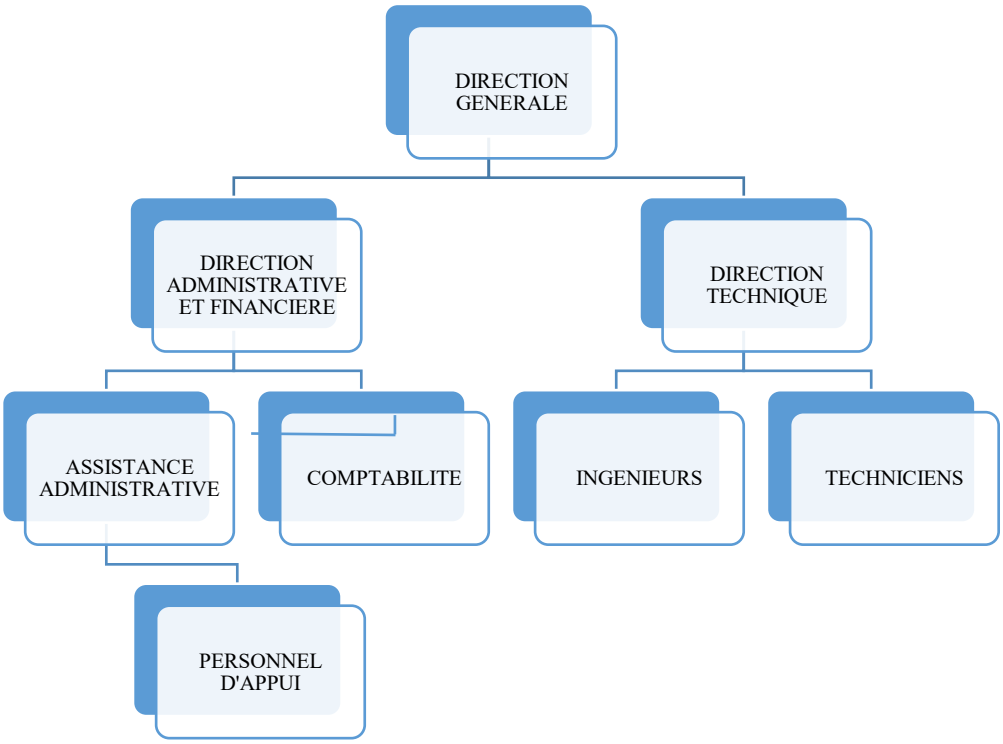


Figure 1 : Organigramme de la GID (2025)

II.2 Présentation de la zone d'étude

II.2.1 Cadre biophysique

II.2.1.1 Situation géographique et administrative

La commune de Kombissiri localisée dans la région du Centre-Sud se situe au Nord-Ouest de celle-ci, à environ 70 km de Manga, chef-lieu. Au niveau provincial, la commune est située au Centre - Est de la province. Kombissiri, chef-lieu de la province du Bazèga est situé à environ 45 km de Ouagadougou. Elle est limitée au Nord par la commune de Koubri (Kadiogo), au Sud-Est par la commune de Toécé, au Nord-Est par la commune de Gaongho et à l'Ouest par la commune de Doulougou. Le village de Konioudou fait partie des 57 villages que compte la commune urbaine de Kombissiri, en plus de ses cinq (5) secteurs. Il est situé au Sud-Est de Kombissiri à 7 km de Kombissiri-Centre et à 52 km de la capitale (Ouagadougou). On y accède en empruntant la RN5 (Ouagadougou-Pô-Frontière du Ghana). A partir de Kombissiri, on emprunte la piste aménagée à gauche (Kombissiri-Gaongho). La Figure 2 montre la localisation du village de Konioudou.

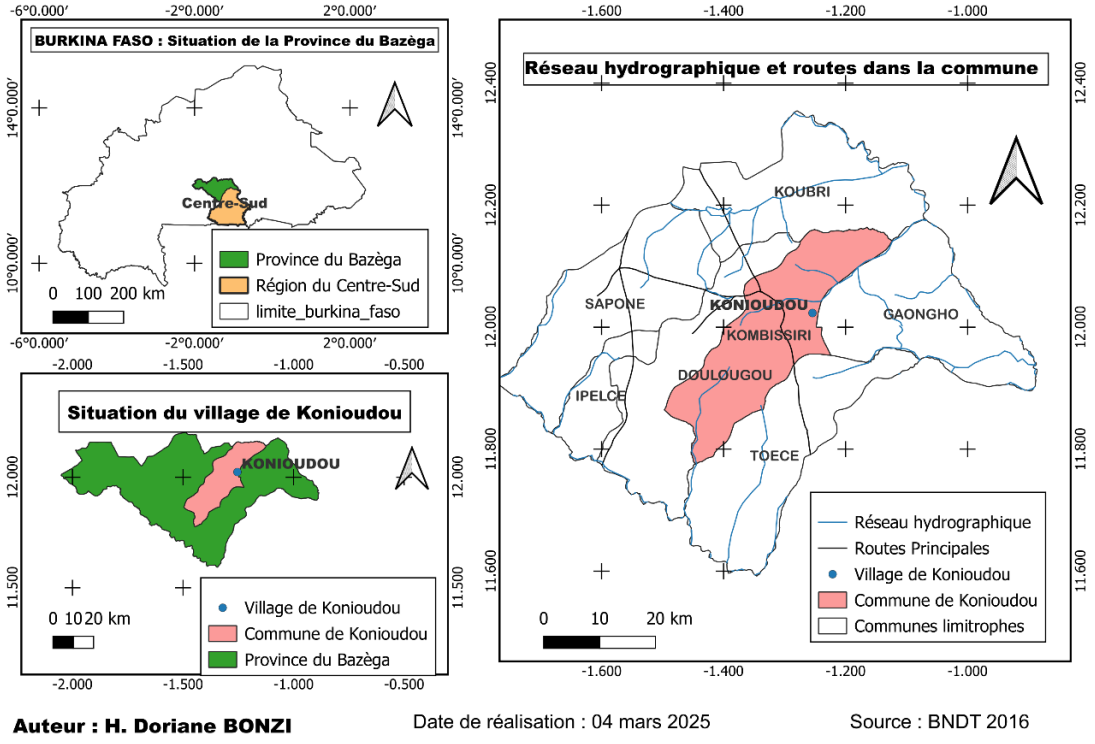


Figure 2 : Carte de situation de Konioudou

La Figure 3 montre la représentation du site du barrage et des périmètres irrigués de Konioudou et Gonsé.

Figure 3 : Retenue d'eau de Konioudou

II.2.1.2 Relief et sol

Le relief de la commune de Kombissiri est composé de plateaux et de plaines pour ce qui concerne les types de modelés. Les plateaux ont une altitude moyenne de 300 m et les plaines, une altitude moyenne de 200 m. On note la présence d'affleurements latéritiques. La morphogénèse en milieu birrimien se traduit par la présence de cuirasses bauxitiques et de cuirasses de haut glacis d'une part, et d'autre part des cuirasses de niveau inférieur résultantes de phénomènes d'érosion mécanique et chimique (Bonkoungou and Bougma, 2009).

Quant aux sols, on en rencontre divers types selon la profondeur et la position physiographique. Les sols ferrugineux tropicaux lessivés qui occupent 80,97% de la superficie de la province, les sols bruns eutrophes sur roche basique (8,46%), les sols peu évolués d'érosion gravillonnaire (8,08%), les lithosols sur cuirasse (2,05%) et les sols sodiques hydromorphes (0,43%) (PCD, 2008).

II.2.1.3 Climat et précipitations

La province du Bazèga, à l'instar des autres provinces du Burkina Faso est caractérisée par deux saisons : une saison pluvieuse qui s'étend de mai à octobre et une saison sèche de novembre à avril. La saison pluvieuse est dominée par les vents humides de mousson tandis que la saison sèche est dominée par les vents froids et secs (harmatan, de novembre à février) et des vents chauds et secs (harmatan, mars à mai). La pluviométrie y est abondante, mais mal répartie, avec des hauteurs de précipitation se situant entre 700 et 1 000 mm de pluie, une moyenne annuelle de 813 mm et un nombre moyen de jours de pluie de 55,2 jours (PCD, 2008). Les températures quant à elles varient entre 16°C en période froide et 41°C en période chaude. La variation de la pluviométrie annuelle au cours de la période de 1989 à 2023 est présentée dans la Figure 4.

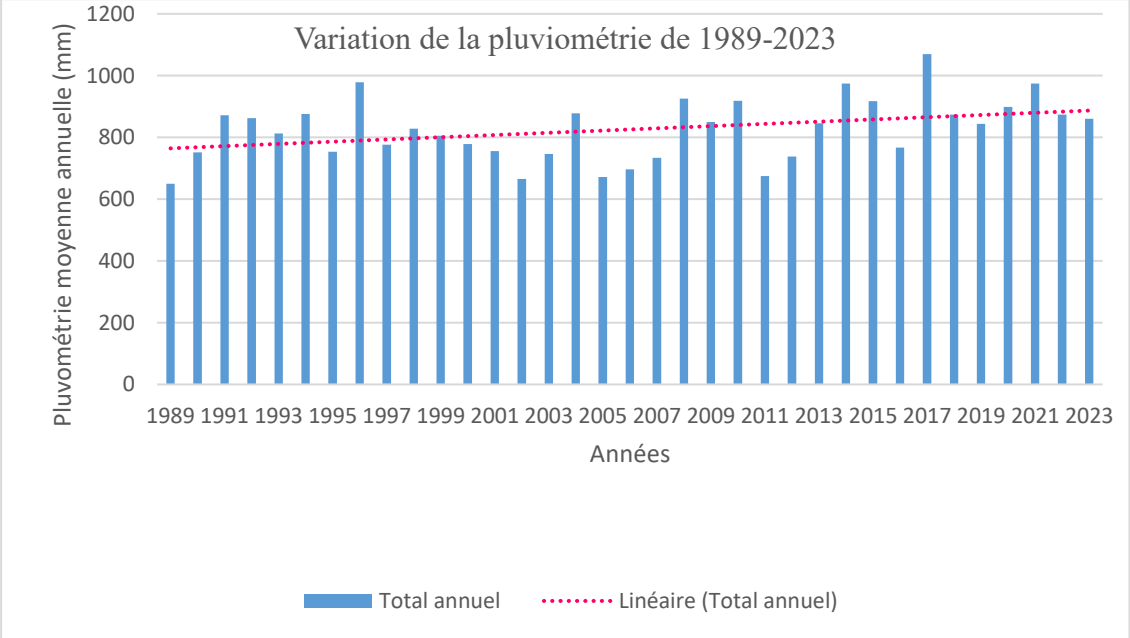


Figure 4 : Variation de la pluviométrie annuelle (Données météo 1989-2023)

II.2.1.4 Hydrographie

La province du Bazèga est drainée essentiellement par le bassin du Nakanbé. La province dispose d'une cinquantaine de petits barrages qui offrent des possibilités d'aménagement pour les productions en saison sèche, dans le domaine de l'agriculture (PCD, 2008).

II.2.1.5 Faune et flore

La province du Bazèga est à cheval sur deux domaines phytogéographiques (sud-soudanien et nord-soudanien) à dominance nord-soudanienne. Elle est caractérisée par une végétation de savane arborée à arbustive majoritairement. On y rencontre également des forêts galeries le long des cours d'eau (PCD, 2008).

Dans cette végétation diverse, abonde une faune également diversifiée : les petits et grands mammifères, les oiseaux, les reptiles…

II.2.2 Cadre humain

II.2.2.1 Démographie

Selon le RGPH 2019, la population de la province était estimée à 280 870 personnes. Celle de la commune Kombissiri comptait 77 756, dont 28 617 en milieu urbain. La population de Konioudou représente 2,57% de cette population. Dans le village de Konioudou, on retrouve une population majoritairement juvénile, soit 77,19% de la population. Les femmes quant à elles représentent 53,53% de la population (INSD, 2022).

II.2.2.2 Activités socio-économiques

Sur le plan socio-économique, le village mise sur l'agriculture qui est la principale activité des populations de la localité. L'agriculture dans la province est dominée par les céréales qui constituent l'alimentation de base des populations. Les principales céréales cultivées sont : le maïs, le mil, le sorgho (blanc et rouge) et le riz. Au cours de la campagne 2022-2023, ce sont plus de 84 500 tonnes de céréales qui ont été produites dans la localité. A cela s'ajoutent les cultures de rente que sont le coton, le sésame, l'arachide et le soja qui représentait 29,3% de la production en 2023 (GID, 2024a). La production de cultures maraichères quant à elle, concerne les spéculations telles que : l'oignon, le chou, la tomate, l'aubergine, la courgette, le piment, la laitue, le gombo, etc.

Les activités économiques secondaires, telles que l'élevage et le commerce, complètent l'agriculture et occupent une place importante dans les moyens de subsistance des populations locales. L'élevage est la deuxième activité la plus pratiquée dans la province après l'agriculture. Présent dans la majorité des concessions, l'élevage concerne une grande variété d'espèces animales, notamment la volaille, les bovins, les ovins, les caprins, les porcins et les asins. Cette diversité témoigne d'une stratégie de sécurisation des revenus, particulièrement utile en période

de soudure. En parallèle, le commerce local repose essentiellement sur la vente des céréales issues de la saison des pluies, telles que le riz, le mil ou le maïs. S'y ajoute la commercialisation de fruits, de produits maraîchers et d'objets d'art, qui permet de diversifier les revenus, notamment pour les femmes et les jeunes. Ces deux activités, bien ancrées dans les pratiques locales, jouent ainsi un rôle économique complémentaire fondamental.

En revanche, la pêche reste faiblement développée dans la commune malgré l'existence de deux cours d'eau et de quinze (15) barrages. Elle n'est véritablement pratiquée que dans quelques plans d'eau localisés, notamment ceux de Pindga, Bissiri, Nangouma, Konioudou et Kierma. Dans ces sites, les produits de la pêche sont principalement destinés à la commercialisation. La majorité des captures est achetée par des commerçants venus de Ouagadougou, ce qui montre l'existence d'un débouché structuré, bien que limité. Ce potentiel halieutique demeure cependant sous-exploité, en raison de contraintes techniques ou organisationnelles. Un meilleur aménagement des sites de pêche et un encadrement adapté pourraient favoriser le développement de cette activité et contribuer davantage à l'économie locale.

II.2.2.3 Gestion du foncier et sécurité

Les propriétaires terriens sont les GUIGMA à Konioudou et OUEDRAOGO à Gonsé. L'acquisition des terres se fait à travers le chef de village concerné et son rôle est incontournable quand bien même il ne soit pas le propriétaire (GID, 2024b). A l'origine, que ce soit dans le village de Konioudou ou celui de Gonsé, lorsqu'une personne demande une portion de terre pour un but précis qui est en faveur du développement du village, elle lui est accordée. Le principal mode d'exploitation des ressources foncières de la zone est l'héritage. Lors de l'attribution des parcelles, pour ce qui concerne les périmètres irrigués :

- A Konioudou, pour bénéficier d'une parcelle, il fallait participer aux travaux pendant l'aménagement du périmètre et vouloir la terre. Le nombre de jour de travail était compté pour chaque participant. Cette attribution s'est faite sans distinction de sexe ni d'ethnie.
- A Gonsé, le chef du village ne s'était pas impliqué dans le partage des parcelles, il a juste autorisé les populations à s'organiser pour un partage équitable, car une liste de participant avait été ouverte lors des travaux d'aménagement du périmètre.

III. PRESENTATION DU PROJET

III.1 Contexte

L'agriculture burkinabé, essentiellement pluviale, est soumise à d'énormes contraintes dont l'une des plus importantes demeure les aléas climatiques, qui se manifestent par l'irrégularité de la pluviométrie dans le temps et dans l'espace entrainant par moment, des pertes de productions agricoles. Pourtant, le pays dispose d'une superficie de 233 500 ha de terre irrigable dont moins de 30% sont aménagés et d'un potentiel de bas-fonds facilement aménageable estimé à 500 000 ha dont moins de 20% sont exploités (MARAH, 2023b).

En effet, plusieurs types d'aménagements ont vu le jour suite aux sécheresses des années 1970 au Burkina Faso. Après plusieurs années d'exploitation, certains périmètres irrigués ont connu des dégradations du fait de plusieurs facteurs : défaut d'entretien, usure de certains équipements, dysfonctionnements divers, etc. Aussi, les pressions constantes dues à la forte exploitation, aux changements climatiques et à la variabilité du régime des précipitations sont des facteurs qui menacent constamment la disponibilité des eaux au niveau des retenues et la durabilité des ouvrages.

En outre, le Burkina Faso est contraint de plus en plus à une instabilité alimentaire, résultant des nombreuses attaques terroristes qui ont occasionné de multiples déplacés internes. Cette situation de crise alimentaire conduit le gouvernement à se tourner vers l'aide extérieure qui s'amenuise à cause des conflits politiques internationaux. Or l'économie du Burkina Faso repose principalement sur le secteur primaire, qui a contribué en moyenne à 19,3% au Produit intérieur brut (PIB) sur la période 2018-2022 (MARAH, 2023a).

Dans ce contexte, l'Etat burkinabè s'est fixé comme option stratégique de développer les aménagements hydro agricoles pour sécuriser, accroître et intensifier la production agricole afin de renforcer la sécurité alimentaire des populations burkinabè de plus en plus nombreuses et exigeantes, et d'assurer une croissance économique soutenue (MARAH, 2015). Cet engagement s'est traduit par l'adoption et la mise en œuvre de la Politique nationale de développement durable de l'agriculture irriguée à travers des stratégies, des plans et des programmes. Le référentiel en cours depuis 2023 et qui se poursuivra jusqu'en décembre 2025 est l'offensive agropastoral dont l'ambition première est de parvenir à la souveraineté

alimentaire pour le pays à l'horizon 2025 à travers la réalisation et la réhabilitation de périmètres irrigués et l'aménagement de bas-fonds (MARAH, 2023b).

III.2 Justification

En vue d'atteindre l'autosuffisance alimentaire par une meilleure maîtrise des facteurs de production, le gouvernement du Burkina Faso et ses partenaires au développement entreprennent chaque année, à travers le territoire national, des travaux de réalisation et/ou de réhabilitation de barrages et d'aménagements hydro-agricoles (périmètres irrigués, bas-fonds, …). A travers le ministère en charge de l'Agriculture, le gouvernement s'est investi dans l'intensification des infrastructures hydro-agricoles en vue de contribuer significativement à l'augmentation de la part des productions irriguées à la production totale à travers le Plan opérationnel pour la souveraineté alimentaire et la création d'emplois décents dans le secteur agropastoral (MARAH, 2023b).

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet de réhabilitation des périmètres irrigués au Burkina Faso afin de proposer des solutions qui permettront d'assurer durablement la qualité des ouvrages et leur productivité agricole.

III.3 Données de base

III.3.1 Données agro-climatiques

Elles ont été obtenues à l'Agence Nationale de la Météorologie (ANAM) et concernent les précipitations et l'évapotranspiration. Les données sur les 35 dernières années ont été recueillies dans le cadre de cette étude. Ces données ont été utilisées pour la détermination des paramètres hydrologiques.

III.3.1.1 Données pluviométriques

Les données pluviométriques exploitées dans le cadre de cette étude sont celles de la station synoptique de Ouagadougou-aéroport, station la plus proche de Kombissiri, pour la période allant de 1989 à 2023. Il agit des données de pluies maximales journalières et de pluies moyennes mensuelles. Ces données permettront d'effectuer l'analyse fréquentielle des pluies maximales journalières et des pluies moyennes annuelles en utilisant le logiciel HyfranPlus. Il faut noter que :

- La pluie maximale journalière renseigne sur les averses enregistrées et permet d'estimer l'ampleur des crues au droit du barrage, du chenal, des colatures et des drains.
- La pluie moyenne annuelle quant à elle renseigne sur les caractéristiques de la saison des pluies (début, fin, régularité, …) et permet d'estimer la crue qui arrive dans le barrage.

III.3.1.2 Evaporation et évapotranspiration

Les données sur l'évaporation proviennent de la station synoptique de Ouagadougou et concernent les pluies moyennes mensuelles. Elles ont été évaluées partir de la corrélation des valeurs d'évaporation du Bac « A » pour la période de 1992 à 2021. Ces valeurs sont corrigées par la formule de POUYAUD (1985) pour exploitation dans le cadre de cette étude (1).

$$E_{ret} = 1{,}664 \times E\ Bac\ A^{0{,}602} \quad (1)$$

Avec :

E_{ret} : Evaporation (mm/j)

E Bac A : Evaporation du Bac A (mm/j)

Pour ce qui concerne l'évapotranspiration potentielle, les données ETP de PENMANN ont été traitées afin d'obtenir les valeurs de l'évapotranspiration potentielle, utilisées pour l'estimation des besoins en eau des cultures. Il s'est agi des données de l'évapotranspiration de PENMANN mensuelles pour la période de 1984 à 2017.

III.3.2 Données topographiques

Elles ont consisté en un levé d'état des lieux des deux périmètres irrigués, du barrage et leurs environs immédiats. A l'issue des levés de terrain, des calculs et du report au bureau, des plans de masse des périmètres irrigués et du barrage ont été élaborés à partir des données obtenues respectivement aux échelles 1/1250ème et 1/2000ème avec des courbes de niveau d'une équidistance de 0.25 m. Les détails suivants ont été levés sur le terrain : les pistes et les sentiers, les affleurements rocheux, les ouvrages du barrage et des périmètres irrigués, les points d'eau souterrains, les bornes topographiques, les arbres et les touffes d'arbres, les cours d'eau, etc.

Des bornes bétonnées ont été implantées pour faciliter le repérage et permettre l'implantation des ouvrages à l'étape d'exécution des travaux.

III.3.3 Données géotechniques

Elles ont consisté au prélèvement sur le site des matériaux (sable, gravier, moellons, latérite, eau, …) nécessaires à la mise en œuvre des travaux de réhabilitation des périmètres irrigués. Ces données sont collectées dans le but de déterminer les zones d'emprunt de matériaux indispensables à la réalisation des ouvrages. Les échantillons prélevés ont été analysés au laboratoire pour s'assurer de leur qualité.

III.3.4 Données agro-pédologiques

Les études agro-pédologiques des périmètres de Konioudou et Gonsé ont pour but de déterminer les types de sol et les différentes pratiques culturales favorables aux différents sols. Elles ont été obtenues suites aux études réalisées par le bureau GID. La détermination des paramètres physico-chimiques pertinents a abouti à la proposition de recommandations pour l'amélioration de la qualité des caractéristiques du sol pour les besoins des cultures. Les profils pédologiques ouverts ont été décrits suivant les directives de la FAO et classifiés selon le système français de la classification des sols, la CPCS (1967), tout en faisant une corrélation avec la WBR (2006). La couleur matricielle et la couleur des tâches ont été déterminées à l'aide du code Munsell (1990) à l'état sec et à l'état humide. Les informations de surface sont celles relatives à l'environnement du profil, l'utilisation actuelle des sols, la végétation naturelle ou anthropique, les formes d'érosion, les affleurements de cuirasses ou de roches, etc. Quant aux données internes, elles sont relatives à la profondeur, la texture, la couleur des horizons, la présence de tâches, la structure, la consistance, la porosité, l'activité d'origine biologique, le système racinaire, et aux éléments grossiers (GID, 2024c).

Pour compléter les informations de l'étude agro-pédologique, des mesures d'infiltration du sol ont été effectuées sur l'ensemble des deux sites à raison d'un point de mesure par hectare. Ces mesures ont permis de caractériser la capacité d'infiltration du sol en écoulement unidirectionnel, par la détermination de la conductivité hydraulique du sol à saturation (Ksat). La technique utilisée est la mesure par double anneaux de Muntz.

IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION

IV.1 Matériel et logiciels

La réalisation de cette étude fait intervenir un certain nombre de matériels qui comprennent majoritairement les logiciels. A cet effet, ceux utilisés dans le cadre de cette étude sont :

- **Global Positionning System (GPS)** : utilisé pour le géoréférencement des points et entités géographiques ;
- **Matériel de double anneau de Muntz et accessoires** : utilisé pour la détermination du coefficient de saturation Ksat ;
- **Hyfran Plus** : pour l'analyse fréquentielle des données pluviométriques ;
- **Google earth** : utilisé pour l'implémentation du site. Il a servi à la géolocalisation, visualisation et représentation des points sur les cartes ;
- **Autocad** : utilisé pour les dessins techniques (plans d'aménagement, …) ;
- **Global Mapper** : utilisé pour la délimitation du bassin versant et le tracé du réseau hydrographique ;
- **Qgis** : utilisé pour la réalisation des cartes de situation de la zone d'étude ;
- **Minitab, SPAW et HWSD** : utiliser pour l'interprétation des données des mesures d'infiltration et la détermination de la texture des sols ;
- **Zotero** : pour la gestion de la bibliographie ;
- **Extensions de Microsoft (Word, Excel, PowerPoint)** : utilisé pour le traitement, l'analyse des données, la rédaction et la présentation du mémoire.

IV.2 Méthodologie

La méthodologie utilisée dans le cadre de cette étude comprend la recherche bibliographique, les études préliminaires et le dimensionnement final. Le réseau existant sur le site étant le réseau californien, il a été tout d'abord nécessaire de proposer une étude de réhabilitation du système existant. Par la suite, une proposition de réhabilitation par système semi-californien a été faite en vue de faire ressortir la meilleure solution technico-économique.

IV.2.1 Recherches bibliographiques

Elle a consisté à passer en revue les documents, ouvrages et articles en lien avec la thématique abordée dans cette étude. Les anciens rapports de mémoire ainsi que les documents

de politique et de planification stratégiques ont également servi de base pour la prise en compte des normes au niveau national en matière de réalisation de périmètres irrigués.

IV.2.2 Sortie terrain et collecte des données

Une visite de reconnaissance du site a été effectuée, suivie de la collecte des données de base sur les périmètres irrigués, notamment les (socio-économiques, pédologiques, topographiques et environnementales).

- **Reconnaissance du site** : elle a permis de connaître l'emplacement géographique du site, la nature et l'ampleur du travail à réaliser. C'était l'occasion également de discuter avec la population locale et les exploitants sur le fonctionnement des périmètres et les difficultés rencontrées.
- **Diagnostic physique** : il a permis de connaître le type de système qui est mis en place, ainsi que ses éléments constitutifs. C'était l'occasion de relever tous les dysfonctionnements sur le barrage et les aménagements, les aspects qui entravent le bon fonctionnement du barrage et des périmètres irrigués.
- **Collecte des données** : des guides d'entretien ont été conçus à l'endroit des producteurs, des services techniques en charge de l'environnement, de l'eau et de l'agriculture, et de la commune en vue de collecter les informations sur les ouvrages. Ces informations collectées ont permis d'obtenir des données qualitatives et quantitatives sur les aspects environnementaux, socio-économiques, ainsi que sur l'historique même du barrage et ses aménagements.
- **Mesures d'infiltration** : le périmètre étant déjà parcellé, il a été question d'effectuer les mesures à raison d'un point de mesure par hectare, soit au total 26 points de mesure.

IV.2.3 Evaluation de la capacité de rétention d'eau du barrage

L'étude a été menée dans le but de caractériser les apports en eau dans la retenue et les crues qui sont susceptibles de passer par ce barrage, mais aussi pour connaître les sollicitations d'eau et les pertes en eau au niveau du barrage. Elle a abouti à la simulation des besoins et pertes en vue de l'obtention de la courbe d'exploitation de la retenue d'eau. Le détail sur le calcul des paramètres physiques et géomorphologiques est présenté dans l'annexe 1.

IV.2.4 Etudes préliminaires

Ce sont les études ayant pour but de déterminer les besoins en eau de la plante, les caractéristiques d'infiltration du sol ainsi que la quantité d'eau mobilisable pour les besoins totaux du périmètre. La détermination des différents paramètres a été faite en utilisant les données de base sur le sol, l'eau, le climat et la plante. Le choix du système d'irrigation à proposer pour la réhabilitation devra tenir compte des habitudes culturales des populations, du type de culture pratiquée, des caractéristiques du terrain, mais aussi des termes de référence du projet. Pour ce faire, les points suivants seront analysés afin de mieux guider le choix du système à retenir pour être mis en place dans le cadre de cette réhabilitation :

- la facilité de mise en œuvre et d'exploitation ;
- la maintenance ;
- les coûts à l'investissement et à l'exploitation ;
- la maîtrise du système par les exploitants ;
- l'adéquation avec les termes de référence.

IV.2.4.1 Choix des cultures

Le choix des spéculations à mettre en place a été fait en tenant compte des caractéristiques pédologiques, des habitudes culturales (GID, 2024b) mais aussi des retombées économiques pour les producteurs. Sur les sites, selon les enquêtes, le chou est la culture la plus pratiquée, suivi de l'oignon l'aubergine et les feuilles.

Le dimensionnement des ouvrages quant à lui requiert la connaissance et la mise en place d'un calendrier cultural qui peut se tenir sur une ou deux campagnes sèches d'irrigation, en plus de la campagne pluviale. Ce calendrier tient compte de la durée des phases de production. On peut donc envisager le calendrier ci-dessous (Tableau 1) pour les deux campagnes agricoles sèches.

Tableau 1 : Proposition de calendrier cultural

Hypothèse	Phase de production	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin
Campagne 1	1									
	2									

Hypothèse	Phase de production	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin
	3									
	4									
Campagne 2	1									
	2									
	3									
	4									

La première campagne débute le 1er octobre et va durer 150 jours, correspondant à la durée de production de l'oignon. Pour la seconde campagne, les valeurs du chou ont été utilisées. Sa durée est de 120 jours.

IV.2.4.2 Besoins en eau des cultures

Les besoins en eau des cultures sont évalués à partir du calendrier cultural et sont fonction de la pluviométrie et de l'évapotranspiration potentielle. Les quantités d'eau à apporter aux plantes sont fonction des différentes phases de l'activité de production des cultures. Les coefficients culturaux utilisés sont ceux du bulletin n°56 de la FAO (FAO, 2006). L'évapotranspiration potentielle de PENMANN et la pluviométrie moyenne mensuelle, mesurées à la station synoptique de Ouagadougou ont été considérées. Les valeurs des pluies efficaces sont évaluées par les relations (Mathieu et al., 2022) :

- Si P<75 mm, P_{eff}=0,6*Pmoy/mois
- Si P>75 mm, P_{eff}=0.8*Pmoy/mois

Ainsi, les paramètres suivants ont été déterminés et ont servi à l'estimation des besoins en eau des cultures.

❖ **Les besoins nets (BN)**

C'est la quantité d'eau qu'il faut mettre à la disposition de la plante pour satisfaire ses besoins. Ces besoins sont fonction des conditions climatiques et des cultures. L'expression de l'équation (2) donne les besoins nets.

$$BN = ETP \times K_c - P_e \quad (2)$$

Où :

BN : besoins nets (mm)

K_c : coefficient cultural

P_{eff} : pluie efficace (mm)

❖ **Les besoins bruts (BB)**

Ce sont les besoins évalués en tête du réseau, qui prennent en compte les différentes pertes. Son expression est la suivante (3) :

$$BB = \frac{BN}{E_g} \text{ ; avec } E_g = E_r \times E_a \quad (3)$$

Où :

BB : besoins bruts (mm)

BN : besoins nets (mm)

E_g : efficience globale du système

E_r : efficience du réseau

E_a : efficience d'application à la parcelle

❖ **Le débit fictif continu (DFC)**

C'est le débit fourni de façon continue, 24 h/24, permettant de satisfaire des besoins en eau d'une période donnée. Son expression est la suivante (4) :

$$DFC = \frac{BB \times 1000}{3600 \times 24 \times N_j} \quad (4)$$

DFC : débit fictif continu (l/s/ha)

BB : besoins bruts (m^3/ha)

Nj : nombre de jours de la période (j)

❖ Le **débit maximum de pointe (DMP) ou débit d'équipement (Q_e)**

C'est le débit qu'il est nécessaire d'introduire effectivement dans le réseau pour combler le déficit en eau. Il tient compte ainsi de la durée réelle de l'irrigation. Cette durée prend en compte la disponibilité des irrigants, l'entretien et les réparations dans le réseau. Elle est comprise entre

8 et 12 heures par jour pour le système gravitaire. Une moyenne de 10 heures peut donc être acceptée dans notre cas, car le fonctionnement du californien ou semi-californien s'apparente à celui du gravitaire. L'expression du débit maximum de pointe est la suivante (5) :

$$DMP = \frac{BB \times 1000}{3600 \times N_j \times N_h} \quad (5)$$

DMP : débit maximum de pointe (l/s/ha)

BB : besoins bruts (m^3/ha)

N_j : nombre de jours de la période (j)

N_h : nombre d'heures d'irrigation (h)

❖ **Le quartier hydraulique (W)**

C'est la surface de l'ensemble des parcelles qui peuvent être irriguées à partir d'une même main d'eau. La main d'eau (m) quant à elle représente le débit d'eau maximum qu'un exploitant peut manier facilement sans gaspiller l'eau. Ce débit est évalué et généralement pris entre 7 et 50 l/s (Keïta, 2023). L'expression du quartier hydraulique est la suivante (6) :

$$W = \frac{m}{DMP} \quad (6)$$

W : quartier hydraulique

m : main d'eau

DMP : débit maximum de pointe

❖ **La réserve facilement utilisable (RFU)**

Elle représente la dose maximale applicable par irrigation. Son expression est la suivante (7).

$$RFU = \rho \times Z_r \times RU \times 10 \; ; avec \; RU = (\theta_{FC} - \theta_{WP}) \quad (7)$$

RFU : Réserve Facilement Utilisable (mm)

ρ : Facteur de tarissement

Zr : Profondeur racinaire (m)

RU : Réserve utile (cm/m)

θ_{FC} : Humidité volumétrique à la capacité au champ (%)

θ_{WP} : Humidité volumétrique au point de flétrissement (%)

❖ **La fréquence d'arrosage (F) et le tour d'eau (T)**

C'est le temps que met la plante à épuiser l'humidité du sol. L'équation (8) présente l'expression de la fréquence d'arrosage.

$$F = \frac{RFU}{BMP} \quad (8)$$

F : Fréquence (j)

RFU : Réserve Facilement Utilisable (mm)

BMP : Besoin maximum de pointe (mm/j)

On en déduit le tour d'eau qui est défini comme l'intervalle de temps compris entre deux arrosages sur une même parcelle. Sa valeur est toujours fixée, inférieure ou égale à la partie entière de la fréquence (**T(j)≤F(j)).**

❖ **La dose réelle (D_r)**

C'est la quantité d'eau dont la plante a réellement besoin pour satisfaire ses besoins. Son expression est la suivante (9) :

$$D_r = BMP \times T \quad (9)$$

D_r : dose réelle (mm)

BMP ou BN : besoins maximums de pointe (mm/j)

T : tour d'eau (j)

❖ **La dose brute (D_b)**

C'est la quantité d'eau apportée à la plante en tenant compte des différentes pertes dues au réseau. Elle représente la dose apportée à la plante en fonction de l'efficience d'application. Son expression est la suivante (10) :

$$D_b = \frac{D_r}{E_a} \quad (10)$$

D_b : dose brute (mm)

D_r : dose réelle (mm)

E_a : efficience d'application à la parcelle

❖ **Le temps d'arrosage par poste d'irrigation (T_a)**

Il représente le nombre d'heures maximales nécessaire pour irriguer une parcelle. Son expression est la suivante (11) :

$$T_a = \frac{D_b \times 10000}{3600 \times m} \quad (11)$$

T_a : temps d'arrosage (h)

D_b : dose brute (mm)

m : main d'eau (l/s)

❖ **Le débit total en tête de réseau (Q_{tot})**

C'est le débit total disponible en tête de réseau pour irriguer tout le périmètre. Son expression est la suivante (12) :

$$Q_{tot} = Q_e \times A \quad (12)$$

Q_{tot} : débit total (l/s)

Q_e : débit d'équipement (l/s/ha)

A : superficie (ha)

IV.2.5 Dimensionnement final

Il s'est agi de proposer le dimensionnement de chaque élément constitutif du périmètre irrigué en fonction du type de système, de faire les ajustements nécessaires dans le but de les adapter non seulement aux paramètres du dimensionnement préliminaire, mais aussi aux limitations physiques, humaines, financières et aux performances des équipements disponibles. Le site à réhabiliter est composé de deux (02) périmètres irrigués, situés en amont (Gonsé) et à l'aval (Konioudou) du barrage. Il s'agit donc de deux blocs indépendants l'un de l'autre, chacun étant alimenté de manière autonome à partir d'une même source : la retenue de Konioudou.

IV.2.5.1 Dimensionnement des conduites

Dans le système californien ou semi-californien, ce sont les conduites qui transportent l'eau d'irrigation jusqu'aux parcelles. En général, ces conduites en PVC sont enterrées à une profondeur d'environ un mètre. Il est alors important de maintenir les conditions de vitesse et de pression dans la plage optimale afin de prévenir les phénomènes de cavitation et de dépôts. La vitesse dans les conduites sous pression en PVC ne doit pas excéder 1,7 m/s (Keïta, 2023) pour assurer un fonctionnement optimal. Dans notre cas, nous opterons pour une vitesse de 1m/s afin de garantir le bon fonctionnement des installations à long terme.

Connaissant le débit, le calcul du diamètre des conduites se fera à partir de la formule de l'équation (13) suivante :

$$D = 1000 \times \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \quad (13)$$

D : Diamètre (mm)

Q : Débit (m^3/s)

V : Vitesse (m/s)

Pour ce qui concerne le refoulement, les formules empiriques des équations (14) à (17) suivantes ont été utilisées pour la détermination du diamètre théorique.

$$\text{Bresse} : D_{th} = 1{,}5 \times Q^{0.5} \times 1000 \quad (14)$$

$$\text{Bresse modifié} : D_{th} = 0.8 \times Q^{\frac{1}{3}} \times 1000 \quad (15)$$

$$\text{Bedjaoui} : D_{th} = 1{,}47 \times Q^{0.5} \times 1000 \quad (16)$$

$$\text{Meunier} : D_{th} = (1 + 0.2 \times T_p) \times Q^{0.5} \times 1000 \quad (17)$$

Dth : diamètre théorique (mm)

Q : débit (m^3/s)

Tp : temps de pompage (h)

La vérification de la vitesse de refoulement s'est faite avec la relation de continuité pour satisfaire aux conditions de vitesse économique (0,65-1,2 m/s). Pour ce faire, la condition de Flamant a été appliquée (18).

$$U_{ref} \leq 0{,}6 + \frac{DN}{1000} \quad (18)$$

Uref : diamètre de refoulement

DN : vitesse de refoulement

- **Les pertes de charge linéaires (J_{AB})**

Les pertes de charge dans les conduites ont été évaluées à travers la formule de Colebrook, Calmon et Lechapt (19).

$$J_{AB} = a\frac{Q^N}{D^M} \times L_{AB} \quad (19)$$

J_{AB} : Pertes de charge dans un tronçon AB défini (m)

a, N et M : Coefficients

Q : Débit (m^3/s)

D : Diamètre (m)

L_{AB} : longueur du tronçon AB (m)

- **Les pertes de charge singulières (J_s)**

Ce sont les pertes de charge liées aux singularités des conduites (raccordements, changement de direction, changement de section, …). Elles représentent en général 10% des pertes de charge linéaires. La formule de perte de charge singulière est la suivante (20) :

$$J_s = 10\% \times J_{AB} \quad (20)$$

Js : pertes de charge singulières (m)

J_{AB} : pertes de charge linéaires (m)

- **Les pertes de charge totales (Jt)**

C'est la résultante des pertes de charge linéaires et des pertes de charge singulières. Sa relation est la suivante (21) :

$$J_t = J_{AB} + J_s \quad (21)$$

J_t : pertes de charges totales (m)

J_{AB} : pertes de charge linéaires (m)

Js : pertes de charge singulières (m)

IV.2.5.2 Canaux d'irrigation et prises parcellaires ou bouches d'irrigation

Les canaux d'irrigation, de section rectangulaire, sont connectés aux prises et conduisent l'eau d'irrigation dans les sillons des parcelles pour le cas particulier du système californien.

Quant aux prises parcellaires, ce sont des dispositifs qui délivrent l'eau à la parcelle, jouant le rôle de vannes fixées aux points hauts des parcelles. Le choix de leur emplacement doit permettre à l'eau d'irrigation de dominer toute la superficie concernée. Un regard en béton légèrement armé, de forme rectangulaire est construit afin de protéger la conduite.

IV.2.5.3 Bassins partiteurs

C'est l'ouvrage qui fait la différence entre le système californien et le système semi-californien. Il s'agit d'un ouvrage statique de répartition de débit et de mise en charge. Il est dimensionné pour recevoir l'eau qui arrive sous pression de la station de pompage, dissiper son énergie, et la restituer au réseau de distribution de façon gravitaire. Il est placé au point le plus haut de l'aménagement. La charge au niveau du bassin partiteur doit satisfaire la condition de l'équation (22) ci-dessous :

$$H_b = Max\left(Z_{TN} + H_{prise}\ ;\ H_{Pr1} + Pdc1\ ;\ H_{pr2} + Pdc2\ ;\ \ldots\right) \qquad (22)$$

H_b : Charge hydraulique dans le bassin partiteur

ZTN : Cote terrain naturel du bassin partiteur

H_{prise} : Hauteur des prises

H_{pr} : Charge hydraulique requise au niveau des prises

Pdc : pertes de charges dans les conduites

- **Longueur du seuil et lame déversante**

Le déversoir, généralement situé à une côte au-dessus du terrain naturel permet la mise en charge des conduites situées à l'aval de l'ouvrage. Le fonctionnement se fera en sortie dénoyée afin de permettre une répartition calibrée des débits dans le déversoir.

- **Caractéristiques du bassin partiteur**

Le dimensionnement du bassin partiteur passe par la détermination des paramètres nécessaires à la transmission de la charge requise en aval du réseau. Le dimensionnement consiste à déterminer la revanche, l'épaisseur du seuil, la hauteur, la longueur et la largeur du bassin, ainsi que la hauteur critique. La formule de l'équation (23) ci-dessous permet de déterminer ces paramètres.

$$L_d = \frac{Q}{m \times \sqrt{2g} \times h^{\frac{3}{2}}} \text{ avec } h = \frac{3}{2} \times h_c \quad (23)$$

L_d : longueur du déversoir (m)

Q : Débit (m^3/s)

m : Coefficient de débit

g : accélération de la pesanteur (m/s^2)

h : hauteur (m)

IV.2.5.4 Station de pompage

La station de pompage est indispensable dans le système pour la mise en charge de l'eau d'irrigation. Elle permet de relever le niveau d'eau depuis le point de captage jusqu'au départ du réseau de distribution. Elle est constituée des éléments suivants : le bac d'admission, le chenal d'amenée, la plateforme de pompage, la motopompe, l'abri de la pompe.

Le village n'étant pas alimenté en électricité par la SONABEL, les possibilités d'alimentation en énergie restent les groupes électrogènes ou les panneaux solaires. Dans le cadre de cette étude, nous avons proposé la mise en place d'un système par groupe électrogène qui fonctionnera avec du gasoil.

IV.2.5.5 Choix de la pompe

Le choix de la pompe implique de connaître un certain nombre d'éléments importants, notamment la nature du liquide, la masse volumique, mais aussi les paramètres intrinsèques à la pompe que sont le débit de pompage et la hauteur manométrique totale (HMT). Connaissant le liquide pompé, avec les deux paramètres cités, on procède au choix de la pompe dans un catalogue constructeur.

- **La hauteur manométrique totale (HMT)**

C'est la somme de la hauteur manométrique à l'aspiration (HMT_a), la hauteur manométrique au refoulement (HMT_r) et la charge nécessaire pour délivrer l'eau à la prise la plus éloignée du bassin partiteur. L'équation (24) ci-dessous permet de déterminer cette HMT.

$$HMT = HMT_a + HMT_r + H_s \quad (24)$$

HMT_a : hauteur manométrique à l'aspiration

HMT_r : hauteur manométrique au refoulement

Hs : charge nécessaire

- **La hauteur manométrique à l'aspiration**

C'est le résultat du cumul de la hauteur géométrique d'aspiration et des pertes de charge à l'aspiration (pertes de charge linéaires et singulières). L'équation (25) donne l'expression permettant le calcul de cette HMT_a.

$$HMT_a = H_a + Pdc_a \quad (25)$$

HMT_a : hauteur manométrique à l'aspiration (m)

H_a : hauteur géométrique d'aspiration (m)

Pdc_a : pertes de charge à l'aspiration (m)

- **Le NPSH (Net Positive Succion Head disponible)**

Ce critère sert à la détermination de la pression nécessaire à l'aspiration afin d'obtenir un bon fonctionnement de la pompe, à savoir le maintien en tout point du fluide d'une pression supérieure à la pression de vapeur saturante. Le $NPSH_d$ est obtenu en utilisant la formule ci-dessous (26) :

$$NPSH_d = 10.33 - HMT_a \quad (26)$$

$NPSH_d$: Pression absolue à l'aspiration (m)

HMT_a : hauteur manométrique à l'aspiration (m)

Le NPSH requis quant à lui représente la hauteur minimum de liquide (supposé à sa température d'ébullition), requis en aspiration pour empêcher la cavitation. En effet, l'aspiration de l'eau entraîne une baisse de pression qui doit toujours être au-dessus de la pression du

liquide, et en dessous de sa pression de vapeur saturante, pour éviter l'ébullition. Le NPSH requis est donné par le fabriquant de la pompe sous forme d'une courbe en fonction du débit et sa valeur est toujours positive. Ainsi, un bon fonctionnement de la pompe se traduit par un $NPSH_d$ supérieur au $NPSH_r$ (condition de non cavitation). Cependant on ajoute une marge de sécurité de 0.5 m, d'où la condition de non cavitation suivante (27) :

$$NPSH_d > NPSH_r + 0.5 \quad (27)$$

$NPSH_d$: Pression absolue à l'aspiration (m)

$NPSH_r$: Pression absolue à l'aspiration requis (m)

- **La hauteur manométrique au refoulement**

C'est la charge qui permet à l'eau pompée d'arriver au bassin partiteur. Sa formule est présentée dans l'équation (28).

$$HMT_r = H_r + Pdc_r \quad (28)$$

HMT_r : hauteur manométrique au refoulement (m)

H_r : hauteur géométrique de refoulement (m)

Pdc_r : pertes de charge au refoulement (m)

❖ **La pression nominale des conduites**

Le choix de la pression nominale s'est fait après le calcul de la pression de service et la pression maximale de service. Le catalogue du fabricant permet de faire le choix selon les conditions d'utilisation. La variation de pression est déterminée à travers l'équation (29) suivante :

$$\Delta P = \frac{c \times V_0}{g} \quad (29)$$

ΔP : variation de la pression (m)

c : célérité de l'onde (m/s)

V0 : vitesse initiale (m/s)

g : accélération de la pesanteur (m/s^2)

On calcule P+ΔP, puis on compare la valeur obtenue à la valeur limite de pression maximale du catalogue du fabricant pour choisir la pression nominale de conduite.

❖ **Le point de fonctionnement de la pompe**

Le point de fonctionnement d'une pompe refoulant dans une conduite est donné par le point d'intersection de la caractéristique hydraulique de la pompe et celle du réseau.

❖ **La puissance du moteur**

La puissance du moteur de la motopompe est donnée par la relation de l'équation (30) :

$$P = \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{\eta} \quad (30)$$

P : puissance de la motopompe (kW)

ρ : masse volumique de l'eau (kg/m^3)

g : accélération de la pesanteur (m/s^2)

Q : débit (m^3/s)

HMT : hauteur manométrique totale (m)

η : rendement de la motopompe

IV.2.6 Dimensionnement du réseau annexe

IV.2.6.1 Dimensionnement des colatures

Le drainage considéré est un drainage de surface constitué d'un réseau interne et externe. La colature de ceinture est chargée d'évacuer les eaux parasites externes au périmètre. Dans notre cas, le réseau de drainage sera composé de drains primaire et secondaire. Dans tout le réseau de drainage, on veillera à respecter les dispositions suivantes :

- Les pentes dans les colatures doivent être suffisantes pour éviter les dépôts et les vitesses érodables ;
- La vitesse admissible dans les colatures doit être comprise entre 1,5 et 2,5 m/s.

Le débit décennal a été utilisé pour dimensionner les drains. Il est obtenu en appliquant la formule de l'équation (31) ci-dessous :

$$q_{10} = \frac{10 \times P_{10} \times S \times Kr_{10}}{Nh \times 3600} \quad (31)$$

Q_{10} : débit décennal (m^3/s)

P_{10} : pluie maximale journalière décennale (mm)

S : section du drain (m^2)

Kr_{10} : coefficient de ruissellement

N_h : durée d'évacuation du débit (h) ; généralement 24 h

Les colatures de ceinture sont dimensionnées selon la formule de Manning-Strickler. L'expression de débit de Manning-Strickler es présentée dans l'équation (32).

$$Q = K_s \times S \times R_h^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I} \quad (32)$$

Q : débit dans les drains (m^3/s)

K_s : coefficient de rugosité

S : section du canal (m^2)

R_h : rayon hydraulique (m)

I : pente du canal

IV.2.6.2 Dimensionnement des pistes de circulation

Les pistes ont pour rôle de permettre l'accès aux sites pour la circulation et les divers transports. Les profils des pistes ont une couche de couronnement en remblai latéritique au-dessus du terrain naturel. Le réseau de circulation sera composé de pistes principales et secondaires.

IV.2.7 Entretien et gestion des périmètres

Il a été proposé une ligne directrice d'entretien des ouvrages et équipements du périmètre et un mode de gestion dans le but d'assurer la durabilité des ouvrages et installations. Un programme d'irrigation a également été établi pour faciliter la distribution de l'eau dans les périmètres.

IV.2.8 Evaluation financière des aménagements

IV.2.8.1 Coûts du projet

Le coût du projet a été calculé en tenant compte de l'ensemble des travaux à mener (volume des différents travaux à réaliser, coûts d'acquisition des matériels et de la main d'œuvre, …).

IV.2.8.2 Evaluation de la rentabilité

L'évaluation de la rentabilité de l'aménagement passe par l'estimation des charges et recettes liées à l'exploitation des périmètres. Le taux de rentabilité interne de l'aménagement est le rapport entre le résultat d'exploitation et le capital investi. Il permet de savoir si le projet est rentable et si oui, la durée de retour sur investissement du projet. La détermination de ces paramètres permettra de déduire la rentabilité de l'aménagement avec la relation de l'équation (33) ci-dessous.

$$DRI = \frac{Coût\ du\ projet}{Bénéfices} \tag{33}$$

V. ETUDE TECHNIQUE

V.1 Diagnostic/ état des lieux

V.1.1 Historique du barrage et du périmètre irrigué

La réalisation du barrage de Konioudou remonte aux années 1985 grâce à l'engagement communautaire des populations et soutenu par l'appui financier du Père Adrien. Par la suite, dans les années 2000, l'ONBAH a procédé à la réalisation d'une nouvelle digue en amont de l'ancienne digue tout en la rehaussant ; ce qui a conduit à une augmentation de la capacité de la retenue. Malheureusement, le déversoir de cette nouvelle digue a connu une rupture en 2018 qui serait due à la rupture de la digue du barrage de Tuili situé en amont du barrage de Konioudou. C'est donc l'ancienne digue qui réassure à présent la rétention d'eau dans cette retenue.

Fortement en souffrance, l'Agence de l'Eau du Nakanbé a appuyé la communauté en 2022-2023 pour le renforcement et le colmatage des parties dégradées. Ces actions, bien que nécessaires, ne sont cependant pas durables et les exploitants manquent de plus en plus d'eau pour assurer l'irrigation de leurs parcelles.

Le périmètre irrigué quant à lui, de type californien, a été réalisé en 2004 par le Projet de Développement Rural Décentralisé et Participatif dans les provinces du Bazèga et du Kadiogo (PDRDP-B/K) avec l'appui financier de la Banque Africaine de Développement (BAD). Il est composé de deux sites dont le premier, d'une superficie de 15,70 ha est situé en aval du barrage, dans le village de Konioudou et le second, de 11ha situé en amont dans le village de Gonsé. A l'origine, deux motopompes avaient été installées sur les sites et servaient à alimenter les périmètres. Ces motopompes sont hors service de nos jours.

V.1.2 Description des ouvrages du barrage et des périmètres irrigués

V.1.2.1 Description des ouvrages du barrage

Les équipements et ouvrages relevés sur le barrage de Konioudou sont les suivants :

- ✓ Digues : elles sont au nombre de deux. L'ancienne digue est en remblai de terre argileuse compactée de largeur en crête de 4 m et sa côte crête est à 315,5 m. La nouvelle digue, également en remblais de terre argileuse compactée, a une largeur en crête est de 3,5 m, une côte crête 3,5 m protégée en couronnement latéritique avec un muret de crête amont en pérrés secs de 50 cm d'épaisseur. Sa côte crête est à 317,25 m.
- ✓ Déversoir : le nouvel ouvrage, a une longueur de 116 m, une largeur de 1,8 m et une profondeur de 0,5 m. L'ancien ouvrage est composé de deux déversoirs sans bassins de dissipation.
- ✓ Chenal d'évacuation : l'ancien ouvrage n'en dispose pas. Le nouvel ouvrage est long de 850 m et large de 15 m au plafond.
- ✓ Ouvrage de prise : l'ancien ouvrage n'en dispose pas. Le nouvel ouvrage quant à lui est constitué d'un bac amont muni d'une crépine et d'un bac aval relié par une conduite en fonte de DN 400 munie d'une vanne. La côte de prise est de 314,55 m en amont.

Le barrage de Konioudou est mis en place pour satisfaire aux besoins suivants :

- **L'exploitation agricole** : le stockage de l'eau du barrage a permis l'aménagement de deux (02) périmètres irrigués formels de 26,7 ha en aval (rive gauche) et en amont (rive droite) du barrage, et d'une centaine d'hectares informels autour de la retenue ;
- **La satisfaction des besoins en eau des populations et des animaux** : besoins de lavage, de construction et abreuvement des animaux ;

- **La pêche** : le plan d'eau favorise le développement de la faune aquatique, notamment le poisson.

V.1.2.2 Description des ouvrages des Périmètres irrigués

Les périmètres aménagés du barrage de Konioudou sont de type californien. Les ouvrages constitutifs sont les suivants :

- ✓ Système d'exhaure : à Konioudou, deux motopompes de 150 m^3/h avaient été installées, et une motopompe de 220 m^3/h à Gonsé. Elles sont toutes en panne à ce jour.
- ✓ Canaux tertiaires/périmètres/ parcelles : Sur les deux sites, plusieurs canaux tertiaires de forme trapézoïdale par excavation du sol ont été réalisés par les bénéficiaires. Ils ont une largeur au plafond d'environ 30 cm. Les parcelles ont une superficie de 0,25 ha chacune sur les périmètres.
- ✓ Prises parcellaires : elles sont au nombre de 18 à Konioudou et 12 à Gonsé.
- ✓ Conduites : le refoulement des anciennes installations est de DN 100 à Konioudou et DN125 à Gonsé. La distribution, longue de 1 922 m et de 1 362 m respectivement à Konioudou et Gonsé a un diamètre de 16 mm.

Les périmètres irrigués de type californien ont une superficie réelle totale de 26,7 ha dont environ 23,6 ha réellement exploités en raison des difficultés d'alimentation en eau (écoulement en contre-pente). Les périmètres seraient exploités pendant la saison sèche pour les cultures maraichères en irrigation totale, et en une seule campagne (octobre à février). En effet, la retenue d'eau tarirait en mi-février. Pendant la saison des pluies, il est emblavé sur les sites, du maïs et des cultures maraichères en irrigation d'appoint.

V.1.3 Diagnostic physique des ouvrages du barrage et des périmètres irrigués

V.1.3.1 Diagnostic des ouvrages du barrage

Les visites effectuées sur les sites ont permis de relever les dysfonctionnements sur les différents ouvrages du barrage. Le Tableau 2 ci-dessous fait l'état des différentes dégradations visibles sur les ouvrages et les causes probables de ces dégradations.

Tableau 2 : Etat de dégradation du barrage

Dégradations	Causes probables
Cuvette	
• Ensablement • Pratiques culturales à l'intérieur de la cuvette	• Mauvaises pratiques culturales • Non-respect de la bande de servitude
Digue	
<u>Ancienne digue</u> • Présence d'arbustes sur le talus de la digue • Absence de muret de crête aval (protection en couronnement latéritique) • Présence de nombreuses griffes d'érosion • Protection du talus amont non achevé <u>Nouvelle digue</u> • Présence d'arbres et arbustes sur le talus et la crête de la digue • Absence de muret de crête aval (protection en couronnement latéritique) • Présence de nombreuses griffes d'érosion • Drain aval dégradé	• Manque d'entretien • Insuffisance de moyens financiers
Déversoir	
<u>Ancien ouvrage</u> • Dégradé et colmaté <u>Nouvel ouvrage</u> • Rupture du déversoir • Joints entre les plots non étanches par endroits	<u>Ancien ouvrage</u> • Vieillissement des ouvrages • Manque d'entretien <u>Nouvel ouvrage</u> • Insuffisances dans la conception • Forts courants d'eau
Bassin de dissipation	
<u>Ancien ouvrage</u> • Absence de bassin de dissipation <u>Nouvel ouvrage</u>	<u>Nouvel ouvrage</u> • Conséquences de la rupture du déversoir

Dégradations	Causes probables
• Bassin de dissipation dégradé	
Chenal d'évacuation	
Ancien ouvrage • Erosion • Occupation du chenal par les exploitants • Dégradation de l'enrochement Nouvel ouvrage • Erosion • Dégradation du chenal d'évacuation	Ancien ouvrage • Mauvaises pratiques • Forts courants d'eau Nouvel ouvrage • Conséquences de la rupture du déversoir • Mauvaises pratiques • Forts courants d'eau
Ouvrage de prise	
Ancien ouvrage • Absence d'ouvrage de prise d'eau Nouvel ouvrage • Ouvrage délaissé • Equipements grippés • Absence de grille de protection	• Système d'aménagement incompatible avec le type de PI • Insuffisances dans la conception • Ouvrage non utilisé

De façon générale, les ouvrages du barrage sont dans un état de dégradation avancée. La nouvelle digue est envahie par les arbres et les arbustes et présente également de nombreuses griffes d'érosion très profondes sur les talus. Son déversoir est rompu sur une partie, vidant ainsi la retenue d'une bonne partie de sa capacité et aggravant l'érosion à l'aval, dans le chenal.

L'ancienne digue, permettant d'assurer la rétention d'eau est beaucoup fragilisée en raison de sa submersion permanente par la retenue, créée par la nouvelle digue. Par ailleurs, le perré sec des talus a été totalement déposé à la construction de la nouvelle digue. Les tentatives de confortation régulières après les saisons de pluies ne rassurent pas sur la tenue de cet ouvrage. La **Figure 5** présente l'état de dégradation des ouvrages du barrage.

Rupture du déversoir

Dégradation du bassin de dissipation et du chenal

Etat de la digue du nouveau déversoir

Bac aval de l'ouvrage de prise

Figure 5 : Etat des ouvrages du barrage

V.1.3.2 Diagnostic des ouvrages des périmètres irrigués

Au cours de la même période, les aménagements des deux périmètres irrigués ont été visités. Le Tableau 3 montre les dégradations relevées ainsi que leurs causes probables. Ces observations concernent les deux périmètres irrigués.

Tableau 3 : Etat de dégradation des périmètres irrigués

Dégradations	**Causes probables**
Station de pompage	
Absence des anciennes installations	Vétusté des installations
Périmètre/ parcelles/ canaux tertiaires	
• Topographie du terrain ne permettant pas l'alimentation de toutes les parcelles ; • Clôtures grillagées inexistantes	• Insuffisances dans la conception • Manque d'entretien • Profondeur de pose insuffisante, érosion
Bornes d'irrigation	

Dégradations	Causes probables
• Bornes d'irrigation vieillissantes et dégradées ; • Non fonctionnement de certaines bornes • Nombre insuffisant de bornes d'irrigation	• Ancienneté, manque d'entretien • Bornes ne pouvant pas desservir les parcelles • Insuffisances dans la conception
Système de drainage	
Absence de dispositif de drainage des eaux venant de l'extérieur	Insuffisances dans la conception
Pistes de circulation	
• Absence de réseau de circulation dans le périmètre et entre les deux périmètres • Absence de couloir d'accès à l'eau du bétail.	Insuffisances dans la conception
Conduites	
• Conduites de refoulement perforées • Conduites de distribution d'eau affleurantes et perforées par endroit.	• Exposition à l'air libre • Raccordement sommaire • Profondeur de pose insuffisante

Vue d'une conduite apparente à Gonsé

Borne d'irrigation à Konioudou

Motopompe initialement fournie à Gonsé

Motopompes utilisées à Gonsé

Figure 6 : Etat des ouvrages des périmètres irrigués

Les périmètres sont alimentés par pompage d'eau à travers un réseau de conduites enterrées. Les sources d'exhaure de ces périmètres sont des motopompes de grande puissance initialement installées et qui sont à ce jour toutes en panne. Des systèmes individuels sont présentement utilisés. Les conduites du réseau sont apparentes et parfois perforées, entrainant d'énormes pertes en eau. Les regards de protection des bornes d'irrigation, et même certaines sorties d'eau sont défectueuses. Certaines parcelles sont abandonnées en raison des difficultés d'écoulement gravitaire à partir des bornes d'irrigation. Les périmètres ne sont pas clôturés et sont constamment exposés à la divagation des animaux. Les images de la **Figure 6** montrent les éléments de dégradation des périmètres de Konioudou et de Gonsé.

V.1.4 Diagnostic de l'organisation et de la gestion des périmètres

Les périmètres irrigués de Konioudou et de Gonsé sont gérés par la coopérative Namalgbzanga. Cette coopérative connait des difficultés de fonctionnement qui ont été décrites ci-dessous, suivant plusieurs axes :

- **Missions, vision et progression :** groupement de production maraichère disposant de statut et règlement intérieur.
- **Vie démocratique de l'organisation** : les instances ont été renouvelées au cours de cette année. Le non-respect des clauses du règlement intérieur et la non-tenue des Assemblées Générales (AG) sont les principales difficultés de fonctionnement.

- **Ressources humaines, matérielles et financières** : difficultés à mobiliser les ressources financières pour son fonctionnement ; non-paiement des cotisations.
- **Service aux membres** : Cet axe est caractérisé par un faible accès aux intrants de production, faible maitrise des techniques de production, faiblesse de la production selon les producteurs.
- **Représentation, alliance et image** : La coopérative Namalgbzanga de Konioudou a pu tisser un partenariat avec la Société de Transformation et de Commercialisation des Produits Agricoles (STRACOPA) à Manga pour l'achat de sa production de riz. Le faible niveau de partenariat est lié à la faible connaissance des techniques marketing.

V.1.5 Propositions de solutions

Au regard de l'état de dégradation des ouvrages et des périmètres irrigués et après analyse, les propositions ci-dessous ont été faites.

V.1.5.1 Proposition de solutions pour le barrage

Les solutions proposées concernent la nouvelle digue, car c'est sa réhabilitation qui est prévue, et ce, dans le but d'augmenter la capacité de rétention d'eau actuelle de la retenue. Le Tableau 4 montre les propositions de solutions en vue de la réhabilitation de l'ouvrage.

Tableau 4 : Solutions aux dégradations des ouvrages

Ouvrage	Solutions
Cuvette	• Délimiter la bande de servitude • Déguerpir les maraichers qui sont dans la cuvette
Digue	• Nettoyage des talus et crêtes de la digue • Traiter les griffes d'érosion • Réaliser un muret de crête aval et le perré aval de la digue
Déversoir	• Reconstruire le déversoir du barrage
Bassin de dissipation	• Elargir le bassin de dissipation • Réaliser un dispositif de protection à l'aval du bassin de dissipation
Chenal d'évacuation	• Aménager le chenal d'évacuation afin de réduire l'érosion

Ouvrage	Solutions
Ouvrage de prise d'eau	• Remplacer la crépine • Prévoir des grilles de protection amont et aval des bacs • Prévoir un volant ou une clé à béquilles pour les différentes manœuvres

La mise en œuvre des propositions de solutions ci-dessus permettra d'assurer la durabilité du barrage. De ce fait, le projet de réhabilitation des périmètres irrigués devra nécessairement prendre en compte la reconstruction du déversoir et l'aménagement du chenal pour restaurer la capacité du barrage et limiter l'érosion régressive.

V.1.5.2 Proposition de solutions pour les périmètres irrigués

Pour ce qui concerne les périmètres irrigués, les propositions de solutions sont résumées dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Solutions aux dégradations des périmètres irrigués

Ouvrage	Propositions de solutions
Station de pompage	Fournir une motopompe qui assurera l'exhaure de l'eau pour les besoins des producteurs
Canaux tertiaires/ parcelles/ périmètres	• Réaliser les canaux tertiaires en maçonnerie pour limiter les infiltrations • Réaliser le planage des périmètres • Mettre en place une clôture grillagée sur les périmètres
Système de drainage	Mettre en place un système de drainage afin de mieux gérer les eaux extérieures qui pourraient se retrouver dans les périmètres
Pistes /ouvrages de franchissement	Prévoir des pistes de circulation
Bornes d'irrigation	Remplacer et renforcer les bornes d'irrigation
Conduites	• Remplacer les conduites de refoulement existantes en respectant les profondeurs de fouilles • Remplacer les conduites de distribution existantes en respectant les profondeurs de fouilles.

Les solutions proposées pour la réhabilitation des périmètres irrigués contribueront sans doute à maintenir les périmètres dans un bon état de fonctionnement. Cette réhabilitation consistera effectivement à proposer les options de réhabilitation possibles pour les ouvrages en place.

Il s'agira de proposer des options de réhabilitation qui ne s'écartent pas du système en place. De ce fait, deux options se dégagent : la réhabilitation du système californien existant, ou la réhabilitation par système semi-californien. Ces propositions sont faites dans le but de proposer au maître d'ouvrage plusieurs options de mise en œuvre de ce projet de réhabilitation.

V.2 Synthèse sur les études de base

V.2.1 Données agro-climatiques

L'analyse fréquentielle de la pluviométrie moyenne annuelle et celle des maximales journalières a permis d'avoir les données utiles pour la détermination des paramètres hydrologiques et la crue de projet. La synthèse des caractéristiques de la pluviométrie des séries de données analysées est résumée dans le Tableau 6 ci-dessous :

Tableau 6 : Caractéristiques de la pluviométrie

Désignation	**Valeurs (mm)**
Pluie moyenne annuelle	826
Pluie décennale humide	954
Pluie décennale sèche	697
Pluie centennale humide	1 060
Pluie centennale sèche	593
Pluie maximale journalière décennale	97,1
Pluie maximale journalière centennale	138

Avec une pluie moyenne annuelle de 826 mm, valeur comprise entre les isohyètes 750 et 1 200 mm, cette zone climatique correspond au climat tropical de transition (FAO, 1998). Le détail des calculs se trouve en annexe 1.

Quant aux données sur l'évaporation, les moyennes mensuelles ont servi au calcul des besoins en eau des cultures. Les valeurs de l'évaporation moyenne mensuelles du bac « A » pour la période de 1992-2021 été utilisée pour l'estimation de l'évaporation dans la retenue d'eau.

V.2.2 Données topographiques

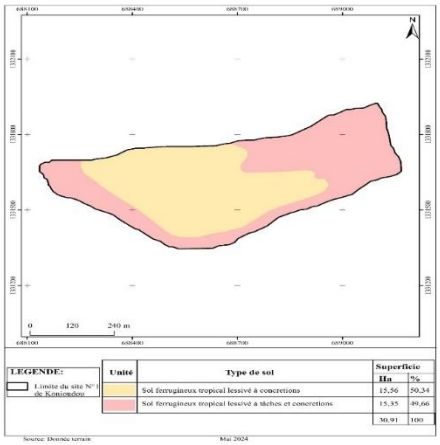
Les levés topographiques effectués ont permis d'obtenir et apprécier les côtes des points essentiels du barrage et de ses périmètres irrigués. Ces plans ont fait ressortir les éléments caractéristiques du terrain (courbes de niveau de 309 m à Konioudou, à 319.5 m à Gonsé). La superficie obtenue est de 15,70 ha et 11 ha respectivement pour les périmètres de Konioudou et Goncé au lieu de 20 ha et 15 ha. Ces plans ont servi à faire ressortir les dimensions ainsi que les profils en long de certains ouvrages.

V.2.3 Données géotechniques

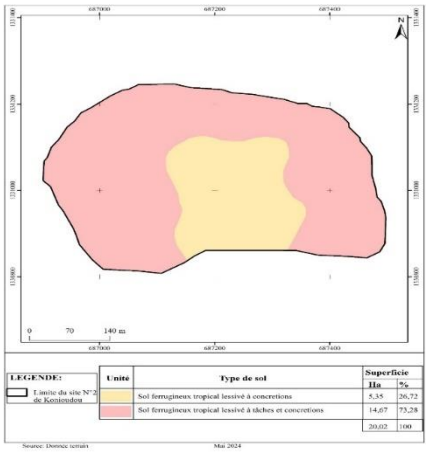
Les prospections géotechniques ont abouti au prélèvement de deux sites d'emprunt latéritiques situés à environ 500 m du site chacun, un site d'emprunt de sable à 400 m, deux sites d'emprunts de graviers à environ 4 km et un site d'emprunt de moellons à 1,5 km. La retenue d'eau qui pourrait également être exploitée est celle de Goaghin sur la route de Koubri.

V.2.4 Données agro-pédologiques

Les données agro-pédologiques ont permis de recenser deux sous-groupes de sols sur chaque site des périmètres irrigués suivant la classification CPCS (Comité de Pédologie et de Cartographie des Sols). Ce sont les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétion et les sols ferrugineux tropicaux lessivés à tâches et à concrétion (GID, 2024c). Ces sols étant pauvres en matières organiques, la recommandation a été faite d'améliorer leur texture en y apportant de l'amendement organique et de la fertilisation minérale. La Figure 7 présente la proportion des types de sols présents sur les sites de Konioudou et Gonsé.



Site de Konioudou (a)



Site de Gonsé (b)

Figure 7 : Types de sols rencontrés à Konioudou et à Gonsé

Des sorties terrain pour la mesure des paramètres d'infiltration du sol ont été menées en vue de déterminer les aptitudes culturales du sol. Les résultats donnent des infiltrations variant de 7 mm (sol argileux) à 590 mm (sol sablo-terreux). En raison du grand écart de valeurs d'infiltration, une moyenne a été faite en fonction des textures de sol. La valeur retenue est la moyenne la plus représentative en termes de superficie et qui présente un coefficient de variation acceptable (inférieur à 20%). Il s'agit donc de :

- **Konioudou** : sol limono-argilo-terreux (30% d'argile et 2% de sable), avec un K_{sat}_moyen=7,17 mm/h et une infiltration moyenne de 54mm. L'humidité à la capacité au champ (θ_{fc}) est de 38,1% et celle au point de flétrissement (θ_{wp}) est de 18,8%. La réserve utile est de 190 mm.
- **Gonsé** : sol sablo-terreux (17% d'argile et 60% de sable), avec un Ksat_moyen=25,45 mm/h et une infiltration moyenne de 37 mm. L'humidité à la capacité au champ (θ_{fc}) est de 22,5% et celle au point de flétrissement (θ_{wp}) est de 12,1%. La réserve utile est de 100 mm.

Le détail des mesures d'infiltration est présenté en annexe 2.

V.3 Etudes hydrologiques

Elles ont pour but d'évaluer la quantité d'eau disponible en fin de saison pluvieuse pour les besoins en irrigation des périmètres. La quantité d'eau disponible permettra d'établir le régime d'exploitation de la retenue en tenant compte de sa capacité.

V.3.1 Caractéristiques géomorphologiques du bassin versant

Le bassin versant a été délimité en utilisant le logiciel GLOBAL MAPPER. Ce logiciel a la capacité de générer la superficie ainsi que le périmètre du bassin versant. La superficie obtenue pour le bassin versant est de **123,95 km^2.** Ce qui le classe dans la catégorie des petits bassins versants (10 km^2 ≤ S ≤ 200 km^2). Son périmètre est de **64,53 km**. La forme du bassin versant est légèrement allongée. Dans le Tableau 7 on retrouve l'ensemble des caractéristiques de ce bassin versant.

Tableau 7 : Caractéristiques géomorphologiques du bassin versant

Désignation	Symbole	Unité	Valeur
Superficie	S	km^2	123,95
Périmètre	P	km	64,53
Typologie du réseau hydrographique			Dendritique
Coefficient de Gravelius	K_G		1,64
Longueur du rectangle équivalent	L	km	27,81
Densité de drainage	D_d	km/km^2	0,38
Hiérarchisation du réseau			3
Pente moyenne	I_{moy}	m/km	6,65
Altitude moyenne	H_{moy}	m	317,14
Altitude à 5%	$H_{5\%}$	m	344
Altitude à 95%	$H_{95\%}$	m	292
Indice global de pente	I_g	m/km	1,87
Indice global de pente corrigé	Ig_{corr}	m/km	2,83
Dénivelée spécifique	D_s		20,82
Classe de bassin			R1
Longueur des cours d'eau	L_t	km	47,25
Pente transversale	I_t	m/km	5,71
Pluviométrie annuelle	P_{an}	mm	826
Plus haute altitude	H_{max}	m	355
Plus basse altitude	H_{min}	m	281

Les caractéristiques du bassin versant ainsi déterminés, servent à l'évaluation de la crue de projet en utilisant les méthodes appropriées. Le détail des calculs pour la détermination des différents paramètres est en annexe 1.

V.3.2 Etude des crues

La détermination de la crue de projet pour la réhabilitation du barrage tient compte, non seulement des méthodes classiques utilisées pour le dimensionnement des évacuateurs de crues, mais aussi des contraintes économiques du pays. De ce fait, une période de retour centennale a été adoptée. Les méthodes CIEH et ORSTOM (FAO, 1998) ont été utilisées pour la détermination de la crue de projet pour la période de retour de 100 ans. La valeur retenue est la plus grande crue issue des deux méthodes, afin de maintenir une marge sécuritaire suffisante.

La crue de projet est donc de **200,69 m^3/s**. Le détail du calcul de la crue de projet se trouve en annexe 1.

V.3.3 Evaluation des besoins en eau et des pertes

V.3.3.1 Besoins agricoles

Ils sont évalués sur la base des cultures choisies pour l'exploitation des aménagements et des données climatiques de la zone d'étude concernée. Le calcul de l'infiltration du sol permet de guider le choix de ces cultures. En fonction du calendrier cultural, le dimensionnement se fera sur la base de deux campagnes sèches en plus de la campagne humide qui n'est pas prise en compte dans le dimensionnement des besoins en eau d'irrigation. D'après le rapport socio-économique et les enquêtes sur les sites, la principale culture pratiquée est le chou. A cela s'ajoute l'aubergine, la courgette, l'oignon et les feuilles. Dans notre cas, nous utiliserons les quatre cultures les plus pratiquées sur le site. Il s'agit du chou, l'aubergine, l'oignon et la courgette, qui sont également les plus favorables à la texture du sol des périmètres irrigués. La synthèse des besoins en eau retenus dans le cadre de cette étude est résumée dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Synthèse des besoins agricoles des cultures

Désignation	Chou	Aubergine	Oignon	Courge
Besoins bruts totaux (m^3/ha)	9 326,39	9 475,80	12 354,26	6 297,13
Débit d'équipement (l/s/ha)	14,80	14,35	17,32	13,36

La culture retenue est l'oignon qui, dans notre cas est la culture la plus exigeante en termes de besoins en eau. Les valeurs relatives aux besoins en eau de l'oignon seront donc utilisées pour le dimensionnement du système.

V.3.3.2 Besoins pastoraux

Les besoins en eau pour le cheptel ont été évalués à l'horizon de 20 années (soit en 2045) à partir de la norme de consommation qui est de 30 à 40 l/j par UBT (Unité de Bétail Tropical). Selon le rapport de l'enquête nationale du cheptel au Burkina Faso effectué en 2018, la population du cheptel de la commune de Kombissiri se répartie comme suit (Tableau 9) :

Tableau 9 : Répartition du cheptel dans la commune de Kombissiri

Localités	Bovins	Bœufs de traction	Ovins	Caprins	Asins	Equins	Porcins	Camelins
Kombissiri	4 854	4 500	18 729	18 081	3 571	43	1 752	-
Konioudou et Gonsé	157	146	605	584	116	2	57	-

Source : (MARAH, 2018)

L'estimation du cheptel de Konioudou et Gonsé a été faite selon celle de la commune de Kombissiri et en le rapportant au nombre de villages. Le taux d'accroissement par catégorie des différentes espèces (2% pour le gros bétail et 3% pour les petits ruminants) et à l'horizon 2045 se résument dans le Tableau 10 a été estimée. En appliquant les relations qui lient les différentes espèces à l'UBT, on obtient un effectif de 876 UBT à l'horizon 2045. Cet effectif, rapporté à la consommation journalière donne un besoin en eau de l'ensemble du cheptel estimé à 18 420 l/j (18,42 m^3/j).

Tableau 10 : Effectif du cheptel de la zone d'étude à l'horizon 2045

	Taux d'accroissement (%)	2018	2025	2045
Gros bétail	2	275	316	470
Petits ruminants	3	1 189	1 366	2 030
Total		**1 464**	**1 682**	**2 500**

Les besoins en eau mensuels de l'ensemble du cheptel se chiffrent donc à **5 028,66 m^3** sur la période d'octobre à juin à l'horizon **2045** contre **3 382,47 m^3 en 2025.**

V.3.3.3 Apports solides

Les apports solides quant à eux sont déterminés par l'utilisation de formules empiriques que sont celles de GRESILLON (CIEH-EIER), GOTTSCHALK, ou plus récemment KARAMBIRI. Les équations qui permettent le calcul des apports solides sont présentées en annexe 1. La valeur moyenne obtenue par l'utilisation des trois méthodes de calcul donne un volume d'apport solides de **16 656,97 m^3/an**.

V.3.3.4 Pertes par évaporation

Les pertes par évaporation ont été évaluées à partir des valeurs d'évaporation du Bac « A » de la station synoptique de Ouagadougou pour la période de 1992 à 2021. Les pertes sont

estimées à environ **1,69 m** au cours de la période sèche (octobre à juin). Les valeurs d'évaporation obtenues sont résumées dans le tableau en annexe 1.

V.3.3.5 Pertes par infiltration

Les pertes par infiltration au niveau d'une retenue d'eau en Afrique sub saharienne varient entre 1 et 3 mm/j. Cependant, en raison de l'ancienneté de la retenue, la valeur de l'infiltration peut être négligée dans le cadre de cette étude.

V.3.4 Apports liquides

Les apports liquides représentent la quantité d'eau susceptible d'arriver à l'exutoire pendant une période considérée et peuvent être estimés selon plusieurs approches. On peut citer entre autres, la méthode RODIER, la méthode GIRARD, la méthode DUBREUIL-VUILLAUME, la méthode du BILAN D'EAU, la méthode COUTAGNE. Dans le cadre de cette étude, la méthode utilisée est la méthode RODIER, qui présente l'avantage d'être facile à utiliser mais également la plus répandue pour le calcul des apports liquides. Les apports liquides sont de **4 958 000 m^3**. Le détail des calculs est présenté en annexe 1.

V.3.5 Courbes caractéristiques de la retenue d'eau

L'analyse des données montre que le déversoir a été calé à la côte **316,25 m** pour un volume d'eau de **1 568 804 m^3**. En année normale, le remplissage de la retenue ne pose aucun souci. Cependant, en année décennale sèche ou cinquantennale sèche, la retenue d'eau ne sera jamais remplie. La planimétrie de la retenue d'eau a permis d'obtenir la courbe hauteur-surface et la courbe hauteur-volume de la retenue (Figure 12 et Figure 13) en annexe 1. La prise en compte des différents besoins en eau au cours de l'exploitation de la retenue a permis d'établir la courbe d'exploitation de la retenue (Figure 8).

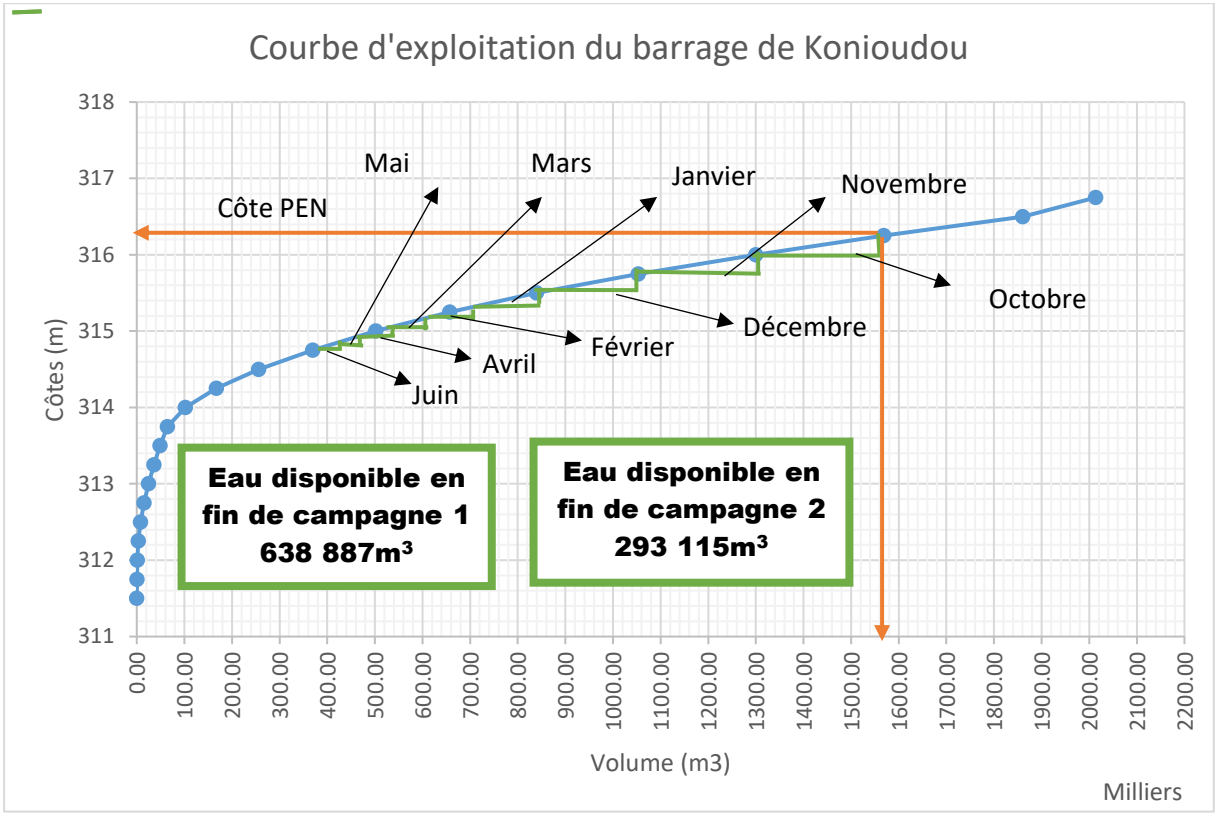


Figure 8 : Courbe d'exploitation de la retenue d'eau de Konioudou

La courbe d'exploitation de la retenue d'eau du barrage établie à partir de la courbe hauteur-volume a permis d'évaluer la quantité d'eau disponible dans la cuvette de la retenue après soustraction des différents besoins et pertes. La simulation de l'utilisation de l'eau faite sur la base de 2 campagnes agricoles sèches sur les 26,7 ha de périmètres irrigués à partir du mois d'octobre, montre qu'il est possible de conduire l'irrigation sur deux campagnes sèches. En effet, les besoins écologiques sont évalués à environ **256 000 m³**, correspondant au volume à la côte de l'ouvrage de prise. En considérant ces besoins, la quantité d'eau restante permettra de satisfaire les besoins de la seconde campagne. Malheureusement, en raison de la surexploitation de la retenue, il est impossible de mener deux campagnes sèches. Néanmoins, le dimensionnement va prendre en compte l'irrigation pour deux campagnes agricoles allant d'octobre à juin.

V.4 Propositions de réhabilitation des périmètres irrigués

Après analyse de l'état de dégradation des ouvrages des périmètres irrigués, plusieurs options de réhabilitation s'offrent à nous. Le choix de la meilleure option technico-économique s'avère donc nécessaire. Ce choix devra également tenir compte des besoins et des habitudes

des exploitants. Le diagnostic a permis d'identifier les dégradations et de formuler des propositions visant à remédier aux différents problèmes relevés. De ce fait, les propositions faites pour les deux sites de réhabilitation sont les suivantes :

- Réhabilitation du réseau californien à travers la reconstruction et le renforcement du réseau (conduites, bouches d'irrigation, drains, …) ;
- Réhabilitation/reconstruction du réseau de type semi-californien à travers la reconstruction et le renforcement du réseau (conduites, bouches d'irrigation, drains, …).

Le Tableau 11 présente les avantages et les inconvénients de chaque type de réseau.

Tableau 11 : Avantages et inconvénients du système californien et semi-californien

Avantages	**Inconvénients**
Californien	
- Coût d'installation relativement moindre ; - Maitrise du système par les exploitants ; - Possibilité de maintien de l'organisation déjà existante ; - Pression de l'eau à la sortie plus importante	- Risque de cassure des tuyaux du réseau par pompage direct dans le réseau ; - Gestion de l'eau dans le périmètre plus ou moins difficile ;
Semi-californien	
- Meilleure répartition des prises d'eau ; - Meilleure gestion du tour d'eau ; - Pression de l'eau maitrisée en raison du bassin partiteur en place ; - Meilleure efficience	- Relativement plus cher à l'installation ; - Réappropriation de la technologie par les exploitants ; - Risque de réorganisation du périmètre.

Il faut noter que la variante adoptée pour le système californien dans le cadre de cette étude prévoit un revêtement des canaux tertiaires. Cette amélioration augmente considérablement le coût de réalisation de ce système, qui à la base revenait moins coûteux que le système semi-californien.

V.4.1 Réhabilitation par système semi-californien

V.4.1.1 Description du fonctionnement du système semi-californien

Le système d'irrigation californien n'est en fait qu'une amélioration du système gravitaire qui consiste à acheminer l'eau par des canalisations PVC basse pression, enterrées jusqu'à des bornes de distribution réparties sur les points élevés du périmètre pour l'alimentation de canaux gravitaires ou l'application directe à la parcelle. Ce système se différencie du semi-californien par le fait que l'eau prélevée de la retenue par pompage est refoulée dans un bassin partiteur où l'énergie est dissipée puis distribuée de façon gravitaire dans des conduites jusqu'aux bornes d'irrigation. Ce dernier système permet de réduire la HMT, et partant, la puissance et l'énergie nécessaire au pompage de l'eau.

Le système semi-californien est un système à manœuvre facile, et économe en eau par rapport au gravitaire. Dans notre cas, les périmètres ont été subdivisés en trois blocs pour le site de Konioudou et deux blocs pour celui de Gonsé. L'eau refoulée par la station de pompage est tranquillisée dans un bassin partiteur en amont de chaque bloc. Des prises parcellaires ou bouches d'irrigation alimentent les canaux arroseurs jusqu'aux parcelles des exploitants. Des ouvrages d'assainissement et des pistes sont également prévus. Le

Tableau 12 donne la répartition des périmètres et les surfaces concernées.

Tableau 12 : Répartition des superficies sur les périmètres

Désignation	**Konioudou**			**Gonsé**	
	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 1	Bloc 2
Superficie (ha)	4,40	5,15	5,02	5,38	5,11
Total	14,57			10,49	
Cumul	**25,06**				

Les principaux ouvrages de chaque bloc d'irrigation sont :

- une station de pompage composée d'un abri et des pompes ;
- une conduite d'adduction et deux conduites de distribution ;
- un bassin partiteur ;
- des prises parcellaires
- des canaux en terre.

A ces ouvrages, viendront s'ajouter une clôture grillagée sur les deux périmètres et des couloirs de circulation interne du périmètre.

V.4.1.2 Dimensionnement primaire

Le dimensionnement primaire s'est fait en appliquant les formules des équations (2) à (5). La synthèse des résultats pour la culture la plus contraignante (oignon) est donnée dans le Tableau 13.

Tableau 13 : Evaluation des besoins en eau des cultures

Période	Oct		Nov		Déc	Janv		Fév
Nombre de jours	31		30		31	31		28
Phases de croissance végétative	Initiale	Développement		Pleine végétation			Maturation	
Nombre jours de la phase	15	16	9	21	31	18	13	27
Kc	0,50	0,75		1,05			0,85	
ETP (mm)	179,61		178,18		189,92	183,26		176,87
Pluie efficace (mm)	21,7		6		6,2	0,6		1,2
BN (mm)	32,94	58,32	38,29	126,76	193,24	111,38	65,07	143,81
BN (mm/j)	2,20	3,64	4,25	6,04	6,23	6,19	5,01	5,33
BN totaux	38,89							
Efficience globale (%)	0,63							
BB (mm)	52,29	92,57	60,78	201,21	306,72	176,80	103,29	228,27
BB (m^3/ha)	522,93	925,65	607,79	2 012,10	3 067,24	1 767,95	1 032,88	2 282,75
BB par mois (m^3/ha)	1 448,58		2 619,89		3 067,24	2 800,84		2 282,75
BB totaux (m^3/ha)	12 219,29							
DFC (l/s/ha)	0,40	0,67	0,78	1,11	1,15	1,14	0,92	0,98
DMP (l/s/ha)	0,97	1,61	1,88	2,66	2,75	2,73	2,21	2,35

Le dimensionnement se base sur les données de la culture la plus contraignante, au mois le plus contraignant. Les résultats du dimensionnement primaire sont présentés dans le Tableau 14.

Tableau 14 : Résultats du dimensionnement primaire

RFU (mm)	DFC (l/s/ha)	DMP (l/s/ha)	W (ha)	T (j)	Dr (mm)	Db (mm)	Ta (h/ha)
29,4	**1,37**	**3,28**	**3,64**	**3**	**18,70**	**29,68**	**8,25**

Avec un débit d'équipement de 3,28 l/s/ha et une main d'eau de 10 l/s, la surface théorique du quartier hydraulique calculée est de 3,64 ha. Ce débit est dans la plage de valeurs recommandée en irrigation gravitaire (2,5 à 6 l/s/ha) (Keïta, 2023). La durée d'irrigation retenue est de 10 heures par jour, et l'irrigation se fera 6 jours sur 7 ; le septième jour étant réservé à la

maintenance et aux entretiens divers de la station de pompage et du réseau, éventuellement. Le temps moyen d'irrigation par parcelle de 0,25 ha est de 2 h 03 min.

V.4.1.3 Dimensionnement final

Les différents paramètres de dimensionnement ont été définis dans la méthodologie ainsi que les hypothèses de dimensionnement à appliquer. Ainsi, les différents résultats obtenus pour chaque type d'ouvrage seront présentés dans cette partie.

❖ **Dimensionnement des canaux arroseurs**

Ces canaux d'irrigation prennent l'eau des prises parcellaires jusqu'en tête de parcelles. Ils sont construits en terre, perpendiculairement aux conduites secondaires et véhiculent un débit qui équivaut à la main d'eau. Ils sont de section rectangulaire ou trapézoïdale. Leur mise en œuvre est laissée à la charge des exploitants.

❖ **Dimensionnement des conduites secondaires**

Elles sont dimensionnées pour des vitesses ne dépassant pas 1,7 m/s. Dans le cadre de cette étude, nous avons opté pour une vitesse de 1 m/s. Les conduites sont en PVC basse pression (PN6). En tenant compte de ces critères, on obtient des diamètres nominaux de **110 mm** et **125 mm** avec des vitesses de **0.83 m/s** et **0,92 m/s** pour chaque canal secondaire. Le détail du dimensionnement des conduites et du calage des bassins partiteurs est joint en annexe 3.

❖ **Dimensionnement des conduites de refoulement et aspiration**

Les conduites de refoulement transportent les débits de la station de pompage jusqu'au bassin partiteur. Le diamètre nominal de la conduite de refoulement a été évalué à **200 mm** en appliquant la moyenne de la relation de continuité de débit et celles de Bresse, Bresse modifié, Bedjaoui et Meunier. La vitesse d'écoulement à l'intérieur des conduites de refoulement est de **0,72 m/s**. Le détail des calculs est joint en annexe 3.

Concernant la conduite d'aspiration, elle est généralement livrée avec la pompe, ou à défaut, les constructeurs donnent des indications pour le choix de celle-ci. Dans tous les cas, les conditions de vitesses doivent être respectées. En considérant un diamètre DN 200 PN6, comme pour la conduite de refoulement, la pression admissible à l'intérieur des conduites est de 4,2 bars, ce qui nous met à l'abri du phénomène de coup de bélier. De plus, le $NPSH_d$ est supérieur au $NPSH_r$ augmenté de 0,5 m. Il n'y aura donc pas de phénomène de cavitation. Le

Tableau 41 de l'annexe 3 donne les détails du calcul de la pression ainsi que la vérification de la préjudiciabilité aux coups de bélier.

❖ **Dimensionnement des prises parcellaires**

Les prises d'irrigation sont munies d'un bouchon et protégées par un regard en béton d'épaisseur 10 cm et de dimensions intérieures 80 cm x 115 cm. Les parois du regard reposent sur un radier en béton ordinaire d'épaisseur 20 cm. Les prises sont munies de vannettes métalliques au niveau des jonctions avec les canaux d'irrigation tertiaires. Le Tableau 15 présente la répartition des prises parcellaires en fonction des conduites secondaires pour chaque site.

Tableau 15 : Répartition des prises parcellaires sur les sites

Sites	Conduite de refoulement	Débit refoulé (l/s)	Bassin partiteur	Conduite secondaire	Débit distribué (l/s)	Prises simple	Prises double
Konioudou	**CR1**	20	A	CS1	10	0	6
				CS2	10	6	0
	CR2	20	B	CS1	10	0	7
				CS2	10	7	0
	CR3	30	C	CS1	7	2	3
				CS2	7	2	3
				CS3	7	3	1
Gonsé	**CR4**	20	D	CS1	10	7	1
				CS2	10	2	4
	CR5	20	E	CS1	10	6	2
				CS2	10	2	2

Elles sont au nombre de 40 sur le site de Konioudou et 26 à Gonsé et constituées d'une rehausse en PVC de 0,4 m qui prend sa source à partir de la conduite de distribution enterrée. Le choix de la prise simple ou double est fonction de la configuration des parcelles à irriguer.

❖ **Dimensionnement des bassins partiteurs**

Les bassins partiteurs sont réalisés en maçonnerie de parpaings pleins de 40x20x15cm. Les caractéristiques des bassins sont fonction du nombre de canaux secondaires alimentés (2 à 3

dans notre cas). Le compartiment principal délivre l'eau aux compartiments secondaires qui sont reliés chacun à une conduite secondaire. Les caractéristiques de chaque bassin partiteur sont mentionnées en annexe 3.

❖ **Dimensionnement de la station de pompage**

Ce dimensionnement consiste à choisir la pompe qui sera à mesure de délivrer le débit nécessaire à chaque bassin partiteur, pour les besoins en eau des cultures, avec une HMT permettant le fonctionnement adéquat du réseau. Chaque bloc de chaque système aura sa pompe, ce qui fait que l'on se retrouve avec cinq (5) pompes et deux (02) de secours, soit sept (7) au total. Les caractéristiques des pompes choisies sont résumées dans le Tableau 16. La fiche technique présentant les caractéristiques de la pompe choisie est en annexe 3.

Tableau 16 : Caractéristiques de la pompe retenue

Références	Vitesse (tr/min)	Débit (m^3/h)	HMT (m)	Puissance (kW)
JE3- 140	2900	70	20	4

Le choix de cette pompe permettra de satisfaire les exigences en termes de débit, de puissance requise et de HMT pour chaque bloc.

❖ **Dimensionnement de la colature de ceinture et drains**

La colature est de forme trapézoïdale et construits en terre non revêtue. La formule de Manning Strickler (équation 28) a été utilisée pour le dimensionnement des colatures et drains. La longueur totale de la colature de ceinture est de 1 832 m. La section, de forme trapézoïdale a une largeur au plafond de 0,4 m, une largeur en miroir de 1,82m et un tirant d'eau de 0,6 m.

Pour les drains à l'intérieur des périmètres, leur section est rectangulaire avec pour dimensions 0.3 m x 0.4 m. Le détail des différents calculs se trouve en annexe 3.

❖ **Dimensionnement des pistes**

Dans le but de faciliter la circulation dans le périmètre, il sera laissé des couloirs de passage le long et en travers de quelques conduites. Ces couloirs auront une largeur de 2 m et seront aménagés en remblai de terre latéritique d'épaisseur 15 cm. Les drains situés au pied de chaque piste collecteront les eaux de ces pistes.

❖ **Dimensionnement de la digue de protection**

Il sera réalisé une digue de protection sur le site de Konioudou, le long de la partie longeant le cours d'eau afin d'éviter les inondations du site par les eaux du chenal. Cette digue sera réalisée à partir des déblais issus du chenal. Ces déblais seront légèrement compactés. La digue de protection après reconstitution aura les caractéristiques suivantes :

- longueur totale : 877 m ;
- largeur en crête : 2,5 m ;
- hauteur moyenne : 1,5 m ;
- pente du talus : 1H/1V.

V.4.2 Réhabilitation par système californien

L'irrigation par le système californien est à la base une alternative à faible coût d'investissement et de fonctionnement qui est adapté aux petits producteurs maraichers. Il consiste à acheminer l'eau par des canalisations PVC basse pression, enterrées jusqu'à des bornes de distribution réparties sur les points élevés du périmètre pour l'alimentation de canaux gravitaires ou l'application directe à la parcelle. Au niveau du système californien, il n'y a pas de bassin partiteur. L'eau refoulée par les motopompes est acheminée directement aux parcelles. La configuration adoptée dans notre cas pour l'irrigation des périmètres est présentée dans le Tableau 17.

Tableau 17 : Répartition des superficies sur les périmètres (Californien)

Désignation	**Konioudou**			**Gonsé**	
	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 1	Bloc 2
Superficie (ha)	6,41	5,58	2,45	6,07	4,21
Total	14,45			10,28	
Cumul	**24,73**				

Les ouvrages constituant chaque bloc de ce système sont les mêmes que pour le réseau semi-californien à l'exception du bassin partiteur. Aussi, les canaux de ce système seront construits en maçonnerie de parpaings et un regard équipé de vannes de contrôle sera placé à l'entrée de chaque bloc.

V.4.2.1 Dimensionnement primaire

Il est identique à celui du réseau semi-californien.

V.4.2.2 Dimensionnement final

❖ **Dimensionnement des canaux arroseurs**

Ils sont construits en maçonnerie de parpaings pleins de section 10 x 20 x 40 cm. La section est calculée selon la superficie à irriguer et le débit à véhiculer. Les canaux, de section rectangulaire ont une largeur de 30 cm et une profondeur de 30 cm, avec des pentes variables. La longueur totale des canaux est de 3 130 m à Konioudou et 2 240 m à Gonsé.

❖ **Dimensionnement des conduites de refoulement et d'aspiration**

Il est identique à celui du réseau semi-californien.

❖ **Dimensionnement des prises parcellaires**

Il est identique à celui du système semi-californien. Les prises d'irrigations ont été disposées sur une superficie moyenne de 0,5 ha par prise et sont au nombre de 31 à Konioudou et 27 à Gonsé. La configuration de ce réseau quant à elle est présentée dans le Tableau 18.

Tableau 18 : Répartition des prises parcellaires sur les sites

Site	Refoulement	Débit (l/s)	Longueur (m)	Longueur distribution (m)	Conduite secondaire	Débit distribué (l/s)	Prises simple	Prises double
Konioudou	CR1	20	70	610	CS1	10	7	0
				665	CS2	10	7	0
	CR2	20	130	590	CS1	10	7	0
				517	CS2	10	5	0
	CR3	20	265	275	CS1	10	3	0
				191	CS2	10	2	0
Gonsé	CR4	20	690	306	CS1	10	7	0
				350	CS2	10	8	0
	CR5	20	830	292	CS1	10	8	0
				211	CS2	10	4	0

Elles sont au nombre de 31 sur le site de Konioudou et 27 à Gonsé. Le choix de la prise simple ou double est fonction de la configuration des parcelles à irriguer.

Le reste des éléments de dimensionnement (station de pompage, colatures, drains, pistes, et digue de protection) se fait de la même manière que dans le cas du système semi-californien.

V.4.3 Opérations avant la mise en exploitation

Avant la mise en exploitation des sites, les opérations suivantes seront nécessaires :

- ✓ Balisage des axes des conduites : elles ont pour but de limiter les risques de dégradation lors des travaux d'exploitation des périmètres, mais aussi de faciliter le repérage pour les travaux d'entretien éventuellement. Il est prévu la mise en place de buttes constituées par des bourrelets de terres issues des déblais des trachées des conduites.
- ✓ Planage : il consiste en un nivelage des parcelles afin de permettre aux prises de dominer les parcelles qu'elles doivent desservir.
- ✓ Le labour : il consiste en un sous-solage (labour en profondeur) qui consiste, à l'aide d'un tracteur muni de socles et de disques pulvérisateurs, à éclater le sol en profondeur et à pulvériser les mottes de terres.

V.4.4 Entretien et gestion des périmètres

V.4.4.1 Entretien de l'aménagement

La durabilité des aménagements hydro-agricoles passe par le suivi, l'entretien et la maintenance de ses infrastructures et équipements. L'entretien du réseau californien ou semi-californien consiste en des opérations courantes de maintenance pour assurer le bon fonctionnement des équipements et les garder dans un bon état. Cela passe par :

- ✓ L'entretien de la motopompe : il se fait selon les recommandations du constructeur (vidange, changement de filtres, …).
- ✓ L'entretien des bassins partiteurs : ils doivent être nettoyés régulièrement (avant chaque campagne) pour éviter que les dépôts solides ne s'y entassent. Il faut également vérifier les éventuelles apparitions de fissures sur les parois et les corriger au plus tôt.
- ✓ L'entretien des conduites : elles doivent être vidangées en fin de campagne pour les débarrasser des dépôts solides.
- ✓ Les prises d'irrigation : l'exposition quotidienne au soleil des PVC les fragilise et entraîne leur dégradation progressive. Il y a donc lieu de les recouvrir avec de la peinture

blanche afin de réduire les effets des rayons ultra-violets (UV), et les remplacer en cas d'usure.

V.4.4.2 Gestion des périmètres

Il consiste à la mise en application des codes de bonne conduite afin d'assurer la satisfaction de façon équitable de chaque exploitant. Cela implique le respect du calendrier cultural ainsi que les principaux paramètres d'irrigation, notamment le tour d'eau, la durée maximale de pompage par jour et la dose d'irrigation. Le périmètre fonctionnera 6 jours sur 7 et le tour d'eau est de 3 jours. La manipulation des équipements électrotechniques doit se faire uniquement par les personnes formées à cet effet. Le calendrier cultural présenté en annexe 3.

V.5 Analyse des options et choix technique

Le réseau semi-californien présente l'avantage d'être plus économe en énergie par rapport au réseau californien. En effet, la distance de refoulement étant relativement plus faible, la motopompe a besoin de moins d'effort pour refouler l'eau dans les bassins partiteurs. De plus, la distribution gravitaire est un atout pour ce système. Sa mise en place nécessite donc de s'adapter aux différentes pentes du terrain (élévation de côtes au niveau de certaines prises) ou de faire un planage de la superficie à exploiter.

Quant au réseau californien, il a l'avantage de ne pas tenir compte de la topographie du terrain, car les conduites de distribution acheminent l'eau jusqu'aux parcelles. De ce fait, une HMT plus importante est indispensable afin de dominer les parcelles les plus éloignées. D'où la contrainte de choix d'une motopompe adaptée, respectant les conditions de vitesse et de pression. De plus, l'amélioration proposée au niveau de ce système, à savoir le revêtement des canaux tertiaires, aura pour but de réduire les infiltrations d'eau de la prise parcellaire aux différentes parcelles.

Le choix technique est donc le système semi-californien, malgré le fait que cette option nécessitera un temps d'adaptation par les exploitants.

VI. ETUDE DE FAISABILITE FINANCIERE

VI.1 Etude financière pour la réhabilitation du système californien

VI.1.1 Coût estimatif du projet

Le coût estimatif des travaux de réhabilitation des périmètres suivant le système californien s'élève à **277 440 500 HT**, soit **161 091 500 F CFA HT** pour le périmètre de Konioudou et **113 349 000 F CFA HT** pour celui de Gonsé. Le montant total est de **327 379 790 F CFA TTC** à raison de **12 128 831 F CFA TTC** par hectare. Le récapitulatif du devis estimatif est présenté en annexe 4.

VI.1.2 Etude de la rentabilité financière

Elle a pour but d'évaluer la rentabilité financière du projet pour son promoteur. Autrement dit, au bout de combien de temps pourra-t-on éponger les dépenses liées à l'investissement initial et à l'exploitation. Pour ce faire, les résultats suivants (Tableau 19) ont été obtenus pour les différentes charges et les bénéfices.

Tableau 19 : Evaluation financière du système californien

Désignation	Coûts (F CFA TTC)	
	Chou	Oignon
Charges d'exploitation	1 011 000	1 291 000
Recettes de production	2 040 000	4 250 000
Bénéfice net	1 029 000	2 959 000
DRI	**11,79**	**4,10**

Pour l'exploitation en deux campagnes sèches, la durée de retour sur investissement pour les deux campagnes est de **3,08 ans**.

VI.2 Etude financière pour la réhabilitation du système semi-californien

VI.2.1 Coût estimatif du projet

Pour le système semi-californien, le coût estimatif des travaux de réhabilitation des périmètres suivant s'élève à **193 220 000 F CFA HT**, soit **122 246 000 F CFA HT** pour le périmètre de Konioudou et **67 974 000 F CFA HT** pour celui de Gonsé. Le montant total est de **227 999 600 F CFA TTC** à raison de **8 406 727 F CFA TTC** par hectare. Le récapitulatif du devis estimatif est présenté en annexe 4.

VI.2.2 Etude de la rentabilité financière

Les résultats suivants ont été obtenus pour les différentes charges et les bénéfices (Tableau 20).

Tableau 20 : Evaluation financière du système semi-californien

Désignation	Coûts (F CFA TTC)	
	Chou	Oignon
Charges d'exploitation	1 011 000	1 291 000
Recettes de production	2 040 000	4 250 000
Bénéfice net	1 029 000	2 959 000
DRI	**8,17**	**2,84**

Pour le système semi-californien, on a une durée de retour sur investissement de 2,11 ans pour les deux campagnes sèches par an.

VI.3 Analyse des options et choix économique

Au plan économique, le système semi-californien nécessite des investissements moins élevés que le système californien. La construction des bassins partiteurs engendre des coûts supplémentaires dans la mise en œuvre de ce système ; malgré cela, le coût de réalisation de ce système est inférieur à celui du système californien. En outre, pendant la phase d'exploitation, il sera moins coûteux que le système californien. Le système semi-californien sera donc privilégié en termes de choix économique.

VII. ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Le projet de réhabilitation de périmètres irrigués est susceptible de générer des incidences sur l'environnement. Du point de vue de la législation nationale, le projet est soumis aux lois et règlements touchant la gestion de l'environnement et des ressources naturelles, à celles relatives à la santé et à l'hygiène publique, à la sécurité au travail à l'assurance sociale. Selon l'annexe 1 du décret 2015-1187/PRES-TRANS/PM/MERH/MATD /MME/MS/MARHASA /MRA/MICA/MHU/MIDT/MCT du 22 octobre 2015, notre projet est classé dans la catégorie B, d'où la réalisation d'une Notice d'Impact Environnementale. Les impacts du projet ont été identifiés et analysés. Ce qui a permis de dégager un plan de gestion environnemental et social prenant en compte les mesures de surveillance et de suivi environnemental. Le coût total du

PGES se chiffre à **un million neuf cent mille francs CFA (1 900 000 F CFA).** Le détail de l'évaluation environnementale se trouve en annexe 5.

VIII. ANALYSE ET DISCUSSION

Le diagnostic met en évidence les faiblesses techniques et organisationnelles des irrigants ainsi que des organisations de producteurs opérant dans les périmètres irrigués. Ces insuffisances compromettent la bonne gestion des infrastructures d'irrigation, de l'eau, et plus globalement, l'organisation efficace de la production sur les sites. À cela s'ajoutent les nombreuses dégradations visibles au niveau des ouvrages et des équipements. Ce qui a conduit aux propositions de réhabilitation des périmètres.

Les études hydrologiques ont permis d'obtenir le volume de la retenue d'eau ; la prise en compte des différents besoins en eau et des pertes a permis de tracer la courbe d'exploitation de cette retenue. Il ressort que les besoins agricoles de deux campagnes sèches ne seront pas couverts. Ce qui est le cas pour la majorité des retenues d'eau du Burkina qui ne sont pas pérennes, en raison de surexploitation, et des multiples pertes (Baki et al., 2025). Plusieurs paramètres de dimensionnement sont communs aux systèmes californien et semi-californien, en raison de leur grande similitude. Les besoins en eau d'irrigation sont identiques dans les deux cas ; la différence se situe principalement au niveau de la conception, notamment dans la configuration des systèmes.

Concernant le dimensionnement final, les diamètres des conduites de refoulement et de distribution restent inchangés. Leur dimensionnement ne prend pas en compte la vitesse d'écoulement, car l'ensemble des pertes de charge est compensé par la motopompe. On note que le système semi-californien comporte un plus grand nombre de prises d'irrigation que le système californien, en raison de la nécessité d'adapter le réseau à la configuration spécifique de chaque périmètre.

Contrairement au système californien classique, qui n'intègre pas de canaux en béton, une amélioration a été proposée par l'introduction de canaux en parpaings. Cette alternative permet de limiter les pertes d'eau par infiltration entre la prise d'irrigation et les parcelles desservies. Le système semi-californien présente également l'avantage de réduire les coûts de réalisation et la consommation énergétique, en raison d'une Hauteur Manométrique Totale (HMT) plus

faible. Son principal défi réside toutefois dans la maîtrise de son fonctionnement par les exploitants.

En matière de gestion, le mode appliqué à l'un des systèmes peut être transposable à l'autre. Toutefois, l'organisation pratique du tour d'eau diffère entre les deux configurations. Cette différence n'entraîne pas de conséquence majeure, à condition que le système mis en place soit bien compris par les exploitants.

IX. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La réhabilitation des périmètres irrigués de Konioudou et Gonsé, situés dans la commune de Kombissiri, initiative portée par la Direction Générale de l'Aménagement et du Développement Irrigué (DGADI), vise à renforcer la souveraineté alimentaire des populations burkinabè, en particulier celles de la localité de Konioudou. Le diagnostic initial a permis de mettre en évidence plusieurs dysfonctionnements, tant au niveau des ouvrages qu'au niveau de la gestion et de l'exploitation des aménagements. En réponse à ces constats, deux options de réhabilitation ont été proposées : i) **la première option** consistant à démolir les ouvrages existants pour les reconstruire selon un réseau d'irrigation de type semi-californien et ii) **la seconde option** prévoit également la démolition des ouvrages, mais propose la mise en place d'un réseau de type californien, avec pour particularité le revêtement des parois des canaux secondaires. Ces deux solutions ont été analysées dans le cadre du présent mémoire.

Le système californien présente l'avantage d'être déjà bien maîtrisé par les exploitants, ce qui facilite son adoption. Toutefois, son coût de réalisation est plus élevé en raison de la qualité supérieure des infrastructures mises en place. À l'inverse, le système semi-californien, moins onéreux, permet également une réduction de la consommation énergétique grâce à une hauteur manométrique totale (HMT) plus faible.

L'analyse financière révèle un retour sur investissement à partir de la troisième année pour le système semi-californien, contre la quatrième année pour le système californien. Sur le plan environnemental, l'étude recommande la mise en œuvre d'actions de sensibilisation et de reboisement afin de compenser les impacts négatifs des travaux de réhabilitation.

Recommandations pour la durabilité de l'aménagement :

- Mettre en place et/ou redynamiser les structures de gestion (CUE, CLE, comités de gestion) afin d'assurer une gouvernance efficace des infrastructures ;
- Former des agents de maintenance pour garantir l'entretien régulier des équipements électromécaniques ;
- Accompagner les exploitants agricoles à travers des formations sur les bonnes pratiques culturales, dispensées par les services déconcentrés en charge de l'agriculture ;
- Sensibiliser les exploitants au respect du calendrier d'irrigation pour prévenir les conflits d'usage ;
- Procéder à l'amendement des sols avant leur mise en exploitation, afin d'en améliorer la fertilité et d'optimiser les rendements ;
- Assurer l'entretien continu des infrastructures (conduites, bassins partiteurs, prises d'irrigation, drains, digues de protection, etc.).

BIBLIOGRAPHIE

Baki, C.B., Keïta, A., Palé, S., Traoré, F., Bambara, A., Moyenga, A.R., Wellens, J., Djaby, B., Tychon, B., 2025. Community Management of Irrigation Infrastructure in Burkina Faso: A Diagnostic Study of Six Dam-Adjacent Irrigation Areas. Agriculture 15, 477. https://doi.org/10.3390/agriculture15050477

Baki, C.B., Wellens, J., Traoré, F., Palé, S., Djaby, B., Bambara, A., Thao, N.T.T., Hié, M., Tychon, B., 2022. Assessment of Hydro-Agricultural Infrastructures in Burkina Faso by Using Multiple Correspondence Analysis Approach. Sustainability 14, 13303. https://doi.org/10.3390/su142013303

Bonkoungou, Z., Bougma, M., 2009. MONOGRAPHIE DE LA REGION DU CENTRE-SUD 196.

Coulibaly, K., Baggnian, I., Zakou, A., Nacro, H.B., 2022. Perception Paysanne des Techniques de Conservation des Eaux et des Sols et de Défense et Restauration des sols (CES/DRS) en Afrique de l'Ouest : cas du Burkina Faso et du Niger. ESJ 18, 121. https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n27p121

Dembélé, Y., Ouattara, S., Keïta, A., 2001. Application des indicateurs "approvisionnement relatif en eau" et "productivité de l'eau" à l'analyse des performances des petits périmètres irrigués au Burkina Faso. Irrigation and Drainage 50, 309–321. https://doi.org/10.1002/ird.21

FAO, 2006. FAO Irrigation and Drainage Paper 333.

FAO, 1998. Crues et apports : manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche 265.

GID, 2024a. Rapport d'étude environnementale du périmètre irrigué de Konioudou. Ouagadougou.

GID, 2024b. Rapport socio-économique du périmètre irrigué de Konioudou. Ouagadougou.

GID, 2024c. Rapport d'études pédologique du périmètre irrigué de Konioudou. Ouagadougou.

INSD, 2022. 5e Recensement général de la population et de l'habitation du Burkina Faso. Ouagadougou.

J. Aviron Violet, B. D. Ido, A. Soumaila, P. N. G. Van Steckelenburg, A. Waldstein, 1991. Le développement des cultures irriguées dans le sahel. Club du Sahel, Ouagadougou.

Keïta, A., 2023. Cours d'irrigation par aspersion.

MARAH, 2023a. Stratégie nationale de développement de l'agriculture contractuelle.

MARAH, 2023b. Plan opérationnel pour la souveraineté alimentaire et la création d'emplois décents dans le secteur agropastoral 20.

MARAH, 2018. Rapport enquête nationale sur le cheptel. Ouagadougou.

MARAH, 2015. Stratégie de développement rural à l'horizon 2016-2025.

MARHASA, 2015. Stratégie de développement rural à l'horizon 2016-2025 du Burkina Faso. MARHASA, Ouagadougou.

Mathieu, H.B., Bernard, A., Emmanuel, T.G., 2022. Etude de faisabilité d'un aménagement hydro agricole par le système semi californien: Cas du périmètre rizicole de Toweta 1 dans la commune de Lalo 35.

PCD, 2008. Plan communal de développement de Kombissiri 78.

ANNEXES

Annexe 1 : Hydrologie du bassin versant de Konioudou 71
Annexe 2 : Caractérisation du sol et évaluation des besoins en eau des cultures 86
Annexe 3 : Dimensionnement du réseau d'irrigation..... 98
Annexe 4 : Analyse financière 114
Annexe 5 : Evaluation environnementale 125
Annexe 6 : Plans et graphiques 142

Annexe 1 : Hydrologie du bassin versant de Konioudou

❖ Données climatiques

- **Pluviométrie**

La pluviométrie utilisée est celle de la station synoptique de Ouagadougou, station la plus proche de notre zone d'étude. Les données du Tableau 21 donne les relevés de la pluviométrie moyenne mensuelle utilisée pour les études.

Tableau 21 : Données pluviométriques de la station synoptique de Ouagadougou

Année	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total annuel
1989	1	2	23,9	19	72	65,4	174,2	130,3	112,7	24,3	13	12	**649,4**
1990	1	2	3	9,3	92	89,3	184	162,8	172	13,5	11	12	**751,9**
1991	1	2	7,1	14	89,5	136,3	167,6	205,8	174,4	50,6	11,3	12	**872**
1992	1	2	16,3	4	72	169,8	155,3	229,9	140,2	49	11	12	**862,5**
1993	1	2	3	84	73,8	71,6	168,9	271,8	97,7	16,2	11	12	**812,9**
1994	1	2	8,5	4	40,7	61,3	240,5	313,3	121,4	58,4	11	13,7	**875,8**
1995	1	2	3	19	117,3	87,9	169,2	204,6	112,8	13,8	11	12	**753,9**
1996	1	2	3,4	70	240,3	101,1	165,1	256,7	56,9	59,4	11	12	**978,7**
1997	1	2	3	56	17,9	85,4	253,7	252,7	60	14,9	18,2	12	**776,7**
1998	1	2	12,4	30	13,4	134,8	233,2	203,8	106,8	68,5	11	12	**828,6**
1999	1	2	4,7	5	19,2	114,4	137,5	304,3	119,8	74,9	11	12	**805,8**
2000	1	2	3	14	55,3	120,3	125,3	266,2	145	23,1	11,4	12	**778,2**
2001	1	2	3	27	50,8	46,1	136,1	201	232,9	32,9	11	12	**755,4**
2002	1	2	52,2	62	56,6	72,4	118,3	163,2	57	58,1	11	12	**665,8**
2003	1	2	3	19	70,9	32,7	112,2	216	204,3	62,2	11	12	**746,3**
2004	1	2	3,7	21	58,9	80,7	247,7	243,7	177,6	18,9	11	12	**878,2**
2005	1	2	3	20	83,7	144,6	159,6	125,7	33,3	75,8	11	12	**672,1**
2006	1	2	3	4	75,9	32,3	190,9	216,4	123,5	24,7	11	12	**696,7**
2007	1	2	3	11	44,8	44,2	176,7	187,3	191,8	49,4	11	12	**734,2**
2008	1	4,4	24,9	28	74,1	169,8	188,8	178,3	170,3	63,2	11	12	**925,7**
2009	1	2	3	58	47,5	33,9	252,6	202,4	190,1	26,3	20,8	12	**850**
2010	1	2	3,5	33	55,2	88,3	257,6	290	132,3	31,9	11	12	**917,9**
2011	1	2	3	9,7	18,3	72,4	175	210,3	117,8	42,3	11	12	**674,8**
2012	1	2	3	90	47,7	39,2	90,5	303,3	128,2	10,3	11,1	12	**738**
2013	1	2	7,4	4	65,9	96	254	213,8	140,3	38	11	12	**845,4**
2014	1	2	3	17	46,6	146,4	175,3	205,6	312,3	42,3	11	12	**974,3**
2015	1	2	3	55	72,6	110,1	242,1	254,9	96,2	57,2	11	12	**917**
2016	1	2	3,8	29	38,9	126,8	230,8	189	97,1	25,7	11	12	**767,4**
2017	1	2	3	18	67,3	73,9	375	247,7	243,8	14,8	11	12,3	**1069,5**

Année	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total annuel
2018	1	2	13,1	40	78	44,3	189	276,6	174	31,9	11	12	**873,3**
2019	3,4	0	0	18	79,1	95,4	177,2	222,7	212,7	35,5	0	0	**843,9**
2020	0	0,1	8,5	0	29,4	108,9	257,5	309,2	158,2	26,8	0	0	**898,6**
2021	0	0	12,5	31	47,6	68,7	290,9	372,7	147,2	3,8	0	0	**974,1**
2022	0	0	0	13	216,8	110,1	120,7	307,6	101,9	3,7	0	0	**874,1**
2023	0	8,4	11,6	0	75	84	245,9	236,4	174,3	24,6	0	0	**860,2**
Total	**1**	**2**	**7,6**	**27**	**68,7**	**90,3**	**195,4**	**233,6**	**143,9**	**36,2**	**10**	**10,34**	

Source : (ANAM, 2025)

- **Evaporation**

Les données d'évaporation du bac A pour la période de 1992 à 2021 sont mentionnées dans le Tableau 22.

Tableau 22 : Données d'évaporation du Bac "A" en mm

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
Bac « A »	255,94	274,91	337,52	324,28	309,38	246,13	200,24	159,01	163,15	207,42	227,53	246,62	2949,12

Source : (ANAM, 2025)

❖ **Analyse fréquentielle**

- **Pluies journalières maximales**

L'ajustement a été effectué en utilisant le logiciel HyfranPlus suivant la loi de Gumbel. La méthode de l'ajustement des probabilités maximales est celle qui ajuste le mieux les données pluviométriques. La formule de Weibull a servi pour le calcul des fréquences. L'intervalle de confiance considéré est de 95%. Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 23 et la Figure 9 présente l'allure de l'ajustement.

Tableau 23 : Valeurs de l'ajustement des pluies maximales journalières

T	q	XT	Standard deviation	Confidence interval (95%)	
				Min	Max
10000	0,9999	217	22,5	173	261
2000	0,9995	189	18,8	153	226
1000	0,999	177	17,2	144	211
200	0,995	150	13,6	123	176
100	0,99	138	12	114	161
50	0,98	126	10,4	105	146

T	q	XT	Standard deviation	Confidence interval (95%)	
20	0,95	110	8,36	93,2	126
10	0,9	97,1	6,81	83,8	110
5	0,8	84,2	5,29	73,8	94,5
3	0,6667	73,9	4,2	65,7	82,1
2	0,5	64,6	3,41	57,9	71,3
1,4286	0,3	55,1	2,96	49,3	60,9
1,25	0,2	50,1	2,92	44,4	55,8
1,1111	0,1	43,9	3,09	37,9	50
1,0526	0,05	39,4	3,34	32,8	45,9
1,0204	0,02	34,8	3,69	27,5	42
1,0101	0,01	31,9	3,93	24,2	39,7
1,005	0,005	29,5	4,16	21,4	37,7
1,001	0,001	25	4,62	15,9	34
1,0005	0,0005	23,3	4,79	13,9	32,7
1,0001	0,0001	20	5,16	9,88	30,1

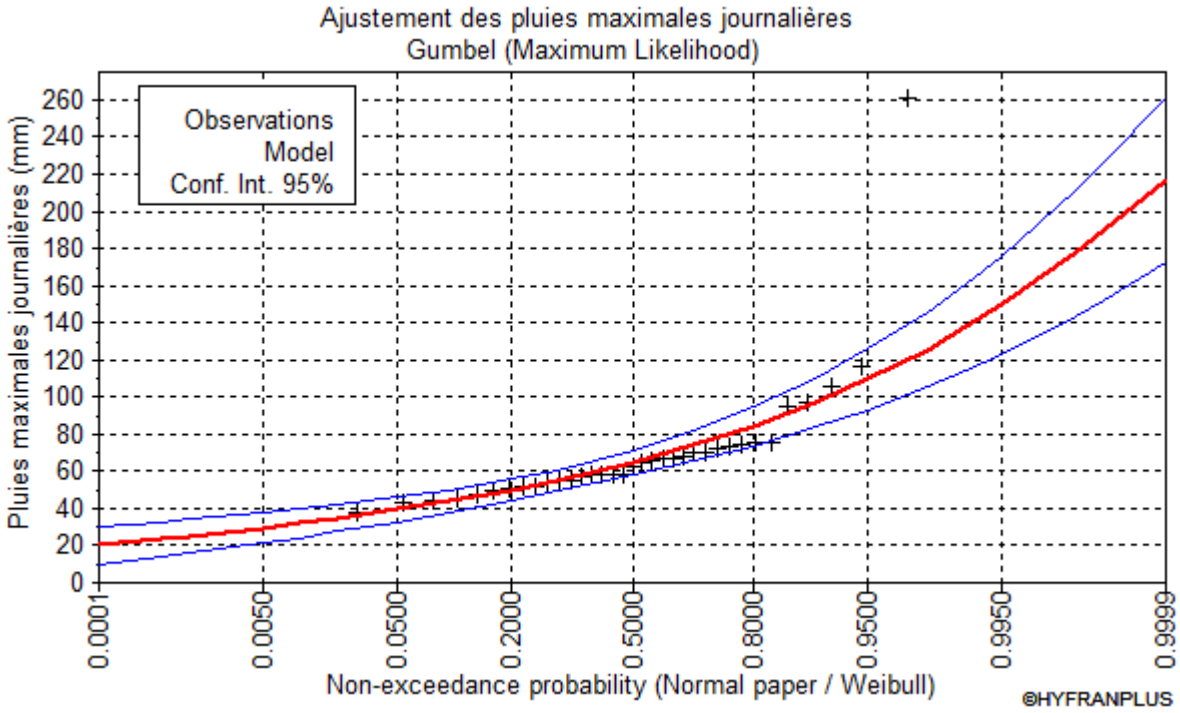


Figure 9 : Ajustement à la loi de Gumbel des pluies maximales journalières

- **Pluies annuelles**

L'ajustement a été effectué en utilisant le logiciel HyfranPlus suivant la loi normale. La formule de Hazen a servi pour le calcul des fréquences. L'intervalle de confiance considéré est de 95%. L'analyse a été faite en considérant les années humides et les années sèches. Les

résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 24 et la Figure 10 présente l'allure de l'ajustement pour les années humides.

Tableau 24 : Valeurs de l'ajustement des pluies moyennes annuelles/ années humides

T	q	XT	Standard deviation	Confidence interval (95%)	
				Min	Max
10000	0,9999	1200	48,2	1100	1290
2000	0,9995	1160	43,4	1070	1240
1000	0,999	1140	41,2	1050	1220
200	0,995	1080	35,6	1010	1150
100	0,99	1060	32,9	994	1120
50	0,98	1030	30,2	972	1090
20	0,95	990	26,2	939	1040
10	0,9	954	23	909	999
5	0,8	910	19,8	871	949
3	0,6667	869	17,7	834	904
2	0,5	826	16,9	793	859
1,4286	0,3	773	18,1	738	809
1,25	0,2	741	19,8	703	780
1,1111	0,1	697	23	652	742
1,0526	0,05	661	26,2	610	712
1,0204	0,02	620	30,2	561	679
1,0101	0,01	593	32,9	528	657
1,005	0,005	568	35,6	498	637
1,001	0,001	516	41,2	435	597
1,0005	0,0005	496	43,4	411	581
1,0001	0,0001	453	48,2	359	548

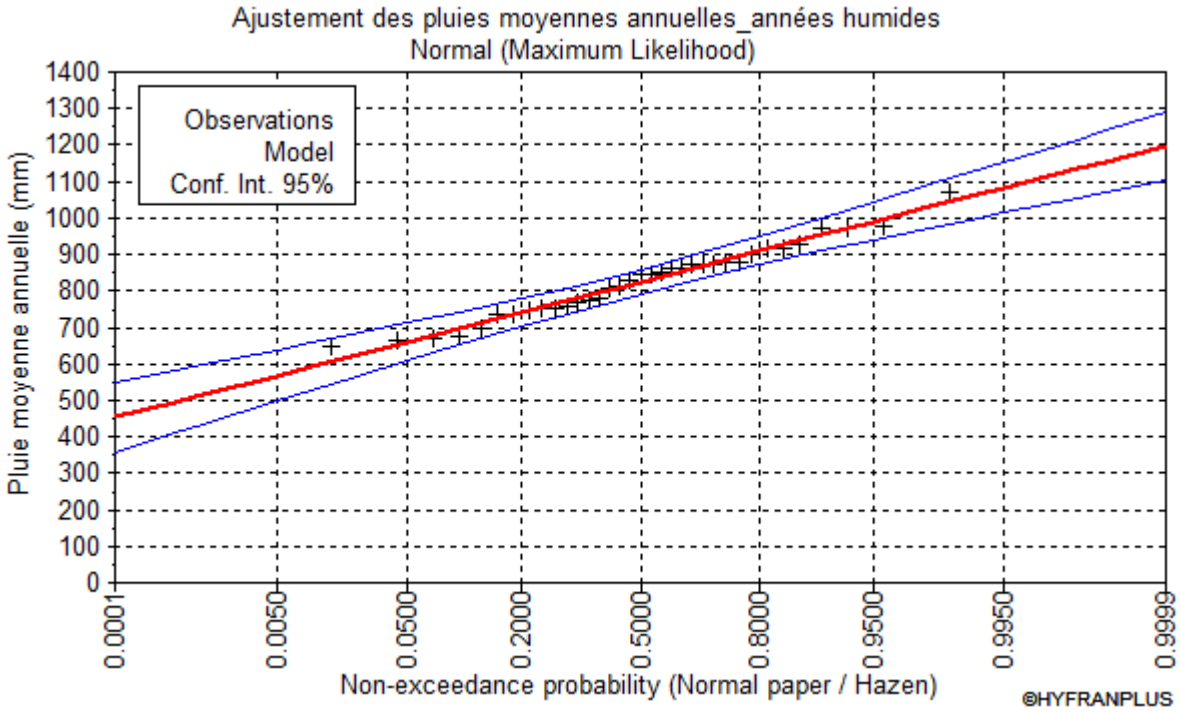


Figure 10 : Ajustement à la loi normale des pluies annuelles / années humides

❖ **Caractéristiques géomorphologiques du bassin versant**

- **Superficie**

Elle a été générée avec le logiciel Global Mapper. La surface obtenue est de **123,95 km²**.

- **Périmètre**

Il a été généré avec le logiciel Global Mapper. Le périmètre obtenu est de **64,53 km**.

- **Coefficient de Gravelius**

Il est obtenu en utilisant la formule suivante : $K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} = \frac{64,53}{2\sqrt{\pi \times 123.95}} = \mathbf{1,65}$

Avec P le périmètre en km et S la surface en km².

On a KG>1, donc le bassin versant forme allongée. Ce qui favorise les faibles débits de pointe de crue, en raison des temps d'acheminement de l'eau à l'exutoire plus importants.

- **Longueur du rectangle équivalent**

Elle permet de comparer facilement des bassins versants entre eux. Elle s'obtient en utilisant la relation : $L = \frac{P+\sqrt{P^2-16S}}{4} = \frac{64{,}53+\sqrt{64{,}53^2-(16\times123.95)}}{4} = \mathbf{28{,}06\ km}$

Avec P le périmètre et S la superficie du bassin versant.

- **Densité de drainage**

Elle représente la longueur totale du réseau hydrographique par unité de surface du bassin versant.

$D_d = \frac{\sum L_i}{S} = \frac{47{,}25}{123.95} = \mathbf{0{,}38\ km/km^2}$

Avec Li les longueurs partielles des cours d'eau et S la superficie du bassin versant.

- **Pente moyenne**

Elle renseigne sur la topographie du bassin versant. Elle s'obtient en utilisant la relation :

$I_{moy} = \frac{\Delta H}{\sqrt{S}} = \frac{H_{max}-H_{min}}{\sqrt{S}} = \frac{355-281}{\sqrt{123.95}} = \mathbf{6{,}65\ m/km}$

Avec H_{max} l'altitude du point le plus haut, H_{min} l'altitude du point le plus bas et S la superficie du bassin versant.

- **Courbe hypsométrique**

Les altitudes des surfaces partielles ont été générées par le logiciel Global Mapper. Les caractéristiques de la courbe hypsométriques se retrouvent dans le Tableau 25.

Tableau 25 : Données de la courbe hypsométrique

Tranches d'altitudes (m)	Altitude (m)	Surface (ha)	Surface cumulée (ha)	Pourcentage (%)	Pourcentage cumulé (%)
281-286	281	1,59	123,95	1,28	100
286-291	286	3,29	122,36	2,65	98,72
291-296	291	6,97	119,08	5,62	96,07
296-301	296	8,89	112,10	7,17	90,44
301-306	301	10,94	103,21	8,82	83,27
306-311	306	13,18	92,28	10,63	74,45
311-316	311	15,03	79,10	12,12	63,82
316-321	316	15,30	64,07	12,35	51,69

Tranches d'altitudes (m)	Altitude (m)	Surface (ha)	Surface cumulée (ha)	Pourcentage (%)	Pourcentage cumulé (%)
321-326	321	12,83	48,77	10,35	39,35
326-331	326	10,42	35,94	8,41	29,00
331-336	331	9,92	25,52	8,00	20,59
336-341	336	7,02	15,60	5,66	12,59
341-346	341	5,17	8,58	4,17	6,92
346-351	346	3,41	3,41	2,75	2,75
351-355	351	0	0	0	0

De ces données de surfaces on peut ainsi tracer la courbe hypsométrique qui est représentée sur la Figure 11. Les altitudes à 5% et à 95% obtenues sont respectivement de 344 m et 292 m.

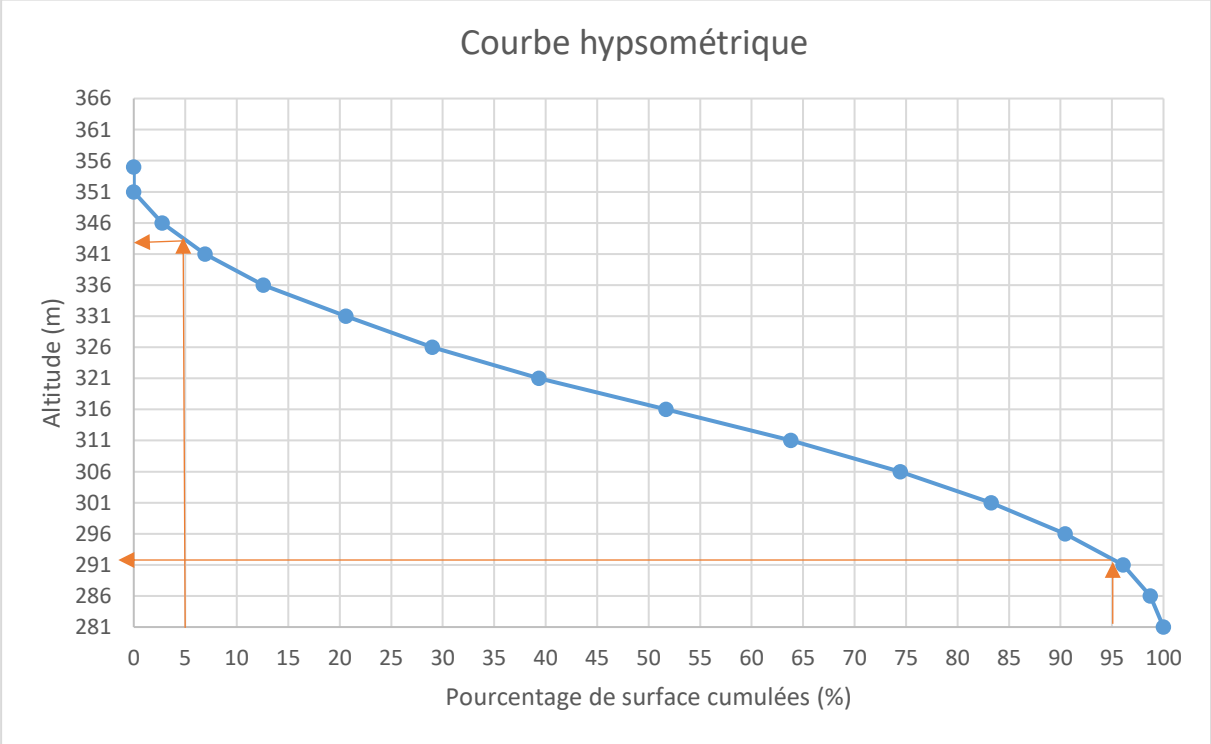


Figure 11 : Courbe hypsométrique du bassin versant

- **Indice global de pente**

Il est obtenu en utilisant la relation : $I_g = \frac{\Delta H}{L} = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L} = \frac{344-292}{28,06} = \mathbf{1,87\ m/km}$

- **Indice global de pente corrigé**

Il est obtenu à travers la relation : $I_{gcor} = \frac{(n-1)I_g + I_t}{n} = \frac{(4-1)\times 1,87 + 5.71}{3} = \mathbf{2,83\ m/km}$

- **Classe de bassin**

Selon la classification de l'ORSTOM suivant la pente longitudinale moyenne, le bassin versant de Konioudou est de classe R1 (pente extrêmement faible, inférieure à 0,2%). En fonction de la perméabilité, il est de classe P2 (relativement imperméable) au regard de la nature du sol et sa végétation. La pluviométrie moyenne annuelle étant de 826 mm, elle est classée dans la zone tropicale sèche (750-1200 mm) selon la classification des zones climatiques de la FAO.

❖ **Détermination de la crue de projet**

Il existe plusieurs méthodes et formules qui prennent en compte différents facteurs intervenant dans la détermination des crues de projet tel que la superficie, la topographie, l'occupation du sol, etc. Pour la détermination du débit de projet, plusieurs méthodes peuvent être utilisées (méthode Rationnelle, méthode ORSTOM, Méthode CIEH).

- La méthode Rationnelle n'est applicable que pour des bassins versants de superficie inférieure ou égale à 200 ha.
- La méthode ORSTOM REVISEE 1993 s'applique à des bassins dont la superficie se situe entre quelques dizaines d'hectares à plus de 1500 km^2 ;
- La méthode CIEH est applicable aux bassins versants allant jusqu'à 1000 km^2 avec des pluies annuelles atteignant 2000 mm.

Au regard de la superficie de notre bassin versant, les méthodes applicables sont la méthode ORSTOM et CIEH.

- **Méthode ORSTOM**

La formule pour la détermination de la pluie de projet en utilisant la méthode ORSTOM pour un débit de crue décennal est la suivante :

$$\boldsymbol{Qr_{10} = A \times P_{10} \times Kr_{10} \times \alpha_{10} \times \frac{S}{Tb_{10}}}$$

Avec :

P_{10} : pluie décennale ponctuelle de durée égale à 24h (mm)

A : coefficient d'abattement qui est fonction de la superficie du BV

α_{10} : coefficient de pointe de la crue décennal (généralement = 2,6)

Kr_{10} : coefficient de ruissellement décennal

Tb_{10} : temps de base (temps de ruissellement compris entre le début de ruissellement et la fin)

S : superficie du BV (km^2)

- **Le coefficient d'abattement**

Le coefficient d'abattement est déterminé en utilisant la formule VUILLAUME suivante :

$$\boldsymbol{A = 1 - 0.001 \times (9\, log_{10}(T) - 0.042 P_{an} + 152) \times log_{10} S = 0{,}74}$$

A=0,74

Avec :

T = période de retour (ans)
P_{an} = pluie moyenne interannuelle (mm)
S = surface (bassin versant) en km²

- **Le coefficient de ruissellement**

Il est déterminé par interpolation à partir des coefficients Kr_{100} et Kr_{70} correspondant à des pluies décennales P_{10} = 100 mm et P_{10} = 70 mm déjà déterminés en fonction de la superficie S du bassin versant, pour les cinq (05) classes d'infiltrabilité et pour les différentes valeurs de l'indice global de pente I_g. Les coefficients Kr_{100} et Kr_{70} sont déterminés graphiquement à partir des abaques ou à partir des formules empiriques de type :

$$Kr_{70}\ ou\ Kr_{100} = \frac{a}{S + b} + c$$

Dans notre cas, on a un bassin versant relativement imperméable, et l'indice global de pente corrigé (Ig_{corr}=2,83 m/km). Les paramètres pour la détermination de Kr_{70} et Kr_{100} sont les suivants (Tableau 26)

Tableau 26 : Paramètres de détermination du coefficient de ruissellement K_r

Caractéristiques		**a**	**b**	**c**
Infiltrabilité	**Pente**			
RI	7	200	20	18,5

	3	150	20	15

On calcule $Kr10$ par la relation suivante :

$$\boldsymbol{Kr_{10} = Kr_{100} + \frac{(Kr_{100} \times Kr_{10}) \times (100 - P_{10})}{100 - 70}}$$

Le coefficient de ruissellement décennal après interpolation est de **17,86%.**

- **Le temps de base**

Il est déterminé par interpolation des valeurs de l'indice de pente global. La relation utilisée pour la détermination du temps de base est de la forme :

$$Tb_{10} = a \times S^{0.36} + b$$

Les valeurs de a et b dépendent des valeurs de la pente. Le Tableau 27 ci-dessous donne les valeurs des paramètres a et b.

Tableau 27 : Paramètres de détermination du temps de base T_b

Ig	a	b
1	560	40
3	325	315

La valeur du temps de base obtenu après interpolation linéaire pour l'indice global de pente du bassin versant est Tb_{10}=2 277,43 mn.

Après avoir obtenu les différents paramètres qui interviennent dans l'application numérique du calcul de débit, on obtient une valeur de **Q_{10}=30,09 m^3/s.**

- **Méthode CIEH**

Elle a été expérimentée sur 162 bassins versants dont l'origine est le recueil de Dubreuil (1972) essentiellement, en zone sahélienne et tropicale sèche. La formulation retenue pour le calcul du débit de pointe Q_{10} est basé sur un schéma de régression multiple proposé par Puech et Chabi-Gonni (1983) est la suivante :

$$Q_{10} = a.S^s.\bar{P}_{an}^p.I_g^i.Kr_{10}^k.Dd^d \ldots$$

Avec a, s, p, k, d, … des coefficients à déterminer

S : la surface du bassin versant (km^2)

I_g : indice global de pente (m/km)

$\bar{P}_{an}$: Pluie moyenne annuelle (mm)

Kr10 : coefficient de ruissellement décennal (%)

D_d : Densité de drainage (km^{-1})

…

Suivant les équations compatibles avec notre zone d'étude, plusieurs (13) en sont utilisables. Nous en retiendrons celles qui montrent une valeur élevée du coefficient de corrélation r^2, en favorisant celles pour lesquelles le nombre de paramètres à déterminer est plus élevé. Les valeurs des paramètres pour les coefficients retenus sont dans le Tableau 28.

Tableau 28 : Paramètres de détermination de la crue décennale (CIEH)

Equation	a	s	i	k	d	Q10
5	2,01	0,649	0,066	-	0,121	42,56
10	0,0833	0,696	0,953	0,534	-	20,19
12	0,095	0,643	0,406	1,038	-	54,15
40	0,254	0,462	0,101	0,976	-	41,81
42	0,0912	0,643	0,399	1,019	-	49,00

Source : (FAO, 1998)

Les valeurs de crue décennale par la méthode CIEH suivant les équations retenues sont consignées dans le tableau. La valeur retenue est la moyenne des cinq valeurs calculées. On retient donc **Q_{10}=41,54 m^3/s**.

En Afrique de l'Ouest et du Centre, la méthode GRADEX (Grésillon et al, 1977) est celle utilisée pour l'estimation des crues de sécurité. Elle repose sur le calcul d'un coefficient majorateur C qui permet le passage de la crue décennale à la crue centennale. Son principe repose sur le fait qu'au-delà d'une certaine période de retour, toute pluie qui tombe ruisselle. Cette période considérée est T_{10}. La relation de la crue centennale est :

$$Q_{100} = C \times Q_{10}$$

L'expression du coefficient majorateur est la suivante :

$$C = 1 + \frac{P_{100} - P_{10}}{P_{10}} \times \left(\frac{T_b}{24}\right)^{0.12} \times \frac{1}{Kr_{10}} = \frac{138 - 97{,}1}{97{,}1} \times \left(\frac{2277{,}43}{24}\right)^{0.12} \times \frac{1}{0.1786} = 5{,}07$$

C=5,07

Les valeurs obtenues pour la crue de projet sont les suivantes, dans le Tableau 29.

Tableau 29 : Valeurs de la crue de projet

Méthode utilisée	Q_{10} (m^3/s)	Q_{100} (m^3/s)
CIEH	41,54	200,69
ORSTOM	30,09	152,63

❖ **Evaluation de la capacité de la retenue**

- **Les pertes**
  - **Dépôts solides**

Les approches de Grésillon, Gottschalk et Karambiri ont été utilisées pour l'évaluation des apports solides de la retenue d'eau. La valeur retenue est la moyenne de volume obtenue en utilisant les trois approches. Les résultats obtenus sont mentionnés dans le Tableau 30.

Tableau 30 : Evaluation des apports solides

Désignation	Unité	Valeurs	Méthode de Grésillon	Méthode de Gottschalk	Méthode de Karambiri
			D=700*('Pan/500)^-2,2)*S^-0,1	D=260*S^-0,1	D=137*((Pan/700)^-2,2)*(S^-0,05)*((0,025+1,13)*(h+r))^1,15
Superficie du BV (S)	Km^2	123,95			
Pluviométrie moyenne annuelle (Pan)	mm	826			
Paramètre anthropique (h)	-	0,7			
Paramètre morphologique (r)	-	0,4			

Dégradation spécifique (D)	$m^3/km^2/an$		143,27	160,56	99,32
Volume de dépôts solides (V)	m^3/an		**17 758,15**	**19 901,93**	**12 310,81**
Volume retenu	**m^3/an**	**16 656,97**			

- **Evaporation**

Les pertes par évaporation ont été évaluées à partir de la corrélation des valeurs d'évaporation du Bac « A » de la station synoptique de Ouagadougou pour la période de 1992 à 2021. Ces valeurs sont corrigées par la formule de POUYAUD (1985) :

$$E_{ret} = 1{,}664 \times E\ Bac\ A^{0{,}602}$$

E_{ret} : Evaporation (mm/j)

$E_{Bac\ A}$: Evaporation du Bac A (mm/j)

Les valeurs d'évaporation obtenues sont résumées dans le Tableau 31.

Tableau 31 : Evaluation de l'évaporation de la retenue d'eau

Mois	Nbre de jours	Evap Bac A (mm)	Evap Bac A (mm/j)	Evap (mm/mois)	Evap (m^3/mois)
Octobre	31	207,42	6,69	161,98	179 408,21
Novembre	30	227,53	7,58	169,04	187 226,71
Décembre	31	243,62	7,86	178,45	197 651,18
Janvier	31	255,94	8,26	183,83	203 609,20
Février	28	274,91	9,82	184,30	204 125,79
Mars	31	337,52	10,89	217,15	240 510,77
Avril	30	324,28	10,81	209,23	231 741,85
Mai	31	309,38	9,98	206,06	228 230,96
Juin	30	246,13	8,20	177,23	196 296,06
Total				**1 687,25**	

Les pertes sont estimées à environ **1,69m** au cours de la période sèche.

- **Apports liquides**

Les données hydrométriques servent à déterminer les apports liquides d'une retenue d'eau. Ces données sur le barrage de Konioudou n'étant pas disponibles, plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour la détermination de ces apports. On peut citer entre autres, la méthode RODIER, la méthode GIRARD, la méthode DUBREUIL-VUILLAUME, la méthode du BILAN D'EAU, la méthode COUTAGNE. Dans le cadre de cette étude, la méthode utilisée est la méthode RODIER, qui présente l'avantage d'être facile à utiliser mais également la plus répandue pour le calcul des apports liquides. Son expression est la suivante :

$$V = S \times P \times Ke$$

Avec V : volume des écoulements annuels du bassin (m^3)

S : Superficie du bassin versant (km^2)

P : pluviométrie moyenne annuelle (mm)

K_e : Coefficient d'écoulement

En utilisant les valeurs données par Rodier (1975) dans « Crues et apports ; manuel pour l'estimation des crues décennales et apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche FAO-CEMAGREF-ORSTOM-CIEH :1996 », la zone d'étude de Ouagadougou a été considérée. La synthèse des résultats obtenus est indiquée dans le Tableau 32 avec un apport moyen annuel de **4 958 000m^3**.

Tableau 32 : Apports liquides dans la retenue d'eau

Année	Pan (mm)	Le (m)	Ke	S (km^2)	V (m^3)
Année centennale sèche	1060	5	0,4717	123.95	619 750
Année cinquatennale sèche	1030	6	0.58252		743 700
Année décennale sèche	954	12	1,25786		1 487 400
Moyenne	826	40	4.84262		4 958 000
Année centennale humide	593	150	25.2951		18 592 500
Année cinquantennale humide	620	125	20.1613		15 493 750
Année décennale humide	697	100	14.3472		12 395 000

La planimétrie a permis d'obtenir les courbes hauteur-surface (Figure 12) et hauteur-volume (Figure 13) ci-dessous.

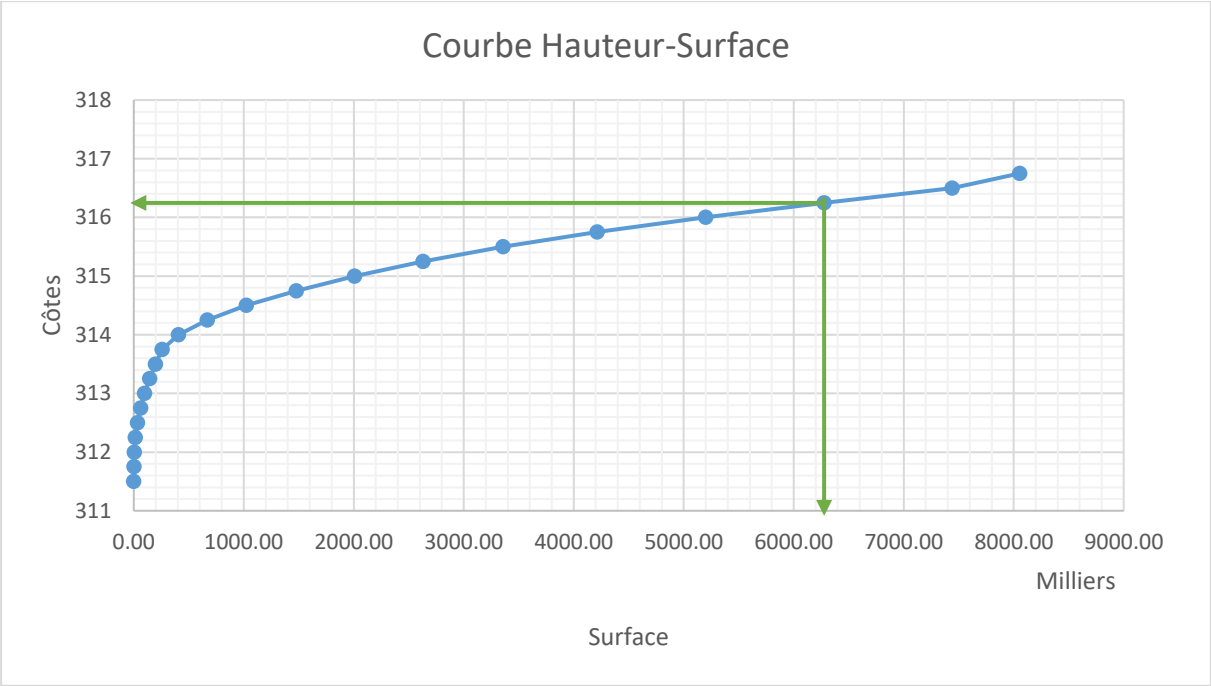


Figure 12 : Courbe hauteur-surface du barrage de Konioudou

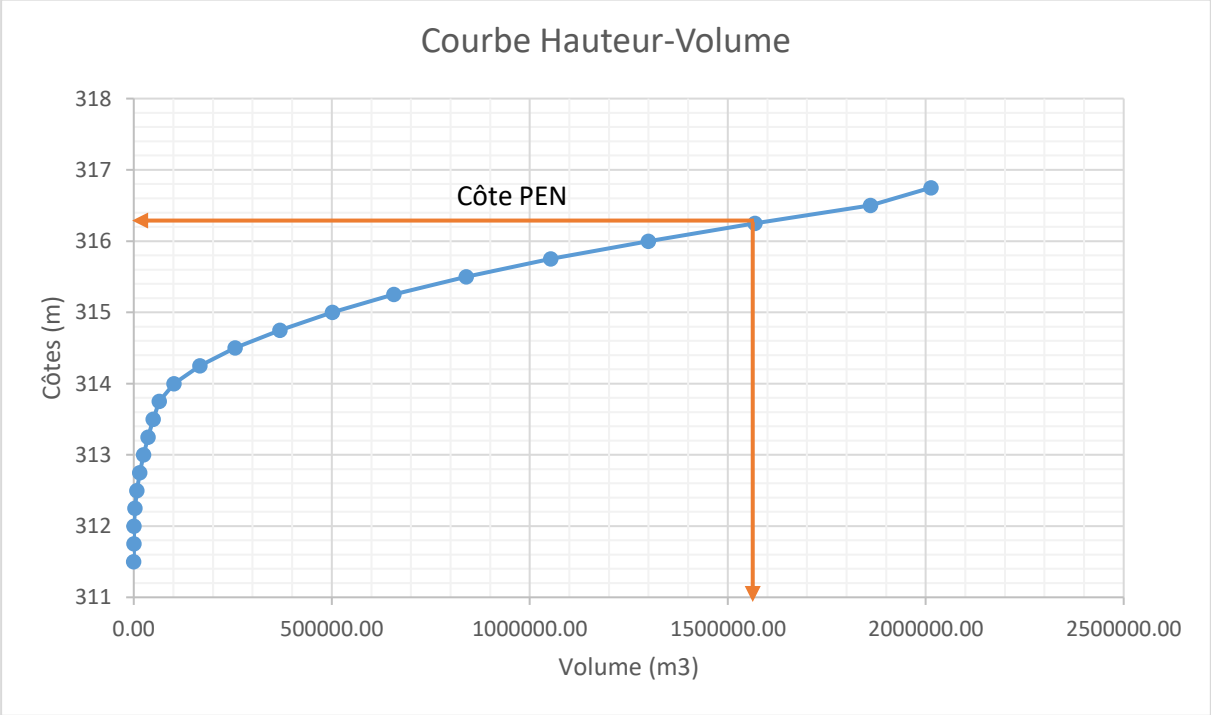


Figure 13 : Courbe hauteur-volume du barrage de Konioudou

Annexe 2 : Caractérisation du sol et évaluation des besoins en eau des cultures

❖ Mesures d'infiltration par double anneau de Muntz

Les points de mesures effectués sur le terrain sont mentionnés dans le Tableau 33.

Tableau 33 : Points de mesures et valeurs obtenues

Site	Séries	I			II			III			IV		
		10	20	30	50	70	90	120	150	180	220	260	300
	T(h)	0,17	0,33	0,5	0,83	1,17	1,5	2	2,5	3	3,67	4,33	5
Konioudou	P1	3	1	2	2	1	2	2	2				
	P2	5	4	5	8	6	5	7	5	5	5	5	
	P3	9	3	5	9	11	8	11	11	11			
	P4	10	5	9	14	13	13	16	14	14	14	14	
	P5	4	5	4	7	5	4	5	3	3	3	3	
	P6	10	3	1	4	5	4	6	3	3	3	3	
	P7	7	3	2	3	2	1	2	2	2			
	P8	3	1	1	3	1	1	3	2	1	1	1	1
	P9	18	14	13	23	18	16	19	19	19	22	22	22
	P10	2	1	1	2	2	2	1	0	0	0		
	P11	1	1	1	1	1	0	0	0	0			
	P12	1	1	1	1	2	3	3	3	3			
	P13	3	2	3	2	2	2	3	3	3			
	P14	4	2	2	1	1	1	0	0	0			
	P15	3	1	0	1	1	1	0	0	0			
Gonsé	P16	15	13	10	18	16	17	13	13	13	17	17	17
	P17	3	1	1	4	2	2	4	4	4			
	P18	17	12	10	22	19	19	28	28	28	36	36	36
	P19	10	7	6	9	9	9	10	10	10	12	12	12
	P20	2	1	1	2	3	1	3	3	3			
	P21	6	6	4	1	3	3	2	2	2			
	P22	2	1	1	2	1	1	0	0	0	0		
	P23	10	4	10	13	10	10	14	12	10	13	13	13

Site	Séries	I			II			III			IV		
	P24	12	9	9	21	23	24	40	40	40	55	55	55
	P25	20	17	13	26	24	20	32	29	29	39	39	39
	P26	3	1	1	4	2	2	3	3	3			

La Figure 14 ci-dessous indique la situation des différents points de mesure.

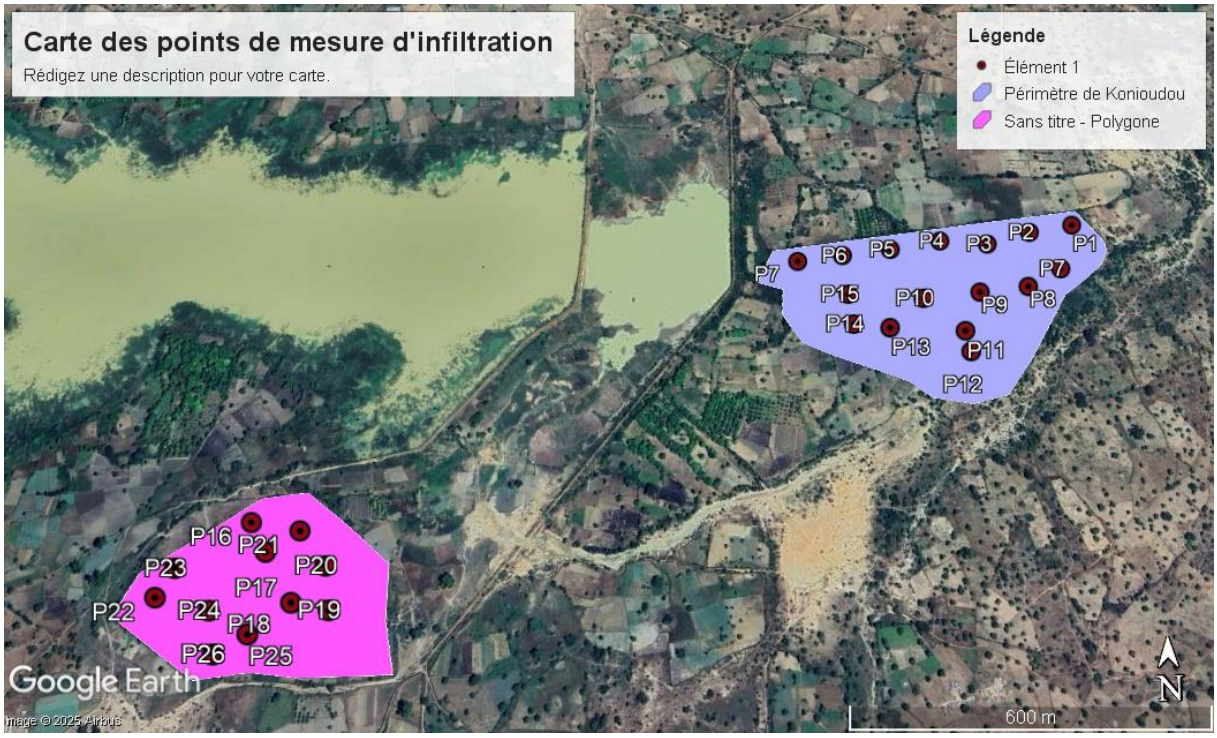
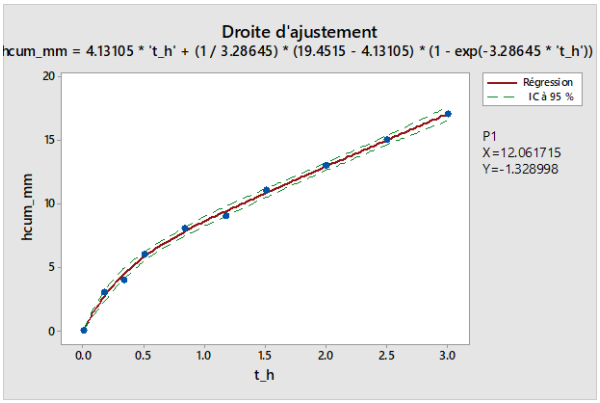
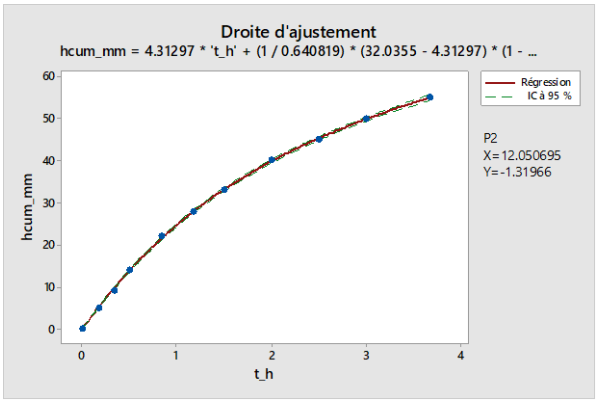
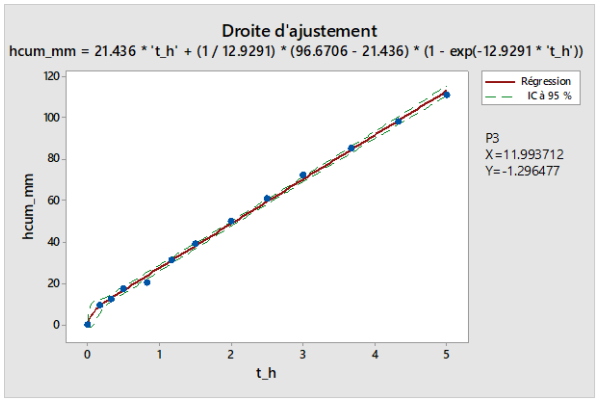


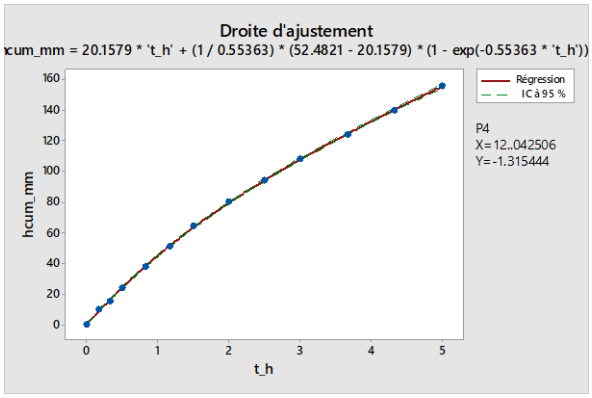
Figure 14 : Situation des points de mesure d'infiltration

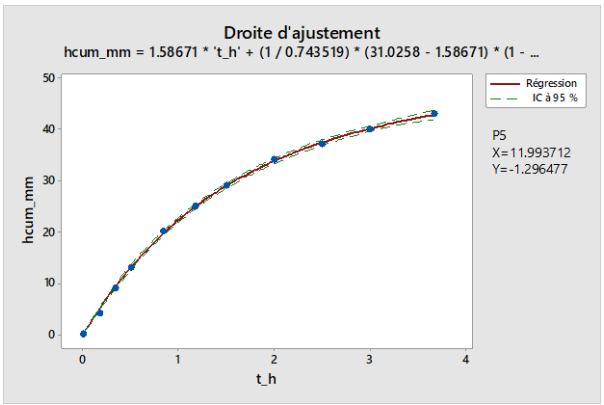
Le traitement de ces données avec le logiciel Minitab a permis de construire les droites d'ajustement de l'infiltration pour chaque point de mesure. Les courbes obtenues sont présentées dans la Figure 15.

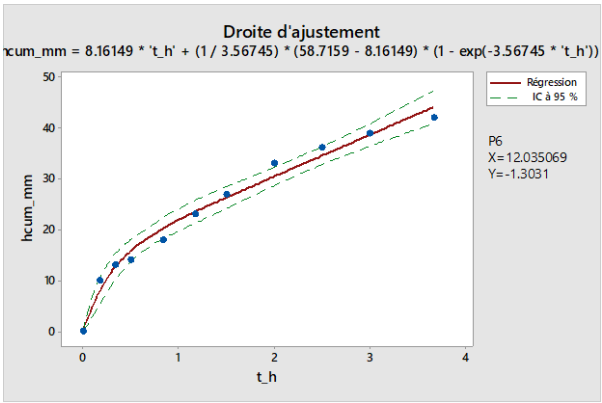

Droite d'ajustement
hcum_mm = 4.13105 * 't_h' + (1 / 3.28645) * (19.4515 - 4.13105) * (1 - exp(-3.28645 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
P1
X=12.061715
Y=-1.328998
hcum_mm
t_h

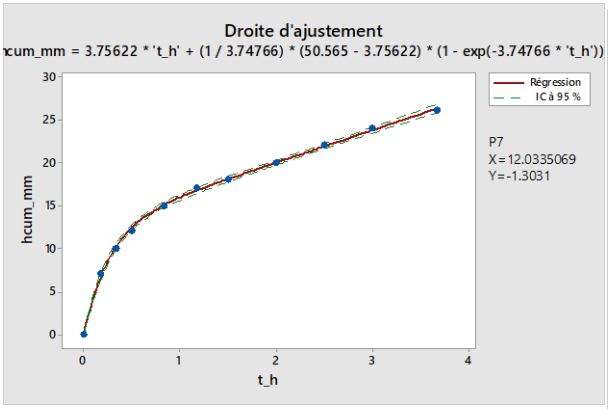

Droite d'ajustement
hcum_mm = 4.31297 * 't_h' + (1 / 0.640819) * (32.0355 - 4.31297) * (1 - ...
Régression
IC à 95 %
P2
X=12.050695
Y=-1.31966
hcum_mm
t_h

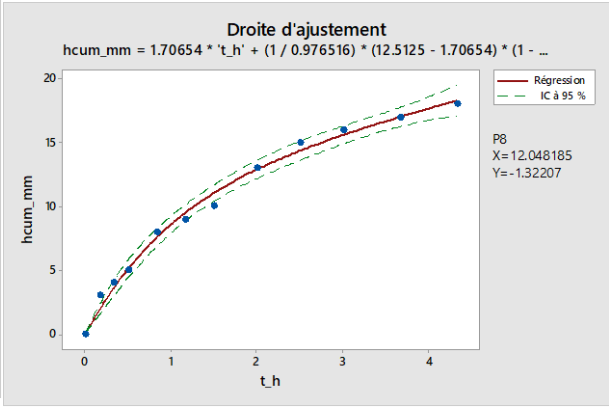

Droite d'ajustement
hcum_mm = 21.436 * 't_h' + (1 / 12.9291) * (96.6706 - 21.436) * (1 - exp(-12.9291 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
P3
X=11.993712
Y=-1.296477
hcum_mm
t_h

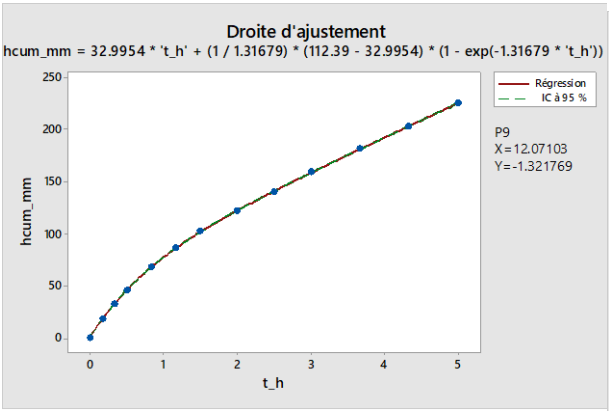

Droite d'ajustement
hcum_mm = 20.1579 * 't_h' + (1 / 0.55363) * (52.4821 - 20.1579) * (1 - exp(-0.55363 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
P4
X=12..042506
Y=-1.315444
hcum_mm
t_h

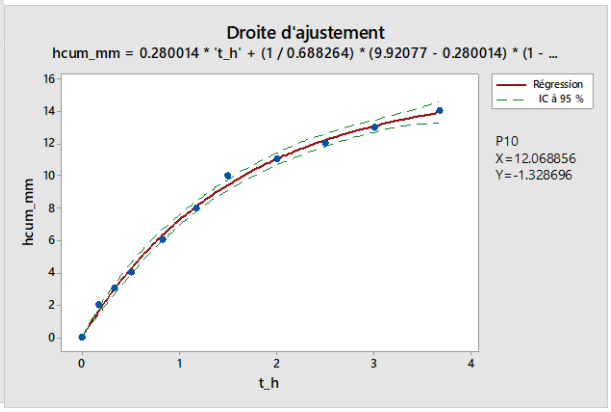

Droite d'ajustement
hcum_mm = 1.58671 * 't_h' + (1 / 0.743519) * (31.0258 - 1.58671) * (1 - ...
Régression
IC à 95 %
P5
X=11.993712
Y=-1.296477
hcum_mm
t_h

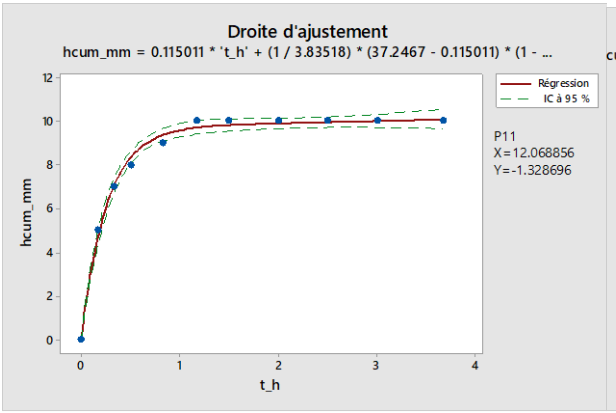

Droite d'ajustement
hcum_mm = 8.16149 * 't_h' + (1 / 3.56745) * (58.7159 - 8.16149) * (1 - exp(-3.56745 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
P6
X=12.035069
Y=-1.3031
hcum_mm
t_h

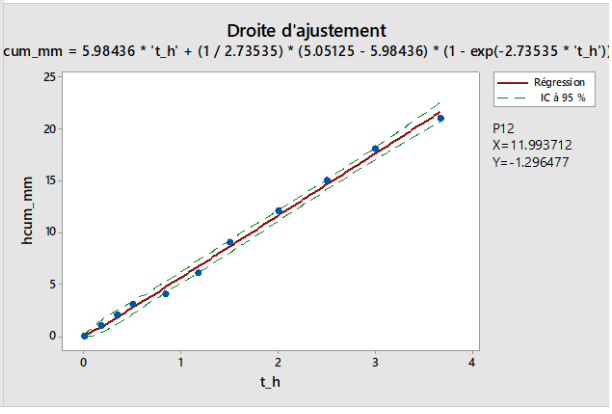

Droite d'ajustement
hcum_mm = 3.75622 * 't_h' + (1 / 3.74766) * (50.565 - 3.75622) * (1 - exp(-3.74766 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
P7
X=12.0335069
Y=-1.3031
hcum_mm
t_h

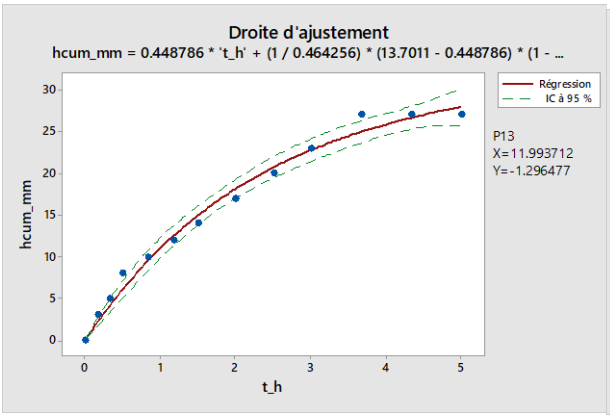

Droite d'ajustement
hcum_mm = 1.70654 * 't_h' + (1 / 0.976516) * (12.5125 - 1.70654) * (1 - ...
Régression
IC à 95 %
P8
X=12.048185
Y=-1.32207
hcum_mm
t_h

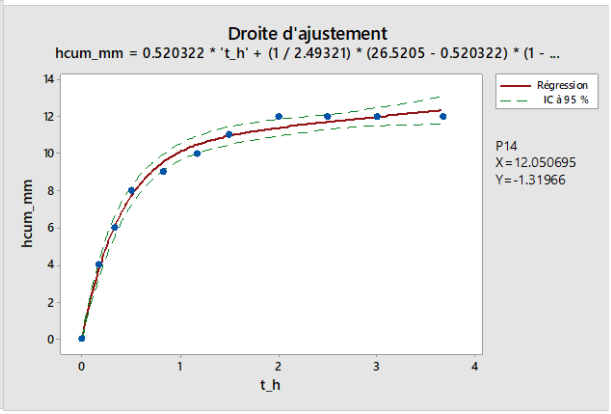

Droite d'ajustement
hcum_mm = 32.9954 * 't_h' + (1 / 1.31679) * (112.39 - 32.9954) * (1 - exp(-1.31679 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
P9
X=12.07103
Y=-1.321769
hcum_mm
t_h

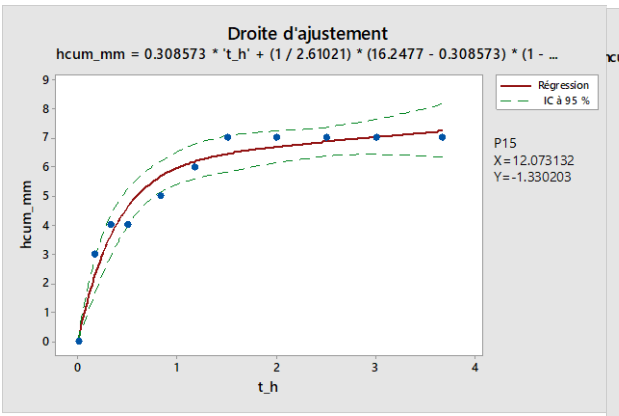

Droite d'ajustement
hcum_mm = 0.280014 * 't_h' + (1 / 0.688264) * (9.92077 - 0.280014) * (1 - ...
Régression
IC à 95 %
P10
X=12.068856
Y=-1.328696
hcum_mm
t_h

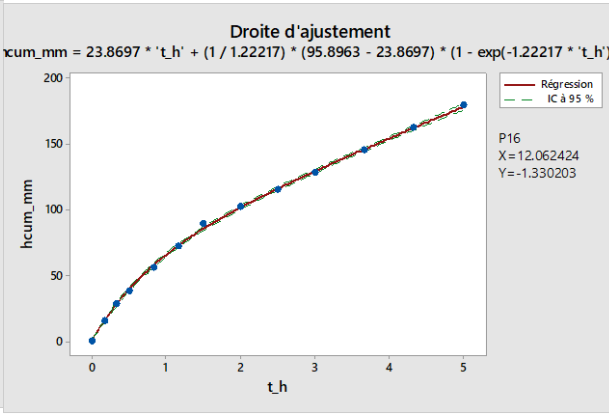

Droite d'ajustement
hcum_mm = 0.115011 * 't_h' + (1 / 3.83518) * (37.2467 - 0.115011) * (1 - ...
Régression
IC à 95 %
P11
X=12.068856
Y=-1.328696
hcum_mm
t_h

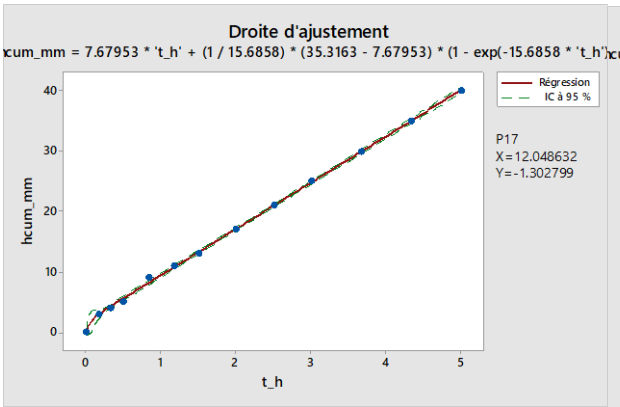

Droite d'ajustement
cum_mm = 5.98436 * 't_h' + (1 / 2.73535) * (5.05125 - 5.98436) * (1 - exp(-2.73535 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
P12
X=11.993712
Y=-1.296477
hcum_mm
t_h

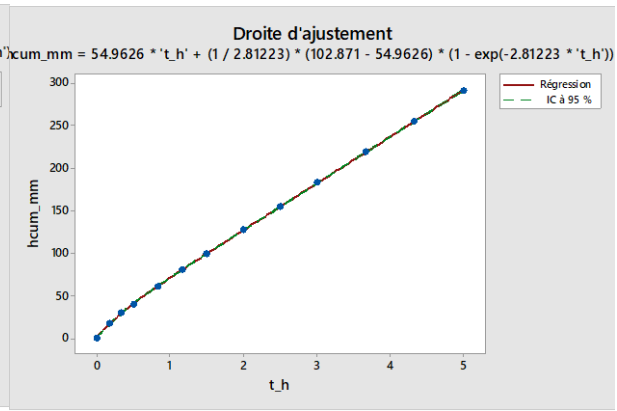

Droite d'ajustement
hcum_mm = 0.448786 * 't_h' + (1 / 0.464256) * (13.7011 - 0.448786) * (1 - ...
Régression
IC à 95 %
P13
X=11.993712
Y=-1.296477
hcum_mm
t_h

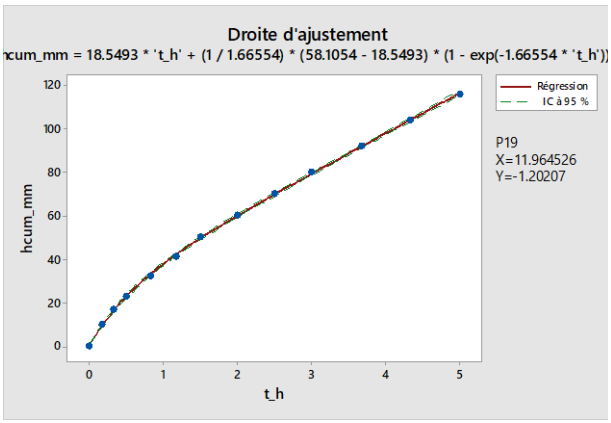

Droite d'ajustement
hcum_mm = 0.520322 * 't_h' + (1 / 2.49321) * (26.5205 - 0.520322) * (1 - ...
Régression
IC à 95 %
P14
X=12.050695
Y=-1.31966
hcum_mm
t_h

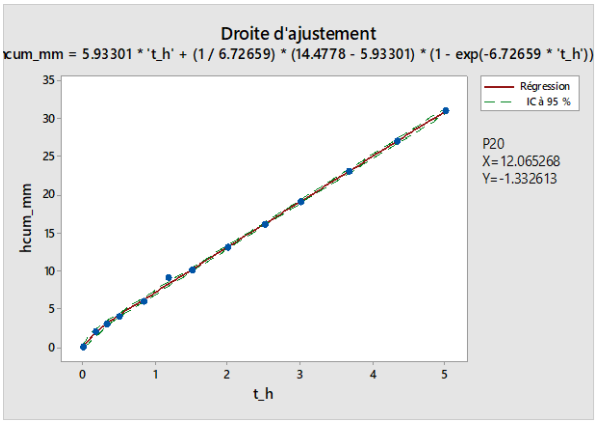

Droite d'ajustement
hcum_mm = 0.308573 * 't_h' + (1 / 2.61021) * (16.2477 - 0.308573) * (1 - ...
Régression
IC à 95 %
P15
X=12.073132
Y=-1.330203
hcum_mm
t_h

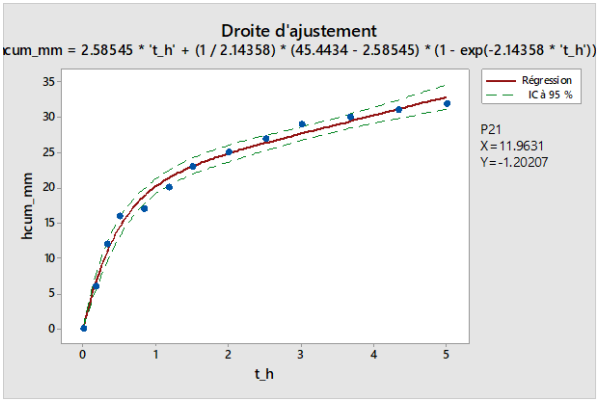

Droite d'ajustement
hcum_mm = 23.8697 * 't_h' + (1 / 1.22217) * (95.8963 - 23.8697) * (1 - exp(-1.22217 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
P16
X=12.062424
Y=-1.330203
hcum_mm
t_h

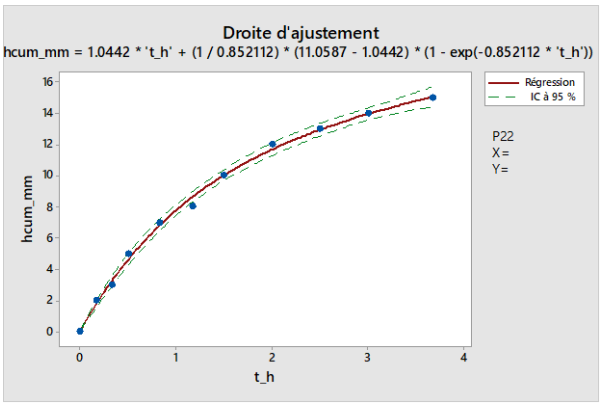

Droite d'ajustement
hcum_mm = 7.67953 * 't_h' + (1 / 15.6858) * (35.3163 - 7.67953) * (1 - exp(-15.6858 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
P17
X=12.048632
Y=-1.302799
hcum_mm
t_h

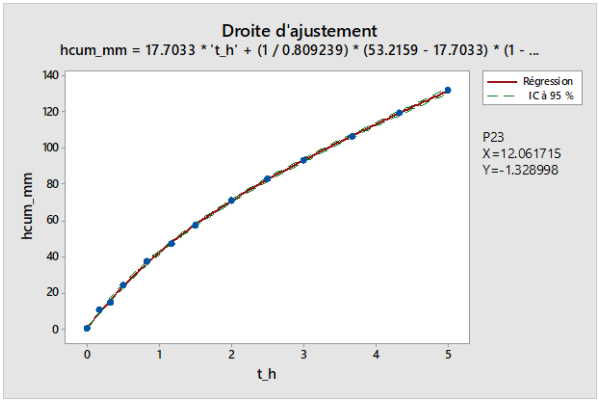

Droite d'ajustement
hcum_mm = 54.9626 * 't_h' + (1 / 2.81223) * (102.871 - 54.9626) * (1 - exp(-2.81223 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
hcum_mm
t_h

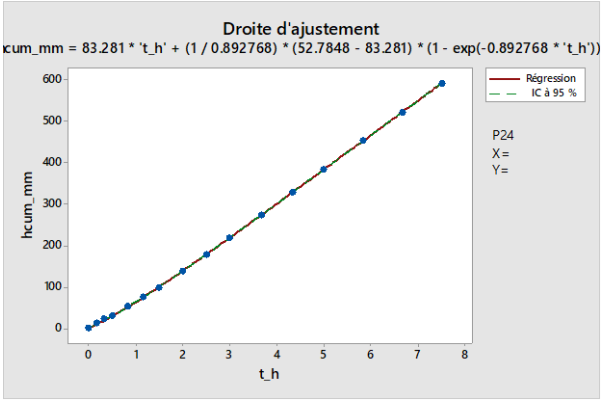

Droite d'ajustement
hcum_mm = 18.5493 * 't_h' + (1 / 1.66554) * (58.1054 - 18.5493) * (1 - exp(-1.66554 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
P19
X=11.964526
Y=-1.20207
hcum_mm
t_h


Droite d'ajustement
hcum_mm = 5.93301 * 't_h' + (1 / 6.72659) * (14.4778 - 5.93301) * (1 - exp(-6.72659 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
P20
X=12.065268
Y=-1.332613
hcum_mm
t_h


Droite d'ajustement
hcum_mm = 2.58545 * 't_h' + (1 / 2.14358) * (45.4434 - 2.58545) * (1 - exp(-2.14358 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
P21
X=11.9631
Y=-1.20207
hcum_mm
t_h


Droite d'ajustement
hcum_mm = 1.0442 * 't_h' + (1 / 0.852112) * (11.0587 - 1.0442) * (1 - exp(-0.852112 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
P22
X=
Y=
hcum_mm
t_h


Droite d'ajustement
hcum_mm = 17.7033 * 't_h' + (1 / 0.809239) * (53.2159 - 17.7033) * (1 - ...
Régression
IC à 95 %
P23
X=12.061715
Y=-1.328998
hcum_mm
t_h


Droite d'ajustement
hcum_mm = 83.281 * 't_h' + (1 / 0.892768) * (52.7848 - 83.281) * (1 - exp(-0.892768 * 't_h'))
Régression
IC à 95 %
P24
X=
Y=
hcum_mm
t_h

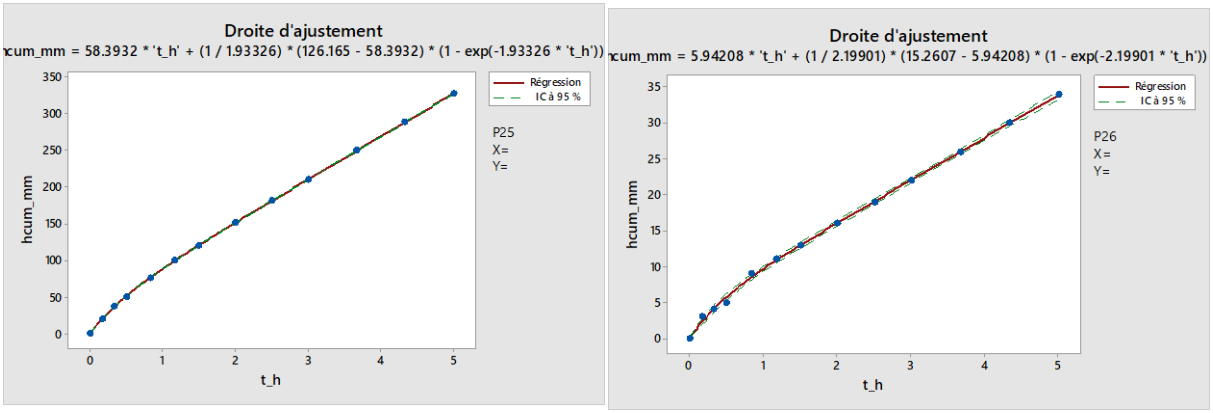


Figure 15 : Droites d'ajustement de l'infiltration pour chaque point de mesure

Les coefficients de saturation (Ksat) moyens issus des analyses des résultats pour chaque site donnent les résultats suivants (Figure 16 et Figure 17).

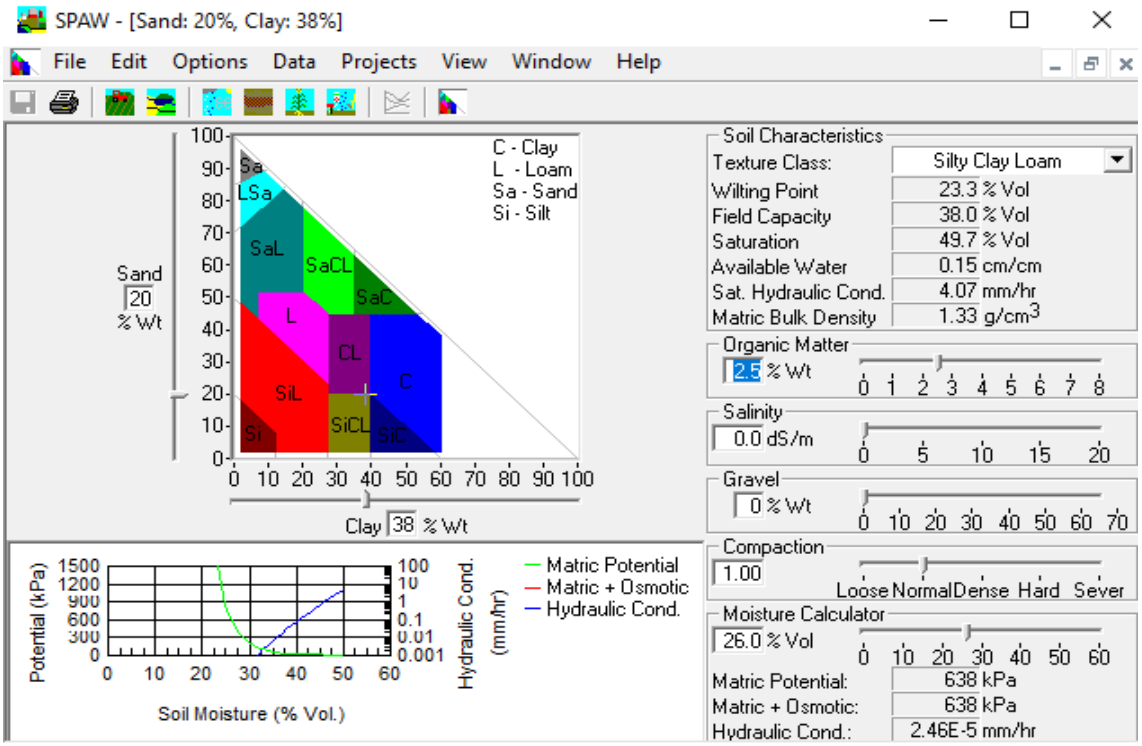


Figure 16 : Caractéristiques moyen du sol de Konioudou

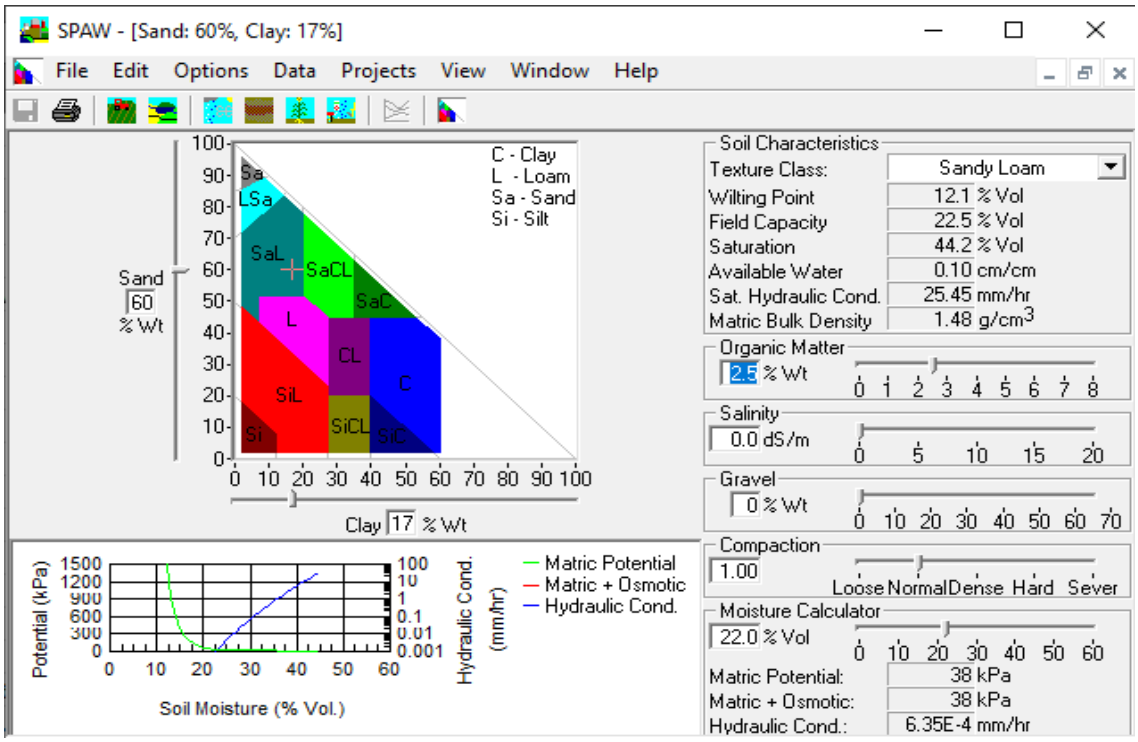


Figure 17 : Caractéristiques moyen du sol de Gonsé

- **Les besoins en eau**

- **Besoins agricoles**

Ils sont évalués sur la base des cultures choisies pour l'exploitation des aménagements et des données climatiques de la zone d'étude concernée. Le calcul de l'infiltration du sol permet de guider le choix de ces cultures. Dans notre cas, nous utiliserons les quatre cultures les plus pratiquées sur le site. Il s'agit du chou, l'aubergine, le l'oignon et la courgette, qui sont également les plus favorables à la texture du sol des périmètres irrigués. Les Tableau 34 à Tableau 37 ci-dessous donnent les résultats de calcul des besoins en eau des cultures retenues pour le dimensionnement.

Tableau 34 : Calcul des besoins en eau pour l'oignon

Oignon								
Période	**Oct**		**Nov**		**Déc**	**Janv**		**Fév**
Nombre de jours	31		30		31	31		28
Phases de croissance végétative	Initiale	Développement		Pleine végétation			Maturation	
Nombre de jours de la phase	15	16	9	21	31	18	13	12
Kc	0,50	0,75		1,05			0,85	

Oignon								
Période	**Oct**		**Nov**		**Déc**	**Janv**		**Fév**
ETP (mm)	179,61		178,18		189,92	183,26		176,87
Pluie efficace (mm)	21,7		6.00		6,2	0,60		1,20
BN (mm)	32,94	58,32	38,29	126,76	193,24	111,38	65,07	63,92
BN (mm/j)	2,20	3,64	4,25	6,04	6,23	6,19	5,01	5,33
BN totaux	**38,89**							
Efficience globale (%)	0,63							
BB (mm)	52,29	92,57	60,78	201,21	306,72	176,80	103,29	101,46
BB (m^3/ha)	522,93	925,65	607,79	2 012,10	3 067,24	1 767,95	1 032,88	1 014,55
BB par mois (m^3/ha)	1 448,58		2 619,89		3 067,24	2 800,84		1 014,55
DFC (l/s/ha)	0,40	0,67	0,78	1,11	1,15	1,14	0,92	0,98
DMP (l/s/ha)	0,97	1,61	1,88	2,66	2,75	2,73	2,21	2,35
BB totaux (m^3/ha)	**12 219,29**							
W (ha)	10,33	6,22	5,33	3,76	3,64	3,67	4,53	4,26
RFU (mm)	29.40							
F(j)	13,39	8,07	6,91	4,87	4,72	4,75	5,87	5,52
T(j)	3,00							
Dr	6,59	10,93	12,76	18,11	18,70	18,56	15,02	15,98
Db	10,46	17,36	20,26	28,74	29,68	29,47	23,84	25,36
Db (m^3/ha)	104,59	173,56	202,60	287,44	296,83	294,66	238,36	253,64
Db total (mm)	185,17							
Temps au poste d'irrigation (h/ha)	2,91	4,82	5,63	7,98	8,25	8,18	6,62	7,05
Q_e (l/s/ha)	**17,15**							

Tableau 35 : Calcul des besoins en eau pour le chou

Chou							
Période	**Oct**		**Nov**		**Déc**	**Janv**	
Nombre de jours	31		30		31	31	
Phases de croissance végétative	Initiale	Développement		Pleine végétation			Maturation
Nombre de jours de la phase	20	11	14	16	31	13	15
Kc	0,45	0,75		1,05			0,9
ETP (mm)	179,61		178,18		189,92	183,26	
Pluie efficace (mm)	21,72		6		6,18	0,6	
BN (mm)	38,13	40,09	59,56	96,58	193,24	80,44	79,52
BN (mm/j)	1,91	3,64	4,25	6,04	6,23	6,19	5,30
BN totaux (mm/j)	**33,56**						
Efficience globale (%)	0,63						

Chou							
Période	**Oct**		**Nov**		**Déc**	**Janv**	
BB (mm)	60,53	63,64	94,54	153,30	306,72	127,69	126,22
BB (m^3/ha)	605,27	636,39	945,44	1 533,03	3 067,24	1 276,86	1 262,17
BB par mois (m^3/ha)	1 241,66		2 478,47		3 067,24	2 539,02	
DFC (l/s/ha)	0,35	0,67	0,78	1,11	1,15	1,14	0,97
DMP (l/s/ha)	0,84	1,61	1,88	2,66	2,75	2,73	2,34
BB totaux (m^3/ha)	**9 326.39**						
W (ha)	11,90	6,22	5,33	3,76	3,64	3,67	4,28
RFU (mm)	29,4						
F(j)	15,42	8,07	6,91	4,87	4,72	4,75	5,55
T(j)	3						
Dr (mm)	5,72	10,93	12,76	18,11	18,70	18,56	15,90
Db (mm)	9,08	17,36	20,26	28,74	29,68	29,47	25,24
Db (m^3/ha)	90,79	173,56	202,6	287,44	296,83	294,66	252,43
Db total (mm)	159,83						
Temps au poste d'irrigation (h/ha)	2,52	4,82	5,63	7,98	8,25	8,18	7,01
Q_e (l/s/ha)	**14,80**						

Tableau 36 : Calcul des besoins en eau pour l'aubergine

Aubergine								
Période	**Oct**		**Nov**	**Déc**		**Janv**		**Fév**
Nombre de jours	31		30	31		31		28
Phases de croissance végétative	Initiale	Développement			Pleine végétation		Maturation	
Nombre de jours de la phase	30	1	30	9	22	18	13	7
Kc	0,45	0,75			1,15		0,80	
ETP (mm)	179,61		178,18	189,92		183,26		176,87
Pluie efficace (mm)	21,7		6,0	6,2		0,6		1,2
BN (mm)	57,20	3,64	127,64	39,56	150,61	122,02	61,23	35,07
BN (mm/j)	1,91	3,64	4,25	4,40	6,85	6,78	4,71	5,01
BN totaux	**37,55**							
Efficience globale (%)	0,63							
BB (mm)	90,79	5,79	202,60	62,79	239,07	193,69	97,19	55,67
BB (m^3/ha)	907,90	57,85	2025,95	627,93	2390,69	1936,86	971,89	556,73
BB par mois (m^3/ha)	965,76		2025,95	3018,62		2908,75		556,73
DFC (l/s/ha)	0,35	0,07	0,08	0,08	0,13	0,12	0,09	0,09

Aubergine								
Période	**Oct**		**Nov**	**Déc**		**Janv**		**Fév**
DMP (l/s/ha)	0,84	1,61	1,88	1,94	3,02	2,99	2,08	2,21
BB totaux (m^3/ha)	**9475.80**							
W (ha)	11,90	6,22	5,33	5,16	3,31	3,35	4,82	4,53
RFU (mm)	35.28							
F(j)	18,50	9,68	8,29	8,03	5,15	5,20	7,49	7,04
T(j)	3,00							
Dr	5,72	10,93	12,76	13,19	20,54	20,34	14,13	15,03
Db	9,08	17,36	20,26	20,93	32,60	32,28	22,43	23,86
Db (m^3/ha)	90,79	173,56	202,60	209,31	326,00	322,81	224,28	238,60
Db total (mm)	154,93							
Temps au poste d'irrigation (h/ha)	2,52	4,82	5,63	5,81	9,06	8,97	6,23	6,63
Qe (l/s/ha)	**14,35**							

Tableau 37 : Calcul des besoins en eau pour la courge

Courge							
Période	**Oct**		**Nov**		**Déc**		**Janv**
Nombre de jours	31		30		31		31
Phases de croissance végétative	Initiale	Développement			Pleine végétation		Maturation
Nombre de jours de la phase	20	11	19	11	19	12	3
Kc	0,45	0,70		0,90		0,75	
ETP (mm)	179,61		178,18		189,92		183,26
Pluie efficace (mm)	21,7		6,0		6,2		0,60
BN (mm)	38,13	36,91	75,19	60,60	100,97	52,75	13,24
BN (mm/j)	1,91	3,36	3,96	5,15	5,31	4,40	4,41
BN totaux	**28,49**						
Efficience globale (%)	0,63						
BB (mm)	60,53	58,58	119,35	89,84	160,28	83,72	21,02
BB (m^3/ha)	605,27	585,80	1 193,54	898,40	1 602,77	837,24	210,21
BB par mois (m^3/ha)	1 191,07		2 091,95		2 440,01		210,21
DFC (l/s/ha)	0,35	0,06	0,07	0,10	0,10	0,08	0,08
DMP (l/s/ha)	0,84	1,48	1,74	2,27	2,34	1,94	1,95
BB totaux (m^3/ha)	**5 933,23**						
W (ha)	11,89	6,76	5,73	4,41	4,27	5,15	5,14
RFU (mm)	35,28						
F(j)	18,50	10,52	8,91	6,86	6,64	8,03	7,99
T(j)	3,00						

Courge							
Période	**Oct**		**Nov**		**Déc**		**Janv**
Dr	5,72	10,07	11,87	15,44	15,94	13,18	13,24
Db	9,08	15,98	18,85	24,50	25,31	20,93	21,02
Db (m^3/ha)	90,79	159,76	188,45	245,02	253,07	209,31	210,21
Db total (mm)	135,66						
Temps au poste d'irrigation (h/ha)	2,52	4,44	5,23	6,81	7,03	5,81	5,84
Q_e (l/s/ha)	**12,56**						

- **Les besoins pastoraux**

Ils sont évalués en sur la base du cheptel recensé dans les villages de Konioudou et de Gonsé. Sur la base d'une UBT de 40 l/j, la consommation totale aux mois d'octobre à juin est présentée dans le Tableau 38.

Tableau 38 : Besoins en eau pastoraux

Besoins mensuels en eau du cheptel			
Consommation (L)	**Nombre de jours**	**12 390**	**1 8420**
Mois		2025	2045
Octobre	31	384 090	571 020
Novembre	30	371 700	552 600
Décembre	31	384 090	571 020
Janvier	31	384 090	571 020
Février	28	346 920	515 760
Mars	31	384 090	571 020
Avril	30	371 700	552 600
Mai	31	384 090	571 020
Juin	30	371 700	552 600
Total		**3 382 470**	**5 028 660**

Annexe 3 : Dimensionnement du réseau d'irrigation

❖ Calendrier d'irrigation

Les **Figure *18*** et **Figure *19*** ci-après présentent les calendriers d'irrigation pour chaque site, pour le système semi-californien.

Figure 18 : Calendrier d'irrigation de Konioudou

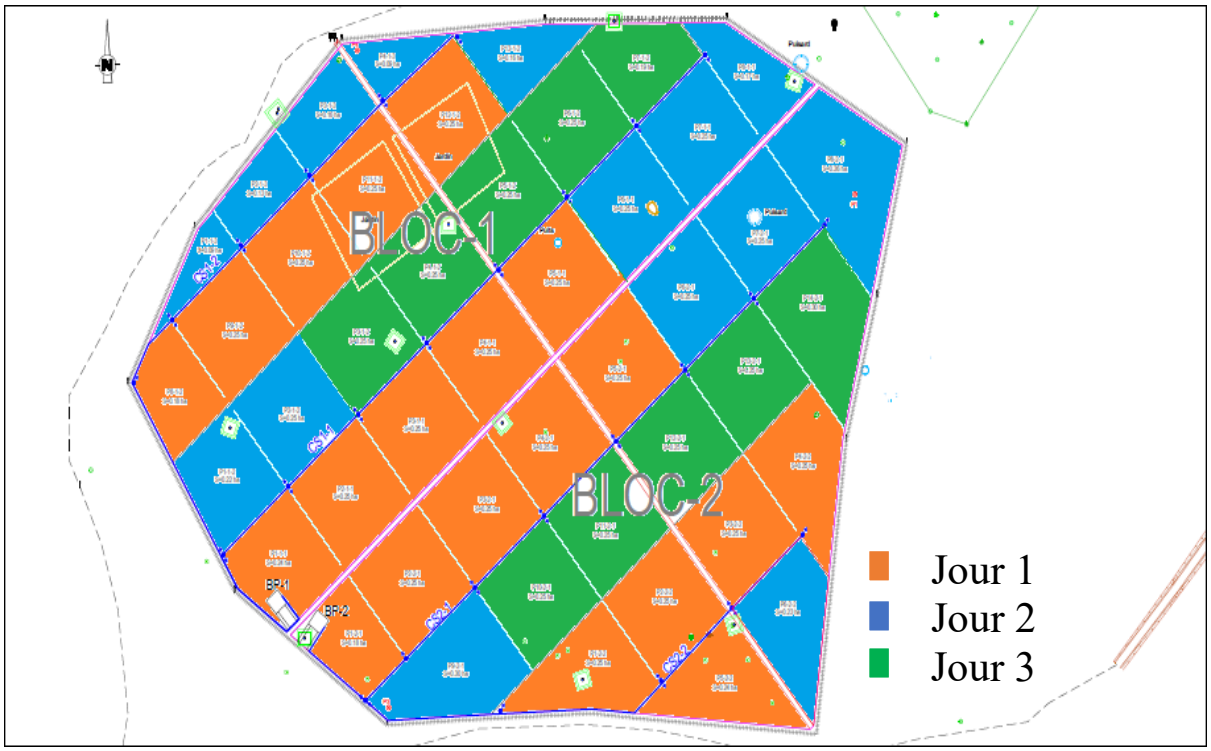


Figure 19 : Calendrier d'irrigation de Gonsé

❖ **Caractéristiques de la pompe**

La pompe retenue pour l'installation sur les périmètres irrigués a pour courbe caractéristique, la Figure 20 ci-dessous.

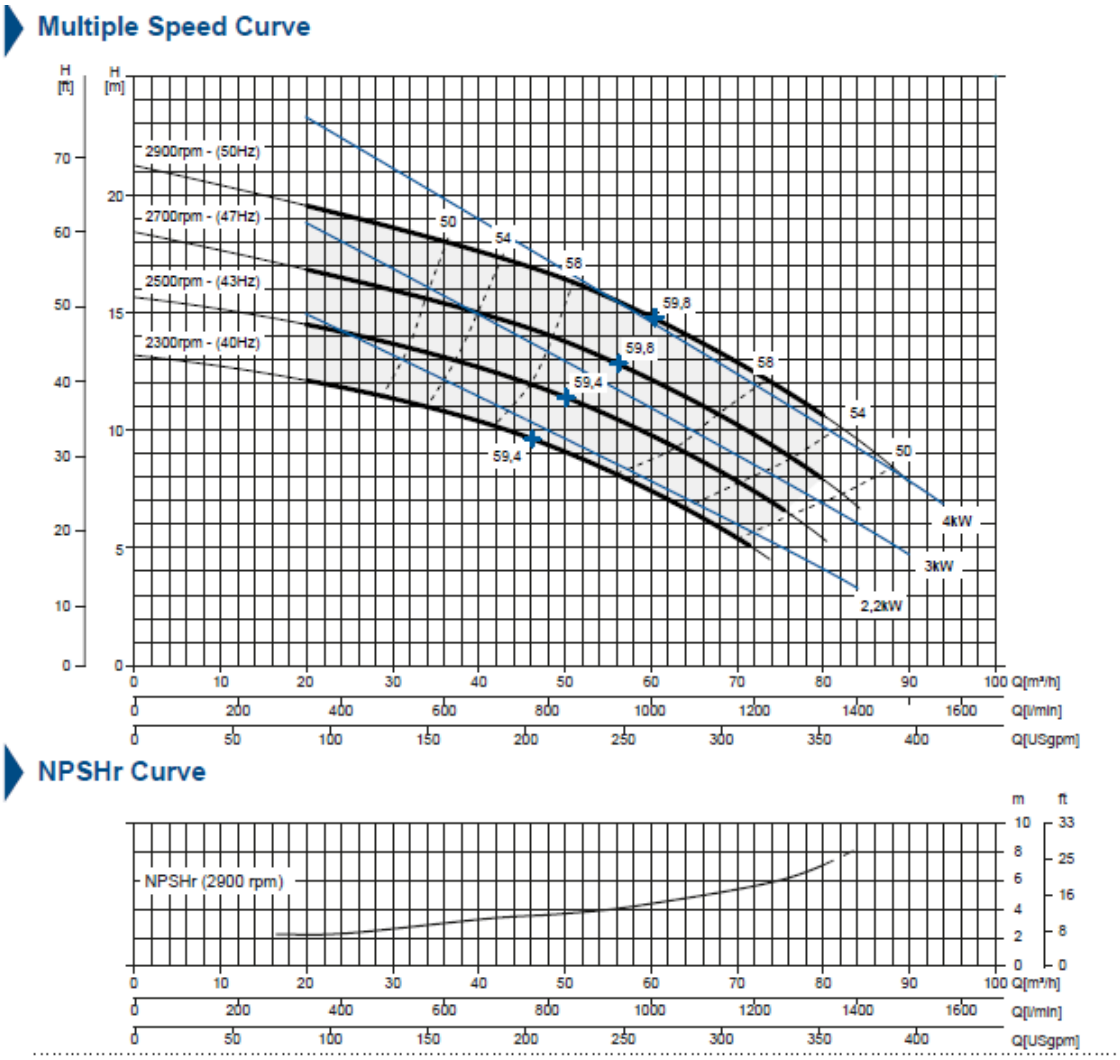


Figure 20: Courbe caractéristique de la pompe choisie

❖ **Conduites de distribution**

Le dimensionnement des conduites de distribution et le calage des bassins partiteurs pour chaque ouvrage est présenté dans les Tableau 39.

Tableau 39 : Dimensionnement des conduites de distribution (semi-californien)

Calage du bassin A et dimensionnement des conduites secondaires																	
Bloc 1	**N° de prise**	**Côte TN (m)**	**Lpart (m)**	**Lcum (m)**	**m (l/s)**	**Dth (mm)**	**DN (mm)**	**Dint (mm)**	**Zimp (m)**	**V (m/s)**	**Pdc part (m)**	**Pdc tot (m)**	**Zreq (m)**	**H_BP (m)**	**Pr (m)**	**Hb (m)**	**Côte radier**
Konioudou																	
Bassin partiteur A		**314,15**															
CS1	**P1**	314,54	65,27	65,27	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	0,51	0,56	315,50	0,96	0,40	1,35	315,50
	P2	313,45	50,00	115,27	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	0,90	0,99	314,84	1,39	1,06		
	P3	312,90	50,00	165,27	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,30	1,43	314,73	1,83	1,18		
	P4	312,60	50,00	215,27	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,69	1,86	314,86	2,26	1,05		
	P5	312,00	50,00	265,27	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,08	2,29	314,69	2,69	1,21		
	P6	311,70	50,00	315,27	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,47	2,72	314,82	3,12	1,08		
CS2	**P1**	313,50	115,27	115,27	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	0,90	0,99	314,89	1,39	0,40		
	P2	312,85	50,00	165,27	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,30	1,43	314,68	1,83	0,62		
	P3	312,00	50,00	215,27	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,69	1,86	314,26	2,26	1,04		
	P4	311,75	50,00	265,27	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,08	2,29	314,44	2,69	0,86		
	P5	311,62	50,00	315,27	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,47	2,72	314,74	3,12	0,55		
	P6	311,31	50,00	365,27	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,87	3,15	314,86	3,55	0,43		

Calage du bassin B et dimensionnement des conduites secondaires																	
Bloc 2	**N° de prise**	**Côte TN (m)**	**Lpart (m)**	**Lcum (m)**	**m (l/s)**	**Dth (mm)**	**DN (mm)**	**Dint (mm)**	**Zimp (m)**	**V (m/s)**	**Pdc part (m)**	**Pdc tot (m)**	**Zreq (m)**	**H_BP (m)**	**Pr (m)**	**Hb (m)**	**Côte radier**
Konioudou																	
Bassin partiteur B		**314,13**															

Calage du bassin B et dimensionnement des conduites secondaires																	
Bloc 2	**N° de prise**	**Côte TN (m)**	**Lpart (m)**	**Lcum (m)**	**m (l/s)**	**Dth (mm)**	**DN (mm)**	**Dint (mm)**	**Zimp (m)**	**V (m/s)**	**Pdc part (m)**	**Pdc tot (m)**	**Zreq (m)**	**H_BP (m)**	**Pr (m)**	**Hb (m)**	**Côte radier**
CS1	**P1**	314,00	50,54	50,54	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	0,40	0,44	314,84	0,84	0,40	1,40	315,53
	P2	313,60	50,00	100,54	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	0,79	0,87	314,87	1,27	0,37		
	P3	313,50	50,00	150,54	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,18	1,30	315,20	1,70	0,04		
	P4	313,40	50,00	200,54	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,57	1,73	315,53	2,13	-0,29		
	P5	312,75	50,00	250,54	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,97	2,16	315,31	2,56	-0,08		
	P6	312,00	50,00	300,54	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,36	2,59	314,99	2,99	0,24		
	P7	311,85	50,00	350,54	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,75	3,03	315,28	3,43	-0,04		
CS2	**P1**	313,79	127,47	127,47	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,00	1,10	315,29	1,50	0,40		
	P2	313,11	50,00	177,47	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,39	1,53	315,04	1,93	0,65		
	P3	312,85	50,00	227,47	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,78	1,96	315,21	2,36	0,48		
	P4	312,40	50,00	277,47	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,18	2,39	315,19	2,79	0,50		
	P5	312,10	50,00	327,47	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,57	2,83	315,33	3,23	0,36		
	P6	311,60	50,00	377,47	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,96	3,26	315,26	3,66	0,43		
	P7	311,15	50,00	427,47	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	3,35	3,69	315,24	4,09	0,45		

Calage du bassin C et dimensionnement des conduites secondaires																	
Bloc 3	**N° de prise**	**Côte TN (m)**	**Lpart (m)**	**Lcum (m)**	**m (l/s)**	**Dth (mm)**	**DN (mm)**	**Dint (mm)**	**Zimp (m)**	**V (m/s)**	**Pdc part (m)**	**Pdc tot (m)**	**Zreq (m)**	**H_BP (m)**	**Pr (m)**	**Hb (m)**	**Côte radier**
Konioudou																	

Calage du bassin C et dimensionnement des conduites secondaires																	
Bloc 3	**N° de prise**	**Côte TN (m)**	**Lpart (m)**	**Lcum (m)**	**m (l/s)**	**Dth (mm)**	**DN (mm)**	**Dint (mm)**	**Zimp (m)**	**V (m/s)**	**Pdc part (m)**	**Pdc tot (m)**	**Zreq (m)**	**H_BP (m)**	**Pr (m)**	**Hb (m)**	**Côte radier**
Bassin partiteur C		**312,75**															
CS1	**P1**	31165	74,31	74,31	7	112,84	110	103,6	0,40	0,83	0,57	0,62	312,67	1,02	0,40	1,71	314,46
	P2	311,65	50,00	124,31	7	112,84	110	103,6	0,40	0,83	0,95	1,04	313,09	1,44	-0,02		
	P3	311,45	50,00	174,31	7	112,84	110	103,6	0,40	0,83	1,33	1,46	313,31	1,86	-0,24		
	P4	311,55	50,00	224,31	7	112,84	110	103,6	0,40	0,83	1,71	1,88	313,83	2,28	-0,76		
	P5	311,75	51,93	276,24	7	112,84	110	103,6	0,40	0,83	2,10	2,31	314,46	2,71	-1,39		
CS2	**P1**	311,65	74,31	74,31	7	112,84	110	103,6	0,40	0,83	0,57	0,62	312,67	1,02	0,40		
	P2	311,40	50,00	124,31	7	112,84	110	103,6	0,40	0,83	0,95	1,04	312,84	1,44	0,23		
	P3	311,25	50,00	174,31	7	112,84	110	103,6	0,40	0,83	1,33	1,46	313,11	1,86	-0,04		
	P4	311,05	50,00	224,31	7	112,84	110	103,6	0,40	0,83	1,71	1,88	313,33	2,28	-0,26		
	P5	310,90	50,00	274,31	7	112,84	110	103,6	0,40	0,83	2,09	2,30	313,60	2,70	-0,53		
CS3	**P1**	311,40	126,81	126,81	7	112,84	110	103,6	0,40	0,83	0,97	1,06	312,86	1,46	0,40		
	P2	311,45	50,00	176,81	7	112,84	110	103,6	0,40	0,83	1,35	1,48	313,33	1,88	-0,07		
	P3	311,44	50,00	226,81	7	112,84	110	103,6	0,40	0,83	1,73	1,90	313,74	2,30	-0,48		
	P4	311,20	50,00	276,81	7	112,84	110	103,6	0,40	0,83	2,11	2,32	313,92	2,72	-0,66		

Calage du bassin D et dimensionnement des conduites secondaires																	
Bloc 1	**N° de prise**	**Côte TN (m)**	**Lpart (m)**	**Lcum (m)**	**m (l/s)**	**Dth (mm)**	**DN (mm)**	**Dint (mm)**	**Zimp (m)**	**V (m/s)**	**Pdc part (m)**	**Pdc tot (m)**	**Zreq (m)**	**H_BP (m)**	**Pr (m)**	**Hb (m)**	**Côte radier**
Gonsé																	
Bassin partiteur D		**318,75**															
CS1	**P1**	318,65	73,96	73,96	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	0,58	0,64	319,69	1,04	0,40	2,60	321,35
	P2	318,30	48,79	122,75	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	0,96	1,06	319,76	1,46	0,33		
	P3	318,10	50,00	172,75	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,36	1,49	319,99	1,89	0,10		
	P4	318,00	50,00	222,75	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,75	1,92	320,32	2,32	-0,23		
	P5	317,70	50,00	272,75	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,14	2,35	320,45	2,75	-0,37		
	P6	317,50	50,00	322,75	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,53	2,79	320,69	3,19	-0,60		
	P7	317,25	50,00	372,75	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,92	3,22	320,87	3,62	-0,78		
	P8	317,15	50,00	422,75	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	3,32	3,65	321,20	4,05	-1,11		
CS2	**P1**	318,44	168,20	168,20	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,32	1,45	320,29	1,85	0,40		
	P2	318,05	36,83	205,03	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,61	1,77	320,22	2,17	0,47		
	P3	317,89	50,00	255,03	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,00	2,20	320,49	2,60	0,20		
	P4	317,70	50,00	305,03	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,39	2,63	320,73	3,03	-0,04		
	P5	317,57	50,00	355,03	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,79	3,06	321,03	3,46	-0,34		
	P6	317,45	50,00	405,03	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	3,18	3,50	321,35	3,90	-0,65		

Calage du bassin E et dimensionnement des conduites secondaires																	
Bloc 2	**N° de prise**	**Côte TN (m)**	**Lpart (m)**	**Lcum (m)**	**m (l/s)**	**Dth (mm)**	**DN (mm)**	**Dint (mm)**	**Zimp (m)**	**V (m/s)**	**Pdc part (m)**	**Pdc tot (m)**	**Zreq (m)**	**H_BP (m)**	**Pr (m)**	**Hb (m)**	**Côte radier**
Gonsé																	
Bassin partiteur E		**318,92**															
CS1	**P1**	318,85	52,36	52,36	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	0,41	0,45	319,70	0,85	0,40	2,33	321,25
	P2	318,60	29,56	81,92	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	0,64	0,71	319,71	1,11	0,39		
	P3	318,30	50,00	131,92	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,03	1,14	319,84	1,54	0,26		
	P4	318,20	50,00	181,92	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,43	1,57	320,17	1,97	-0,07		
	P5	317,80	50,00	231,92	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,82	2,00	320,20	2,40	-0,10		
	P6	317,45	50,00	281,92	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,21	2,43	320,28	2,83	-0,18		
	P7	317,15	50,00	331,92	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,60	2,86	320,41	3,26	-0,31		
	P8	316,93	50,00	381,92	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	3,00	3,30	320,63	3,70	-0,52		
CS2	**P1**	318,70	123,77	123,77	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	0,97	1,07	320,17	1,47	0,40		
	P2	318,50	98,87	222,64	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	1,75	1,92	320,82	2,32	-0,25		
	P3	318,50	50,00	272,64	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,14	2,35	321,25	2,75	-0,68		
	P4	317,60	50,00	322,64	10	112,84	125,00	117,80	0,40	0,92	2,53	2,78	320,78	3,18	-0,22		

❖ **Conduites de refoulement**

Tableau 40 : Dimensionnement des conduites de refoulement (semi-californien)

Caractéristiques de la conduite de refoulement												
CR	**ZTN ref**	**Lref (m)**	**Q (m3/s)**	**Dth (mm)**	**Bresse**	**Bresse modifié**	**Bedjaoui**	**Meunier**	**DN ret (mm)**	**Dint (mm)**	**V (m/s)**	**Delta H ref**
CR-BPA	312,69	345,52	0,02	159,58	212,13	217,15	207,89	169,71	200	188,20	0,72	0,89
CR-BPB	311,10	364,09	0,02	159,58	212,13	217,15	207,89	169,71	200	188,20	0,72	0,89
CR-BPC	311,14	407,44	0,02	159,58	212,13	217,15	207,89	169,71	200	188,20	0,72	0,89
CR-BPD	317,25	381,80	0,02	159,58	212,13	217,15	207,89	169,71	200	188,20	0,72	0,91
CR-BPE	317,91	381,80	0,02	159,58	212,13	217,15	207,89	169,71	200	188,20	0,72	0,91

	Aspiration							Refoulement								
CR	**Q (m3/s)**	**ZTN station**	**Z asp (m)**	**Lasp (m)**	**delta H asp**	**HM Ta**	**NPS Hd**	**ZTN ref (m)**	**L_ref (m)**	**Delta H ref**	**HM Tr**	**Hs**	**HMT calc**	**HMT ret**	**P calc (W)**	**P ret (W)**
CR-BPA	0,02	315,70	312,58	5,00	0,01	3,14	7,19	312,69	345,52	0,89	3,99	1	8,13		2505,84	
CR-BPB	0,02	315,70	312,58	5,00	0,01	3,14	7,19	311,10	364,09	0,89	5,58	1	9,71		2994,52	
CR-BPC	0,02	315,70	312,58	5,00	0,01	3,14	7,19	311,14	407,44	0,89	5,54	1	9,67	20	2982,23	4000
CR-BPD	0,02	313,99	310,99	5,00	0,01	3,02	7,31	317,25	381,80	0,64	4,26	1	8.27		2550,34	
CR-BPE	0,02	313,99	310,99	5,00	0,01	3,02	7,31	317,91	381,80	0,91	4,92	1	8,93		2754,46	

Tableau 41: Vérification du coup de bélier

Vérification du dispositif anti bélier	
Débit (m^3/s)	0,02
Diamètre extérieur (m)	0,2
Diamètre intérieur (m)	0,1882
Pression nominale (m)	60
Epaisseur de la conduite (m)	0,0059
Célérité (m/s)	298,37
Surpression (m)	21,87
Pmax =1,2xPN (m)	72
ΔP (m)	41,87
On a ΔP < Pmax, donc pas de coup de bélier	

Tableau 42 : Dimensionnement du système californien

Désignation	**GMP1**		**GMP2**		**GMP3**		**GMP4**		**GMP5**	
Débit maximum de pointe (l/s/ha)	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28
Superficie nette (ha)	6,41	6,41	5,58	5,58	2,44	2,44	6,08	6,08	4,21	4,21
Débit d'équipement (l/s)	21,02	21,02	18,30	18,30	8,00	8,00	19.94	19.94	13,81	13,81
Débit d'équipement (m^3/h)	75,69	75,69	65,89	65,89	28,81	28,81	71,79	71,79	49,71	49,71
Vitesse (m/s)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Diamètre (mm)	163,61	163,61	152,65	152,65	100,95	100,95	159,35	159,35	132,60	132,60
Longueur ref (m)	678,92	728,92	715,77	644,21	646,86	460,54	889,96	977,43	1052,84	1037,50
DN (mm)	200	200	200	200	110	110	200	200	160	160
Dint (mm)	188,20	188,20	188,20	188,20	103,60	103,60	188,20	188,20	150,60	150,60
Zstation (m)	315,70	315,70	315,70	315,70	315,70	315,70	315,70	315,70	315,70	315,70
Zpuits de pompage (m)	312,58	312,58	312,58	312,58	312,58	312,58	312,58	312,58	312,58	312,58

Désignation	GMP1		GMP2		GMP3		GMP4		GMP5	
Cote prise la plus éloignée (m)	312,69	311,84	311,10	311,11	310,92	311,14	317,25	316,93	316,92	317,91
Longueur d'aspiration (m)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Vitesse à l'aspiration (m/s)	0,76	0,76	0,66	0,66	0,95	0,95	0,72	0,72	0,78	0,78
Vitesse au refoulement (m/s)	0,76	0,76	0,66	0,66	0,95	0,95	0,72	0,72	0,78	0,78
Pdc aspiration (m)	0,02	0,02	0,01	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,02	0,02
Pdc refoulement (m)	2,12	2,28	1,74	1,56	6,30	4,49	2,53	2,78	4,51	4,45
HMTa (m)	3,14	3,14	3,13	3,13	3,17	3,17	3,13	3,13	3,14	3,14
NPSHd (m)	7,19	7,19	7,20	7,20	7,16	7,16	7,20	7,20	7,19	7,19
Hs (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
HMTr (m)	5,13	6,14	6,34	6,15	11,08	9,05	0,98	1,55	3,29	2,24
HMT (m)	9,27	10,28	10,47	10,28	15,25	13,22	5,11	5,68	7,43	6,38
Puissance (W)	3 004,39	3 330,58	2 953 17	2 901,40	1 881,72	1 630,56	1 571,20	1 745,92	1 581,99	1 357,27
HMT retenue (m)	**20**									
Puissance retenue (W)	**4 000**									

Vérification du dispositif anti bélier					
	GMP1	GMP2	GMP3	GMP4	GMP5
Débit (m^3/s)	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01
Diamètre extérieur (m)	0,20	0,20	0,11	0,20	0,16
Diamètre intérieur (m)	0,19	0,19	0,10	0,19	0,15
Pression nominale (m)	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Epaisseur de la conduite (m)	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
Célérité (m/s)	298,37	298,37	296,26	298,37	297,73
Surpression (m)	22,99	20,01	28,67	21,80	23,53

Vérification du dispositif anti bélier					
Pmax =1,2PN (m)	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00
ΔP (m)	42,99	40,01	48,67	41,80	43,53
On a ΔP < Pmax, donc pas de coup de bélier					

❖ Caractéristiques des bassins partiteurs

Les caractéristiques des bassins partiteurs sont données dans le Tableau 43. Ce sont tous des bassins partiteurs à deux sorties, à l'exception du bassin partiteur C qui a trois sorties.

Tableau 43 : Dimensionnement des bassins partiteurs (semi-californien)

Caractéristiques	BP_A	BP_B	BP_C	BP_D	BP_E
Débit entrant Qe (m^3/s)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Débit sortant Qs (m^3/s)	0,01	0,01	0,007	0,01	0,01
Hauteur critique hc (m)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Charge sur le déversoir h (m)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Epaisseur du déversoir e (m)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Coefficient de débit m	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Lame d'eau déversante Ld (m)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Diamètre entrant De (mm)	200	200	200	200	200
Diamètre sortant Ds (mm)	125	125	110	125	125
Hauteur du seuil Z (m)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Coefficient de proportionnalité K	5	5	5	5	5
Longueur du bassin Lb (m)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Largeur du bassin lb (m)	0,53	0,53	0,51	0,53	0,53
Longueur de l'ouvrage L (m)	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
Largeur de l'ouvrage (m)	1,45	1,45	1,42	1,45	1,45
Revanche r (m)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Hauteur du bassin H (m)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Côte TN (m)	314,15	314,13	312,75	318,75	318,92
Côte radier (m)	315,50	315,53	314,46	321,35	321,25
Côte déversoir (m)	315,95	315,98	314,91	321,80	321,70
Côte crête de l'ouvrage (m)	316,30	316,33	3115,26	322,15	322,05

❖ Calage des prises parcellaires

Le calage des prises parcellaires est présenté dans le Tableau 44.

Tableau 44 : Dimensionnement des prises parcellaires (semi-californien)

Dimensionnement des prises parcellaires					
Tronçon	N° prise	Côte TN	Côte maxi du terrain	Cote de calage retenue	Hauteur d'élevation
Konioudou					
CS1-1	1	314.54	314.2	314.3	-0.24
	2	313.45	314	314.1	0.65
	3	312.90	313.7	313.8	0.9

Dimensionnement des prises parcellaires					
Tronçon	N° prise	Côte TN	Côte maxi du terrain	Cote de calage retenue	Hauteur d'élevation
	4	312.60	313.5	313.6	1
	5	312.00	312.75	312.85	0.85
	5	311.70	311.89	311.99	0.29
CS2-1	1	313.50	313.5	313.6	0.1
	2	312.85	312.75	312.85	0
	3	312.00	311.75	311.85	-0.15
	4	311.75	311.5	311.6	-0.15
	5	311.62	311.79	311.89	0.27
	6	311.31	311.61	311.71	0.4
CS1-2	1	314.00	314	314.1	0.1
	2	313.60	314	314.1	0.5
	3	313.50	314	314.1	0.6
	4	313.40	313.34	313.44	0.04
	5	312.75	312.66	312.76	0.01
	6	312.00	312.75	312.85	0.85
	7	311.85	313	313.1	1.25
CS2-2	1	313.79	313.5	313.6	-0.19
	2	313.11	313.11	313.21	0.1
	3	312.85	312.75	312.85	0
	4	312.40	312.25	312.35	-0.05
	5	312.10	312	312.1	0
	6	311.60	311.5	311.6	0
	7	311.15	311.1	311.2	0.05
CS1-3	1	311.65	312.04	312.14	0.49
	2	311.65	311.8	311.9	0.25
	3	311.45	311.5	311.6	0.15
	4	311.55	311.5	311.6	0.05
		311.75	311.76	311.86	0.11
CS2-3	1	311.65	312.1	312.2	0.55
	2	311.40	312.08	312.18	0.78
	3	311.25	311.75	311.85	0.6
	4	311.05	311.24	311.34	0.29
		310.90	311.11	311.21	0.31
CS3-3	1	311.40	311.65	311.75	0.35
	2	311.45	311.39	311.49	0.04
	3	311.44	311.45	311.55	0.11
	4	311.20	311.3	311.4	0.2
Gonsé					
CS1-1	1	318.65	318.75	318.85	0.2
	2	318.30	318.5	318.6	0.3

Dimensionnement des prises parcellaires					
Tronçon	N° prise	Côte TN	Côte maxi du terrain	Cote de calage retenue	Hauteur d'élevation
	3	318.10	318.25	318.35	0.25
	4	318.00	318.01	318.11	0.11
	5	317.70	317.61	317.71	0.01
	6	317.50	317.5	317.6	0.1
	7	317.25	317.17	317.27	0.02
	8	317.15	317.16	317.26	0.11
CS2-1	1	318.44	318.42	318.52	0.08
	2	318.05	318.12	318.22	0.17
	3	317.89	317.92	318.02	0.13
	4	317.70	317.66	317.76	0.06
	5	317.57	317.49	317.59	0.02
	6	317.45	317.49	317.59	0.14
CS2-1	1	318.85	319	319.1	0.25
	2	318.60	318.75	318.85	0.25
	3	318.30	318.5	318.6	0.3
	4	318.20	318.25	318.35	0.15
	5	317.80	317.65	317.75	-0.05
	6	317.45	317.4	317.5	0.05
	7	317.15	317.16	317.26	0.11
	8	316.93	317	317.1	0.17
CS2-2	1	318.70	318.64	318.74	0.04
	2	318.50	318.54	318.64	0.14
	3	318.50	318.25	318.35	-0.15
	4	317.60	317.55	317.65	0.05

❖ **Dimensionnement des colatures et drains**

- **Colature de ceinture**

La colature de ceinture est dimensionnée de la manière ci-dessous (Tableau 45) :

Tableau 45 : Dimensionnement de la colature de ceinture

Dimensionnement de la colature de ceinture																
Colature	**Surface (m^2)**	**Kr (%)**	**Nh (h)**	**P10 (mm)**	**Q (m3/s)**	**I**	**m**	**Ks**	**r (m)**	**y (m)**	**b (m)**	**B (m)**	**Yn ret (m)**	**b ret (m)**	**Yn tot (m)**	**V (m/s)**
Konioudou																
C1	267000	30	24	97,1	0,169	0,005	1,5	33	0,2	0,34	0,20	1,81	0,4	0,4	0,6	0,2

- Drains

Pour les drains, le dimensionnement s'est fait de la manière suivante (Tableau 46).

Tableau 46 : Dimensionnement des drains

Dimensionnement des drains											
Drains	**Ks**	**Pente i**	**Fruit de berge m**	**T**	**P10**	**q**	**Q**	**Yn**	**b**	**Yn retenu**	**b retenu**
1	33	0,005	0	24	97,1	22,48	0,02	0,16	0,32	0,3	0,4
2	33	0,005	0	24	97,1	22,48	0,02	0,16	0,32		
3	33	0,005	0	24	97,1	22,48	0,02	0,16	0,32		
4	33	0,005	0	24	97,1	22,48	0,02	0,16	0,32		

Annexe 4 : Analyse financière

Le devis estimatif pour la réhabilitation des périmètres irrigués selon le système semi-californien et californien est donné dans les Tableau 47 et Tableau 48.

Tableau 47 : Devis estimatif du système semi-californien

N° Prix	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (Fcfa)	Prix total (Fcfa)
I	**Installation de chantier, amenée et repli du matériel**				
1,1	Installation de chantier, amenée et repli du matériel	ff	1	1 000 000	1 000 000
1,2	Implantations des ouvrages, dossier d'exécution et plans de recollement	ff	1	2 000 000	2 000 000
	TOTAL 1				**3 000 000**
	II. PERIMETRE IRRIGUE (Superficie aménagée : 26,70 ha)				
	Site 1: 15,70 ha				
	3,1 Aménagement intérieur et protection du périmètre				
3,1,1	Débroussaillage et abattage d'arbre sur l'emprise du périmètre irrigué	ha	15.70	20 000	314 000
3,1,2	Planage sommaire et labour	ha	15.70	100 000	1 570 000
3,1,3	Fourniture et pose de clôture en grillage confectionné avec du fil de fer galvanisé diamètre 2,5 mm avec mailles 5 cm de hauteur 1,50 m y compris raidisseurs et portails d'accès conformément aux plans et toutes sujétions	m	1 745.90	10 000	17 459 000
3,1,4	Remblai tout venant, compacté pour digue de protection	m^3	5 262,00	6 000	31 572 000
3,1,5	Fourniture et pose de buse en béton armé de diamètre 1,00 m pour évacuation des eaux et toutes sujétions	m	20,00	157 000	3 140 000
3,1,6	Aménagement de pistes de circulation à l'intérieur du périmètre	m	1 435,00	5 000	7 175 000
	3.2 Système d'exhaure et réseaux d'alimentation				
3.2,1	Dépose de toutes les conduites et des bouches d'irrigations existantes	ff	1	500 000	500 000

N° Prix	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (Fcfa)	Prix total (Fcfa)
3.2,2	Fourniture et pose de conduite PVC DN 200 PN 6 pour conduite y compris fouilles (prof : 1,00 m), lit de sable, remblai, pièces de raccord, bornes de repérage espacées de 25 m et toute sujétion de pose et de raccordement	m	1 118	16 000	17 888 000
3.2.3	Fourniture et pose de conduite PVC DN125 PN 6 pour conduite y compris fouilles (prof : 1,00 m), lit de sable, remblai, pièces de raccord, bornes de repérage espacées de 25 m et toute sujétion de pose et de raccordement	m	2 292	9 000	20 628 000
3.2,4	Réalisation de bassin partiteur y compris toute sujétion	u	3	2 000 000	6 000 000
3.2,5	Réalisation de bornes d'irrigation conformément aux plans	u	40	50 000	2 000 000
3.2,6	Construction d'abri de motopompes conformément aux plans y compris puits de pompage, passerelle, etc. et toutes sujétions	u	3	2 000 000	6 000 000
3.2,7	Fourniture et installation d'une motopompe thermique (gasoil) y compris accessoire (flexible d'aspiration, crépine, clapet, dispositif de raccordement des motopompes à la conduite de refoulement, pièces de rechange et une trousse à clef de maintenance), essai des motopompes (Q=70 m3/h, HMT=20 m et de puissance P=4 kW)	u	4	2 000 000	8 000 000
	Sous total- site 1				**122 246 000**
	Site 2: 11,00 ha				
	3,1 Aménagement intérieur et protection du périmètre				
3,1,1	Débroussaillage et abattage d'arbre sur l'emprise du périmètre irrigué	ha	11,00	20 000	220 000
3,1,2	Planage sommaire et labour	ha	11,00	100 000	1 100 000
3,1,3	Fourniture et pose de clôture en grillage confectionné avec du fil de fer galvanisé diamètre 2,5 mm avec mailles 5 cm de hauteur 1,50 m y compris raidisseurs et portails d'accès conformément aux plans et toutes sujétions	m	1 254.20	10 000	12 542 000
3,1,4	Aménagement de pistes de circulation à l'intérieur du périmètre	m	908,00	5 000	4 540 000
	3.2 Système d'exhaure et réseaux d'alimentation				

N° Prix	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (Fcfa)	Prix total (Fcfa)
3.2,1	Dépose de toutes les conduites et des bouches d'irrigations	ff	1	500 000	500 000
3.2,2	Fourniture et pose de conduite PVC DN 200 PN 6 pour conduite y compris fouilles (prof : 1,00 m), lit de sable, remblai, pièces de raccord, bornes de repérage espacées de 25 m et toute sujétion de pose et de raccordement	ml	765	16 000	12 240 000
3.2.3	Fourniture et pose de conduite PVC DN160 PN 6 pour conduite y compris fouilles (prof : 1,00 m), lit de sable, remblai, pièces de raccord, bornes de repérage espacées de 25 m et toute sujétion de pose et de raccordement	ml	1 538	14 000	21 532 000
3.2,4	Réalisation de bassin partiteur y compris toute sujétion	u	2	2 000 000	4 000 000
3.2,5	Réalisation de bornes d'irrigation conformément aux plans	u	26	50 000	1 300 000
3.2,6	Construction d'abri de motopompes conformément aux plans y compris puits de pompage, passerelle, etc. et toutes sujétions	u	2	2 000 000	4 000 000
3.2,7	Fourniture et installation d'une motopompe thermique (gasoil) y compris accessoire (flexible d'aspiration, crépine, clapet, dispositif de raccordement des motopompes à la conduite de refoulement, pièces de rechange et une trousse à clef de maintenance), essai des motopompes (Q=70 m3/h, HMT=20 m et de puissance P=4 kW)	u	3	2 000 000	6 000 000
	Sous total- site 2				**67 974 000**
	TOTAL III (périmètre irrigué)				**190 220 000**
	TOTAL GENERAL HT-HD				**193 220 000**
	TVA 18%				**34 779 600**
	TOTAL TTC				**227 999 600**
	Coût à l'hectare (TTC)				**8 406 727**

Tableau 48 : Devis estimatif du système californien

N° Prix	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (Fcfa)	Prix total (Fcfa)
I	**Installation de chantier, amenée et repli du matériel**				
1,1	Installation de chantier, amenée et repli du matériel	ff	1	1 000 000	1 000 000
1,2	Implantations des ouvrages, dossier d'exécution et plans de recollement	ff	1	2 000 000	2 000 000
	TOTAL 1				**3 000 000**
	II. PERIMETRE IRRIGUE (Superficie aménagée : 26,70 ha)				
	Site 1 : 15,70 ha				
	3,1 Aménagement intérieur et protection du périmètre				
3,1,1	Débroussaillage et abattage d'arbre sur l'emprise du périmètre irrigué	ha	15.70	20 000	314 000
3,1,2	Planage sommaire et labour	ha	15.70	100 000	1 570 000
3,1,3	Fourniture et pose de clôture en grillage confectionné avec du fil de fer galvanisé diamètre 2,5 mm avec mailles 5 cm de hauteur 1,50 m y compris raidisseurs et portails d'accès conformément aux plans et toutes sujétions	m	1 745.90	10 000	17 459 000
3,1,4	Remblai tout venant, compacté pour digue de protection	m^3	5 262,00	6 000	31 572 000
3,1,5	Fourniture et pose de buse en béton armé de diamètre 1,00 m pour évacuation des eaux et toutes sujétions	m	20,00	157 000	3 140 000
3,1,6	Aménagement de pistes de circulation à l'intérieur du périmètre	m	1 435,00	5 000	7 175 000
	3.2 Système d'exhaure et réseaux d'alimentation				
3.2,1	Dépose de toutes les conduites et des bouches d'irrigations existantes	ff	1	500 000	500 000
3.2,2	Fourniture et pose de conduite PVC DN 200 PN 6 pour conduite y compris fouilles (prof : 1,00 m), lit de sable, remblai, pièces de raccord, bornes de repérage espacées de 25 m et toute sujétion de pose et de raccordement	m	2 775	16 000	44 400 000
3.2.3	Fourniture et pose de conduite PVC DN110 PN 6 pour conduite y compris fouilles (prof. : 1,00 m), lit de sable, remblai, pièces de raccord, bornes de repérage espacées de 25 m et toute sujétion de pose et de raccordement	m	1 115	5 500	6 132 500

N° Prix	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (Fcfa)	Prix total (Fcfa)
3.2,4	Réalisation de bornes d'irrigation conformément aux plans	u	31	50 000	1 550 000
3.2,5	Réalisation de regard équipé de vannes de sectionnement en fonte DN 200 et 110 conformément aux plans y compris clé à béquilles et toutes sujétions	u	3	200 000	600 000
3.2,6	Déblai manuel pour canaux	m^3	282	3 000	846 000
3.2,7	Béton ordinaire dosé à 300 kg/m3 pour radier des canaux secondaires	m^3	47	120 000	5 640 000
3.2,8	Maçonnerie de parpaings pleins de 40x20x10 pour canaux	m^2	1 878,00	9 000	16 902 000
3.2.9	Enduits des faces intérieures du canal au mortier de ciment lissé dosé à 400 kg/m3	m^2	2 817.00	3 000	8 451 000
3.2,10	Ouvrage de prise sur canal y compris déversoir de prise, vannettes métalliques et accessoires	u	56.00	15 000	840 000
3.2,12	Construction d'abri de motopompes conformément aux plans y compris puits de pompage, passerelle, etc. et toutes sujétions	u	3	2 000 000	6 000 000
3.2,13	Fourniture et installation d'une motopompe thermique (gasoil) y compris accessoire (flexible d'aspiration, crépine, clapet, dispositif de raccordement des motopompes à la conduite de refoulement, pièces de rechange et une trousse à clef de maintenance), essai des motopompes (Q=70 m3/h, HMT=20 m et de puissance P=4 kW)	u	4	2 000 000	8 000 000
	Sous total- site 1				**161 091 500**
	Site 2: 11,00 ha				
	3,1 Aménagement intérieur et protection du périmètre				
3,1,1	Débroussaillage et abattage d'arbre sur l'emprise du périmètre irrigué	ha	11,00	20 000	220 000
3,1,2	Planage sommaire et labour	ha	11,00	100 000	1 100 000
3,1,3	Fourniture et pose de clôture en grillage confectionné avec du fil de fer galvanisé diamètre 2,5 mm avec mailles 5 cm de hauteur 1,50 m y compris raidisseurs et portails d'accès conformément aux plans et toutes sujétions	m	1 254.20	10 000	12 542 000

N° Prix	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (Fcfa)	Prix total (Fcfa)
3,1,4	Aménagement de pistes de circulation à l'intérieur du périmètre	m	908,00	5 000	4 540 000
	3.2 Système d'exhaure et réseaux d'alimentation				
3.2,1	Dépose de toutes les conduites et des bouches d'irrigations	ff	1	500 000	500 000
3.2,2	Fourniture et pose de conduite PVC DN 200 PN 6 pour conduite y compris fouilles (prof. : 1,00 m), lit de sable, remblai, pièces de raccord, bornes de repérage espacées de 25 m et toute sujétion de pose et de raccordement	ml	1 868	16 000	29 888 000
3.2.3	Fourniture et pose de conduite PVC DN160 PN 6 pour conduite y compris fouilles (prof. : 1,00 m), lit de sable, remblai, pièces de raccord, bornes de repérage espacées de 25 m et toute sujétion de pose et de raccordement	ml	2 091	14 000	29 274 000
3.2,4	Réalisation de bornes d'irrigation conformément aux plans	u	27	50 000	1 350 000
3.2,5	Réalisation de regard équipé de vannes de sectionnement en fonte DN 200 et 110 conformément aux plans y compris clé à béquilles et toutes sujétions	u	2	200 000	400 000
3.2,6	Déblai manuel pour canaux	m^3	202,00	3 000	606 000
3.2,7	Béton ordinaire dosé à 300 kg/m3 pour radier des canaux secondaires	m^3	34,00	120 000	4 080 000
3.2,8	Maçonnerie de parpaings pleins de 40x20x10 pour canaux secondaires	m^2	1 344,00	9 000	12 096 000
3.2.9	Enduits des faces intérieures du canal au mortier de ciment lissé dosé à 400 kg/m3	m^2	2 016.00	3 000	6 048 000
3.2,10	Ouvrage de prise sur canal y compris déversoir de prise, vannettes métalliques et accessoires	u	47.00	15 000	705 000
3.2,11	Construction d'abri de motopompes conformément aux plans y compris puits de pompage, passerelle, etc. et toutes sujétions	u	2	2 000 000	4 000 000

N° Prix	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (Fcfa)	Prix total (Fcfa)
3.2,12	Fourniture et installation d'une motopompe thermique (gasoil) y compris accessoire (flexible d'aspiration, crépine, clapet, dispositif de raccordement des motopompes à la conduite de refoulement, pièces de rechange et une trousse à clef de maintenance), essai des motopompes (Q=70 m3/h, HMT=20 m et de puissance P=4 kW)	u	3	2 000 000	6 000 000
	Sous total- site 2				**113 349 000**
	TOTAL III (périmètre irrigué)				**274 440 500**
	TOTAL GENERAL HT-HD				**277 440 500**
	TVA 18%				**49 939 290**
	TOTAL TTC				**327 379 790**
	Coût à l'hectare (TTC)				**12 128 831**

Le compte d'exploitation des cultures retenues pour le dimensionnement est présenté dans les Tableau 49 à Tableau 51.

Tableau 49 : Compte d'exploitation du chou

Compte d'exploitation pour 1HA					
CHOU					
N°	**Désignation**	**Unité**	**Quantité**	**Prix unitaire**	**Prix total**
I.	Intrants				
I.1	Semences	Kg	2	17 500	35 000
I.2	NPK	Kg	400	400	160 000
I.3	Urée	Kg	200	500	100 000
I.4	Produits phytosanitaires	L	8	7 500	60 000
	Sous-total 1				**355 000**
II.	Irrigation				
II.1	Redevance eau	ff	1	10 000	10 000
	Sous-total 2				**10 000**
III.	Main d'œuvre				
III.1	Labour	ha	1	30 000	30 000
III.2	Fumure organique	Kg	3 000	100	300 000
III.3	Transport	Voyage	12	2 000	24 000

III.4	Affinage, labour et billonnage	ha	1	30 000	30 000
III.5	Pépinière, repiquage	ha	1	30 000	30 000
III.6	Entretien, désherbage	ff	1	160 000	160 000
III.7	Récolte	ff	1	30 000	30 000
	Sous-total 3				**604 000**
IV.	Autres charges				
IV.1	Carburant	L	20	600	12 000
IV.2	Entretien motopompes et périmètres	ff	1	30 000	30 000
	Sous-total 4				**42 000**
	Charges totales				**1 011 000**
Recettes de production					
	Récoltes	Kg			8 000
	Pertes et consommation (15%)	Kg			1 200
	Vente	Kg			6 800
	Prix de vente moyen				300
	Chiffre d'affaires				2 040 000
	Bénéfice net				1 029 000
	Coût de l'aménagement à l'ha				8 337 341
DRI					**8,10**

Tableau 50 : Compte d'exploitation de l'oignon

Compte d'exploitation pour 1HA					
OIGNON					
N°	**Désignation**	**Unité**	**Quantité**	**Prix unitaire**	**Prix total**
I.	Intrants				
I.1	Semences	Kg	12	26 000	312 000
I.2	NPK	Kg	400	400	160 000
I.3	Urée	Kg	200	500	100 000
I.4	Produits phytosanitaires	L	2	7 500	15 000
	Sous-total 1				**587 000**
II.	Irrigation				
II.1	Redevance eau	ff	1	10 000	10 000
	Sous-total 2				**10 000**
III.	Main d'œuvre				
III.1	Labour	ha	1	30 000	30 000
III.2	Fumure organique	Kg	3 000	100	300 000
III.3	Transport	Voyage	36	2 000	72 000

III.4	Affinage, labour et billonnage	ha	1	30 000	30 000
III.5	Pépinière, repiquage	ha	1	30 000	30 000
III.6	Entretien, désherbage	ff	1	160 000	160 000
III.7	Récolte	ff	1	30 000	30 000
	Sous-total 3				**652 000**
IV.	Autres charges				
IV.1	Carburant	L	20	600	12 000
IV.2	Entretien motopompes et périmètres	ff	1	30 000	30 000
	Sous-total 4				**42 000**
	Charges totales				**1 291 000**
Recettes de production					
	Récoltes	Kg			25 000
	Pertes et consommation (15%)	Kg			3 750
	Vente	Kg			21 250
	Prix de vente moyen				200
	Chiffre d'affaires				4 250 000
	Bénéfice net				2 959 000
	Coût de l'aménagement à l'ha				8 337 341
DRI					**2,82**

Compte d'exploitation pour 1HA					
OIGNON					
N°	**Désignation**	**Unité**	**Quantité**	**Prix unitaire**	**Prix total**
I.	Intrants				
I.1	Semences	Kg	12	26 000	312 000
I.2	NPK	Kg	400	400	160 000
I.3	Urée	Kg	200	500	100 000
I.4	Produits phytosanitaires	L	2	7 500	15 000
	Sous-total 1				**587 000**
II.	Irrigation				
II.1	Redevance eau	ff	1	10 000	10 000
	Sous-total 2				**10 000**
III.	Main d'œuvre				
III.1	Labour	ha	1	30 000	30 000
III.2	Fumure organique	Kg	3 000	100	300 000
III.3	Transport	Voyage	36	2 000	72 000

III.4	Affinage, labour et billonnage	ha	1	30 000	30 000
III.5	Pépinière, repiquage	ha	1	30 000	30 000
III.6	Entretien, désherbage	ff	1	160 000	160 000
III.7	Récolte	ff	1	30 000	30 000
	Sous-total 3				**652 000**
IV.	Autres charges				
IV.1	Carburant	L	20	600	12 000
IV.2	Entretien motopompes et périmètres	ff	1	30 000	30 000
	Sous-total 4				**42 000**
	Charges totales				**1 291 000**
Recettes de production					
	Récoltes	Kg			25 000
	Pertes et consommation (15%)	Kg			3 750
	Vente	Kg			21 250
	Prix de vente moyen				200
	Chiffre d'affaires				4 250 000
	Bénéfice net				2 959 000
	Coût de l'aménagement à l'ha				8 406 727
DRI					**2,84**

Tableau 51 : Compte d'exploitation de l'aubergine

Compte d'exploitation pour 1HA					
AUBERGINE					
N°	**Désignation**	**Unité**	**Quantité**	**Prix unitaire**	**Prix total**
I.	Intrants				
I.1	Semences	Kg	0,4	540 00	216 00
I.2	NPK	Kg	400	400	160 000
I.3	Urée	Kg	200	500	100 000
I.4	Produits phytosanitaires	L	4	7 500	30 000
	Sous-total 1				**311 600**
II.	Irrigation				
II.1	Redevance eau	ff	1	10 000	10 000
	Sous-total 2				**10 000**
III.	Main d'œuvre				
III.1	Labour	ha	1	30 000	30 000
III.2	Fumure organique	Kg	3 000	100	300 000
III.3	Transport	Voyage	36	2 000	72 000
III.4	Affinage, labour et billonnage	ha	1	30 000	30 000
III.5	Pépinière, repiquage	ha	1	30 000	30 000

III.6	Entretien, désherbage	ff	1	160 000	160 000
III.7	Récolte	ff	1	30 000	30 000
	Sous-total 3				**652 000**
IV.	Autres charges				
IV.1	Carburant	L	20	600	12 000
IV.2	Entretien motopompes et périmètres	ff	1	30 000	30 000
	Sous-total 4				**42 000**
	Charges totales				**1 015 600**
Recettes de production					
	Récoltes	Kg			20 000
	Pertes et consommation (15%)	Kg			3 000
	Vente	Kg			17 000
	Prix de vente moyen				200
	Chiffre d'affaires				3 400 000
	Bénéfice net				2 384 400
	Coût de l'aménagement à l'ha				8 406 727
DRI					**3,53**

Annexe 5 : Evaluation environnementale

La loi N° 005/97/ADP du 30 janvier 1997 portant Code de l'Environnement au Burkina Faso prévoit l'étude d'Impact sur l'Environnement (E.I.E) et la Notice d'Impact sur l'Environnement (N.I.E) comme outils d'intégration des préoccupations environnementales dans les projets et plans de développement. L'Etude d'Impact sur l'Environnement est une étude détaillée à caractère analytique et prospectif aux fins de l'identification et de l'évaluation des incidences d'un projet sur l'environnement. La notice d'impact sur l'environnement est une étude d'impact simplifiée mais répondant aux mêmes préoccupations que l'étude détaillée. L'EIE ou la NIE détermine de façon précoce, des enjeux environnementaux dans le cycle de vie des projets, propose des mesures d'atténuation et de bonification ou le cas échéant de compensation des impacts. Elle aide le promoteur à concevoir un projet respectueux du milieu récepteur sans remettre en cause sa faisabilité technique et économique.

En effet, l'article 4 du décret N°2015-1187/PRES—TRANS/PM/MERH/MATD/MME/MS/MARHASA/MRA/MICA/MHU/MIDT/MCT du 21/10/2015 portant conditions et procédures de réalisation et de validation de l'évaluation environnementale stratégique, de l'étude et de la notice d'impact environnementale et social, définit trois (03) catégories (A, B et C) de travaux. Selon l'annexe 1 de ce décret, cette législation classe notre projet dans la catégorie B du secteur de l'eau, donc assujetti à une Notice d'impact approfondie (Décret n°2015-1187, 2015, page 18).

1. Cadre législatif

a. Cadre politique

En vue d'atteindre les ODD dans le domaine de l'agriculture, notamment l'ODD 2 qui vise à éliminer la faim sur toutes ses formes, plusieurs stratégies, programmes et projets ont été élaborés afin de répondre convenablement aux questions y afférant. Ce sont :

- La Politique Sectorielle Agro-sylvo-pastorale (PSA) qui vise à faire du secteur « production agro-sylvo-pastorale » à l'horizon 2026, un secteur moderne, compétitif, durable et moteur de la croissance économique, fondé sur des exploitations familiales et des entreprises agro-sylvo-pastorales performantes et assurant à tous les burkinabè.
- Le Programme National d'Aménagement Hydraulique dont l'un des objectifs est de contribuer à la lutte contre la pauvreté par une croissance économique soutenue à travers

la promotion des aménagements hydrauliques à l'horizon 2030 au profit des différents usages.

- La Politique Nationale d'Aménagement du Territoire (PNAT) qui constitue un guide d'orientation des études d'aménagement et des acteurs agissant sur le terrain, afin de traduire au plan spatial, les orientations stratégiques contenues dans l'étude nationale prospective 2025. Cette politique définit trois orientations fondamentales que sont : le développement harmonieux et intégré des activités économiques sur le territoire, l'intégration sociale, et la gestion durable du milieu naturel basée sur la sécurité foncière, la réhabilitation et la restauration des ressources naturelles dégradées.
- Le Plan National d'adaptation aux changements Climatiques (PNACC) qui inclut de garantir une sécurité alimentaire et nutritionnelle durable par le développement durable d'un secteur agro-sylvo-pastoral, halieutique et faunique productif et résilient, davantage orienté vers le marché.
- Le Plan National de Développement Économique et Social (PNDES II) qui inclut des objectifs relatifs à l'accroissement significatif et durable de la productivité agricole, y compris les réalisation et réhabilitations de périmètres irrigués.

b. Cadre juridique

Sur le plan juridique, plusieurs lois et règlements obligent les promoteurs privés ou publics à respecter l'environnement lorsqu'ils projettent des travaux et aménagements des périmètres irrigués, susceptibles avoir des impacts sur l'environnement. Ces lois et règlements sont principalement :

- La loi N°006-2013/AN du 02 avril 2013 portant code de l'environnement stipule en son article 25 que « les activités susceptibles d'avoir des incidences significatives sur l'environnement sont soumises à l'avis préalable du ministre de l'environnement. L'avis est établi sur la base d'une Evaluation environnementale stratégique (EES), d'une Etude d'impact sur l'environnement (EIE) ou d'une Notice d'impact sur l'environnement (NIE) ».
- la loi N°002-2001/AN du 8 février 2001, portant loi d'orientation relative à la gestion de l'Eau régit la gestion des ressources en eau. Aux termes de l'article 1 de cette loi, « la gestion de l'eau a pour but, dans le respect de l'environnement et des priorités définies par la loi : d'assurer l'alimentation en eau potable de la population ; de satisfaire ou de

concilier les exigences de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et de l'aquaculture, de l'extraction des substances minérales, de l'industrie, de la production d'énergie, des transports, du tourisme, des loisirs ainsi que de toutes autres activités humaines légalement exercées ; de préserver et de restaurer la qualité des eaux ; de protéger les écosystèmes aquatiques ; de faire face aux nécessités de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et aux problèmes posés par les inondations et les sécheresses ».

- la loi N°41-97/ADP du 08 novembre 1996 instituant un contrôle des pesticides au Burkina Faso, met en garde sur l'emploi non maîtrisé des pesticides, qui a des conséquences néfastes sur les ressources naturelles. En conséquence, cette loi soumet leur utilisation (fabrication locale, importation, commercialisation) à un système d'homologation préalable organisé par le Comité permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS).
- La loi N°26-2007/AN du 20 novembre 2007 instituant un contrôle des engrais au Burkina Faso), institue un contrôle sur l'importation, l'exportation, la fabrication locale et la commercialisation des engrais au Burkina Faso. Elle soumet l'importation des engrais à l'accomplissement d'une double formalité : i) le certificat national de conformité et ; ii) l'agrément.
- le décret N°2001-342/PRES/PM/MEE du 17 juillet 2001, portant champ d'application, contenu et procédure de l'EIE et de la NIE qui stipule que « les activités susceptibles d'avoir des impacts significatifs sur l'environnement sont soumises à l'avis préalable du Ministre chargé de l'environnement. L'avis est établi sur la base d'une Etude d'impact ou une notice d'impact sur l'environnement ».
- Le décret N°2015-1187/PRES—TRANS/PM/MERH/MATD/MME/MS/MARHASA/MRA/MICA/MHU/MIDT/MCT du 21/10/2015 portant conditions et procédures de réalisation et de validation de l'évaluation environnementale stratégique, de l'étude et de la notice d'impact environnementale et social.
- Le Décret N°2005-187/PRES/PM/MAHRH/MCE du 04 avril 2005 portant détermination de la nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration.

- Le Décret N°2006-590/PRES/PM/MAHRH/MECV/MRA du 06 décembre 2006 portant protection des écosystèmes aquatiques.
- Le Décret n°2007-408/PRES/PM/MRA/MAHRH/MATD du 03 juillet 2007 portant conditions d'exploitation des ressources en eau à des fins pastorales.

c. Cadre institutionnel

Sur le plan institutionnel, nous avons :

- Le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Animales et Halieutiques (MARAH) qui assure la tutelle technique du Projet. Le MARAH est chargé de conduire la politique agricole et intervient dans l'aménagement agricole et le développement de l'irrigation, la protection des végétaux (gestion des pesticides), l'organisation et la formation des producteurs, la promotion des produits agricoles et le suivi-évaluation. Les services déconcentrés aux niveaux régional, provincial et départemental, l'accompagnent dans la mise en œuvre de ses activités.
- Le Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de l'Assainissement (MEEA) assure la mise en œuvre et le suivi de la politique du Gouvernement en matière d'environnement, d'eau et d'assainissement. Cet organisme agit par l'intermédiaire des structures déconcentrées que sont : la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement du Centre-Sud (DREA-CSD), la Direction Provinciale de l'Eau et de l'Assainissement du Bazèga, l'Agence Nationales des Evaluations Environnementales (ANEVE), la Direction Générale de Préservation de l'Environnement DGPE (dont la principale mission est la coordination et le suivi des différentes politiques en matière d'assainissement, et de lutte environnementale).
- les prestataires privés (entreprises, maîtres d'œuvres, consultants) et les Organisations de la Société Civile (ONG et associations) au niveau local. Ces dernières pourront s'occuper avec efficacité des actions d'Information – Education – Communication (IEC) sur les thématiques de la préservation de l'environnement, la sécurité routière, la prévention et la réponse aux VBG/EAS/HS, la lutte contre le VIH-SIDA, les IST.

2. Composantes et phases du projet

Elles correspondent aux éléments du sous-projet de réhabilitation du périmètre irrigué (ouvrages, travaux ou activités) qui sont susceptibles d'avoir une incidence sur les composantes

du milieu c'est à dire dans la zone d'étude. Les activités sources d'impacts se déclinent en trois phases à savoir la préparation, les travaux et l'exploitation du périmètre.

Phase de préparation :

Pendant la phase de préparation, les sources potentielles d'impacts sont les suivantes :

- Installation du chantier ;
- Préparation du site (désherbage, défrichage, dessouchage, terrassement etc.).

Phase travaux :

Pendant les travaux de réhabilitation, les sources potentielles d'impact sont les suivantes :

- Décapage de l'emprise des canaux d'irrigation ;
- Labour de profondeur et pulvérisage mécanisé ;
- Sous solage et planage ;
- Réalisation des ouvrages.

Phase exploitation :

Les principales sources d'impacts en phase d'exploitation sont :

- Irrigation des parcelles et maintenance du réseau :
- Binage, sarclage et mise en culture ;
- Fertilisation, utilisation d'engrais de synthèse ;
- Protection phytosanitaire, utilisation de pesticides de synthèse.

3. Identification et évaluation des impacts

a. Identification des impacts

Il s'agit des activités du projet pouvant engendrer des impacts (positifs ou négatifs) sur les différentes composantes du milieu. Les composantes du milieu (ou récepteurs d'impacts) susceptibles d'être affectées par le sous projet correspondent aux éléments sensibles de la zone d'étude. Il s'agit des éléments qui peuvent être modifiés de façon significative par les activités sources d'impacts. Le

Tableau ***52*** présente les composantes du milieu récepteur d'impacts du projet.

Tableau 52 : Description des composantes du milieu récepteur d'impacts

Environnement	Composantes	Description
Milieu physique	Qualité de l'air	Cette composante comprend principalement les émissions de poussières et de polluants atmosphériques pouvant résulter des travaux (Engins et machinerie) en phase de réhabilitation et d'exploitation des périmètres
	Ambiance sonore	Cette composante comprend les bruits pouvant résulter des travaux (Engins et machinerie) en phase de réhabilitation et d'exploitation des périmètres irrigués
	Sols et géomorphologie	Cette composante comprend les propriétés physiques et chimique des sols sur lesquels seront réalisés les travaux, incluant toute modification des zones des sols qui pourraient résulter de réhabilitation et d'utilisation massive s'engrais, et de pesticide chimique pendant l'exploitation des périmètres irrigués réhabilité
	Eaux de surface et sédiments	Cette composante englobe les propriétés physico- chimiques des eaux superficielles (débits, vitesse d'écoulement, fluctuations du niveau, paramètres chimiques, etc.) et des sédiments.
	Eaux souterraines	Cette composante comprend d'une part les propriétés physiques des eaux souterraines (volume, profondeur, sens d'écoulement des aquifères) et d'autre part les paramètres physico-chimiques des eaux souterraines
Milieu Biologique	Flore	Cette composante comprend les formations végétales naturelles et les plantations artificielles riveraines y compris les espèces menacées ou vulnérables (espèces à statut
	Faune	Cette composante se rapporte aux espèces de mammifères et aviaires terrestres y compris les espèces menacées ou vulnérables, Elle prend également en compte les reptiles, les invertébrés et la faune aquatique,

Environnement	Composantes	Description
Milieu humain	Qualité de vie	Cette composante intègre tous les facteurs qui influencent la qualité de vie des populations tels que l'accès à l'eau potable et aux infrastructures et services de base, l'habitat, le paysage, la salubrité, le mode de vie et les us et coutumes, la qualité de l'eau et de l'air.
	Santé et sécurité	La composante se rapporte à l'état de santé (y compris les problèmes liés aux IST et VIH/SIDA) des populations et son évolution à la suite de la mise en œuvre du sous-projet ainsi qu'aux aspects relatifs à la sécurité des travailleurs et des populations affectées par le projet
	Emploi et niveau de vie	Cette composante englobe les différentes variables influençant le niveau de vie des ménages dont principalement les sources de revenus, le niveau de revenus et l'emploi.
	Économie	Cette composante fait référence aux aspects de développement économique local et régional, aux recettes budgétaires et revenus individuels.
	Cohésion sociale	Cette composante fait référence au climat social qui pourrait régner dans la localité avec la mise en œuvre du sous-projet
	Patrimoine culturel et archéologique	Cette composante fait référence au potentiel archéologique susceptible d'être fortuitement découvert pendant les travaux.

À partir des sources d'impacts et des récepteurs d'impacts pour notre projet, une matrice descriptive (Tableau 53) a été conçue pour identifier les impacts qui pourraient en découler.

Tableau 53 : Matrice de Léopold

Phase	Désignation/Activités	Milieu physique			Milieu biologique		Milieu Humain				
		Sol	Air	Eau	Faune	Flore	Santé et sécurité	Nuisance sonore	Activités socio-économiques	Patrimoine culturel	Cohésion sociale/Foncier
Préparation et travaux	Installation du chantier	N	N	N	N	N	O	O	P	N	O
	Préparation du site (désherbage, défrichage, dessouchage, terrassement …).	N	N	N	N	N	N	N	P	O	O
	Décapage de l'emprise des canaux d'irrigation	O	N	O	O	O	N	O	P	O	O
	Labour de profondeur et pulvérisage mécanisé	O	N	O	O	O	N	N	P	O	O
	Sous solage et planage	O	N	O	O	O	N	N	P	O	O
	Réalisation des ouvrages	O	N	N	O	O	N	O	P	O	O
Exploitation et entretien	Irrigation des parcelles et maintenance du réseau	P	P	N	P	P	O	O	P	O	O
	Binage, sarclage et mise en culture	O	O	O	O	O	N	O	P	O	O
	Fertilisation, utilisation d'engrais de synthèse	N	N	N	N	N	N	O	O	O	O

	Protection phytosanitaire, utilisation de pesticides de synthèse	N	N	N	N	N	N	O	O	O	O

Source : Enquête terrain

Légende : O= Impact Négligeable ; P= Impact Positif ; N= Impact Négatif

De l'analyse de l'état initial de la zone de projet, il ressort que cette dernière se trouve confrontée à plusieurs impacts. La synthèse de l'identification des impacts est consignée dans le Tableau 54 ci-dessous.

Tableau 54: Synthèse de l'identification des impacts

Composantes de l'environnement	Impact potentiel
Sol	Modification et fragilisation de la structure et de la texture des sols ; Erosion des sols ; Pollution des sols
Air	Dégradation de la qualité de l'air ; Pollution de l'air
Eau	Pollution des eaux Réduction de la quantité des eaux de surface Perturbation de l'écoulement naturel des eaux de surface Impact sur les eaux souterraines (réduction de l'infiltration/recharge de la nappe phréatique) Dégradation de la qualité physique et bactériologique des eaux
Faune	Réduction de la biodiversité ; Perte d'habitat faunique ; Perturbation de la quiétude de la faune Modification du paysage naturel Perturbation de la microfaune Mortalité accidentelle des espèces fauniques
Flore	Défrichement et destruction de la végétation locale Perturbation des habitats des végétaux
Santé et sécurité	Occurrence des infections respiratoires ; Occurrence des maladies hydriques Accroissement du taux de prévalence des IST/SIDA Accroissement des grossesses non désirées Accroissement des accidents de circulation et de travail

	Risque de noyade
Nuisances sonores	Augmentation des vibrations et nuisances sonores
Activités socio-économiques	Création d'emplois pour la main d'œuvre locale Développement des activités économiques Accroissement des recettes fiscales Augmentation du chiffre d'affaires des entreprises locales Amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle

b. Evaluation des impacts

L'évaluation des impacts vise à déterminer le degré d'importance des impacts dans la perturbation de l'environnement. L'outil d'évaluation utilisé ici est la matrice de Fecteau. Elle se présente sous forme d'un tableau à deux entrées qui recense les activités du projet à différentes phases et les composants du milieu biologique, physique, humain et socioéconomique, puis mesure l'impact sur la base des méthodes logiques pour en donner une valeur d'appréciation). Elle permettra sur la base de certains indicateurs de déterminer l'importance des risques ou interactions sur l'environnement, l'activité source de l'impact et l'élément de l'environnement potentiellement affecté par le projet. Les critères d'évaluation de l'impact sont **l'intensité, l'étendue et la durée**.

L'intensité traduit l'ampleur des modifications observées sur la composante affectée qui peut être :

- **Forte** : l'activité affecte lourdement l'intégrité de la composante ou son utilisation et compromet sa pérennité ;
- **Moyenne** : l'activité affecte sensiblement l'intégrité de la composante ou son utilisation, mais sans compromettre sa pérennité ;
- **Faible** : l'activité affecte peu l'intégrité de la composante ou son utilisation.

L'étendue traduit la portée de l'impact qui peut être :

- **Régionale** : l'impact s'étend sur plus de 10 km ;
- **Locale** : l'impact s'étend sur les villages ou quartiers environnant du sous projet (moins de 10 km du site) ;
- **Ponctuelle** : l'impact s'étend sur l'emprise du site.

La durée qui se réfère à la période pendant laquelle se font sentir les effets d'une intervention sur le milieu. On distingue ainsi les variantes suivantes :

- **Long terme** : la durée est longue lorsque la perturbation va au-delà de 10 ans et se prolonge même après la fin du sous projet ;
- **Moyen terme** : la durée est moyenne lorsque la perturbation est entre 1 et 10 ans ;
- **Court terme** : l'impact est limité à la durée de construction du sous projet ou moins (moins d'un an).

La combinaison des critères d'évaluation détermine les niveaux d'importance des impacts identifiés qui peuvent être :

- **Majeur** : dommages irréparables sur les systèmes écologiques. Dégradation des milieux récepteurs ou impact très positif sur l'environnement socio-économique.
- **Modéré** : dommages réparables sur les systèmes écologiques. Dégradation partielle des milieux récepteurs ou impact relativement positif sur l'environnement socio-économique.
- **Mineur** : dommages observes sans toutefois affecter les milieux récepteurs ou impact mineur sur l'environnement socio-économique.

Ci-dessous (Tableau 55) la matrice de Fecteau pour l'évaluation des impacts.

Tableau 55 : Matrice de Fecteau pour l'évaluation des impacts

Milieu affecté	Impact identifié	Nature de l'impact	Critère d'évaluation			Critère d'importance
			Intensité	Etendue	Durée	
Sol	Modification et fragilisation de la structure et de la texture des sols	Négatif	Moyenne	Ponctuelle	Long terme	Mineure
	Erosion des sols	Négatif	Moyenne	Ponctuelle	Long terme	Mineure
	Pollution des sols	Négatif	Faible	Ponctuelle	Court terme	Mineure
Air	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif	Forte	Ponctuelle	Court terme	Mineure
	Pollution de l'air	Négatif	Forte	Ponctuelle	Court terme	Mineure
Eau	Pollution des eaux	Négatif	Faible	Ponctuelle	Court terme	Mineure
	Réduction de la quantité des eaux de surface	Négatif	Forte	Ponctuelle	Court terme	Mineure
	Perturbation de l'écoulement naturel des eaux de surface	Négatif	Moyenne	Ponctuelle	Long terme	Modéré
	Impact sur les eaux souterraines (réduction de l'infiltration/recharge de la nappe phréatique)	Négatif	Faible	Ponctuelle	Long terme	Mineure
	Dégradation de la qualité physique et bactériologique des eaux	Négatif	Moyenne	Ponctuelle	Moyen terme	Mineure
Faune	Réduction de la biodiversité	Négatif	Faible	Ponctuelle	Long terme	Mineure
	Perte d'habitat faunique	Négatif	Faible	Ponctuelle	Long terme	Mineure

	Perturbation de la quiétude de la faune	Négatif	Faible	Ponctuelle	Long terme	Mineure
	Modification du paysage naturel	Négatif	Faible	Ponctuelle	Long terme	Mineure
	Perturbation de la microfaune	Négatif	Faible	Ponctuelle	Long terme	Mineure
	Mortalité accidentelle des espèces fauniques	Négatif	Faible	Ponctuelle	Court terme	Mineure
Flore	Défrichement et destruction de la végétation locale	Négatif	Faible	Ponctuelle	Court terme	Mineure
	Perturbation des habitats des végétaux	Négatif	Faible	Ponctuelle	Court terme	Mineure
Santé et sécurité	Occurrence des infections respiratoires ;	Négatif	Moyen	Ponctuelle	Court terme	Mineure
	Occurrence des maladies hydriques	Négatif	Moyen	Ponctuelle	Court terme	Mineure
	Accroissement du taux de prévalence des IST/SIDA	Négatif	Faible	Ponctuelle	Court terme	Mineure
	Accroissement des grossesses non désirées	Négatif	Faible	Ponctuelle	Court terme	Mineure
	Accroissement des accidents de circulation et de travail	Négatif	Faible	Ponctuelle	Court terme	Mineure
Nuisances sonores	Augmentation des vibrations et nuisances sonores	Négatif	Moyen	Ponctuelle	Court terme	Mineure
Activités socio-économiques	Création d'emplois pour la main d'œuvre locale	Positif	Moyen	Ponctuelle	Court terme	Mineure
	Développement des activités économiques	Positif	Moyen	Local	Long terme	Modéré
	Accroissement des recettes fiscales	Positif	Moyen	Ponctuelle	Long terme	Modéré
	Augmentation du chiffre d'affaires des entreprises locales	Positif	Faible	Ponctuelle	Court terme	Mineure

	Amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle	Positif	Moyen	Régionale	Long terme	Majeure

De manière générale, les impacts négatifs du projet sont de nature mineure. Les impacts majeurs ont trait à l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle ; ce qui est bénéfique en ce sens que les retombées sont positives sur les activités socio-économiques. C'est sur les impacts négatifs que l'on devra donc agir prioritairement.

4. Plan de gestion environnemental et social

Le Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES) comporte un programme de mise en œuvre des mesures d'atténuation, un programme de surveillance et de suivi environnemental, et un programme de renforcement de capacités. La mise en œuvre effective du PGES devra permettre d'atténuer les impacts négatifs, d'optimiser les impacts positifs et d'assurer une exécution harmonieuse du projet.

❖ **La surveillance environnementale**

Pendant la phase de construction, l'ingénieur conseil (mission de contrôle) chargé de la supervision des travaux sur le chantier devra prendre attache avec un responsable en environnement qui aura comme principales missions de :

- faire respecter toutes les mesures d'atténuations courantes et particulières du sous-projet;
- rappeler aux entrepreneurs leurs obligations en matière environnementale et sociale et s'assurer que celles-ci sont respectées lors de la période de construction ;
- rédiger des rapports de surveillance environnementale tout au long des travaux ;
- inspecter les travaux et demander les correctifs appropriés le cas échéant ;
- rédiger le compte-rendu final du programme de surveillance environnementale et sociale. De plus, il pourra jouer le rôle d'interface entre les populations riveraines et les entrepreneurs en cas de plaintes

❖ **Le suivi environnemental**

Le programme de suivi environnemental s'intéressera à l'évolution des caractéristiques sensibles de certains enjeux environnementaux affectés par des impacts provoqués par le chantier ou l'exploitation des infrastructures du projet, mais aussi susceptibles d'être affectés par le développement socio-économique induit par la présence de ces nouvelles infrastructures. Trois acteurs majeurs sont en vue par rapport à la responsabilité du suivi environnemental : le

sous-projet à double titre, notamment en tant que structure de Management du sous-projet instituée par l'Etat, mais aussi en tant que Maître d'Ouvrage Délégué.

En matière de formation, d'information, d'éducation et d'appui-conseil, les directions déconcentrées et la cellule environnementale du ministère s'en charge de l'agriculture abritent des compétences dans les domaines de renforcement des capacités. Ce renforcement s'effectuera sous forme de formation et portera sur la gestion environnementale et sociale. La formation du personnel/travailleurs, prestataires et fournisseurs sur les risques de mise en œuvre sur les populations locales, notamment sur les thèmes suivants : (i) Violences Basées sur le Genre (VBG), y compris les Exploitations et Abus Sexuels et Harcèlement Sexuel (EAS/HS), (ii)Violence Contre les Enfants (VCE), (iii) pollution et dommages pendant les travaux, hygiène, santé, sécurité au travail ; (iv) Organisation de séances d'information, d'éducation et de communication (IEC) à l'intention des populations locales afin de mieux leur faire prendre conscience des risques liés à la mise en œuvre du sous-projet, et d'atténuer les risques. On prendra en compte les mesures préventives et de réponse de lutte contre la VBG, y compris les EAS/HS. La formation sur les activités de Surveillance et de suivi environnementaux du projet ; le suivi de la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et le suivi du décompte des activités environnementales de chantier, etc. Le Tableau 56 présente le coût de réalisation du PGES.

Tableau 56 : Coût du PGES

Rubriques	Coût total (FCFA)
Reboisement de compensation	1 400 000
Programme de surveillance	Inclus dans les coûts des travaux
Programme de suivi	500 000
Total	**1 900 000**

Annexe 6 : Plans et graphiques

Les figures ci-dessous montre les différents plans des options et les caractéristiques des éléments constitutifs du réseau de périmètres irrigués. Les

Figure ***21*** à Figure 25 présentent le réseau semi-californien et ses éléments, et les Figure 26 à Figure 28 présentent le réseau californien.

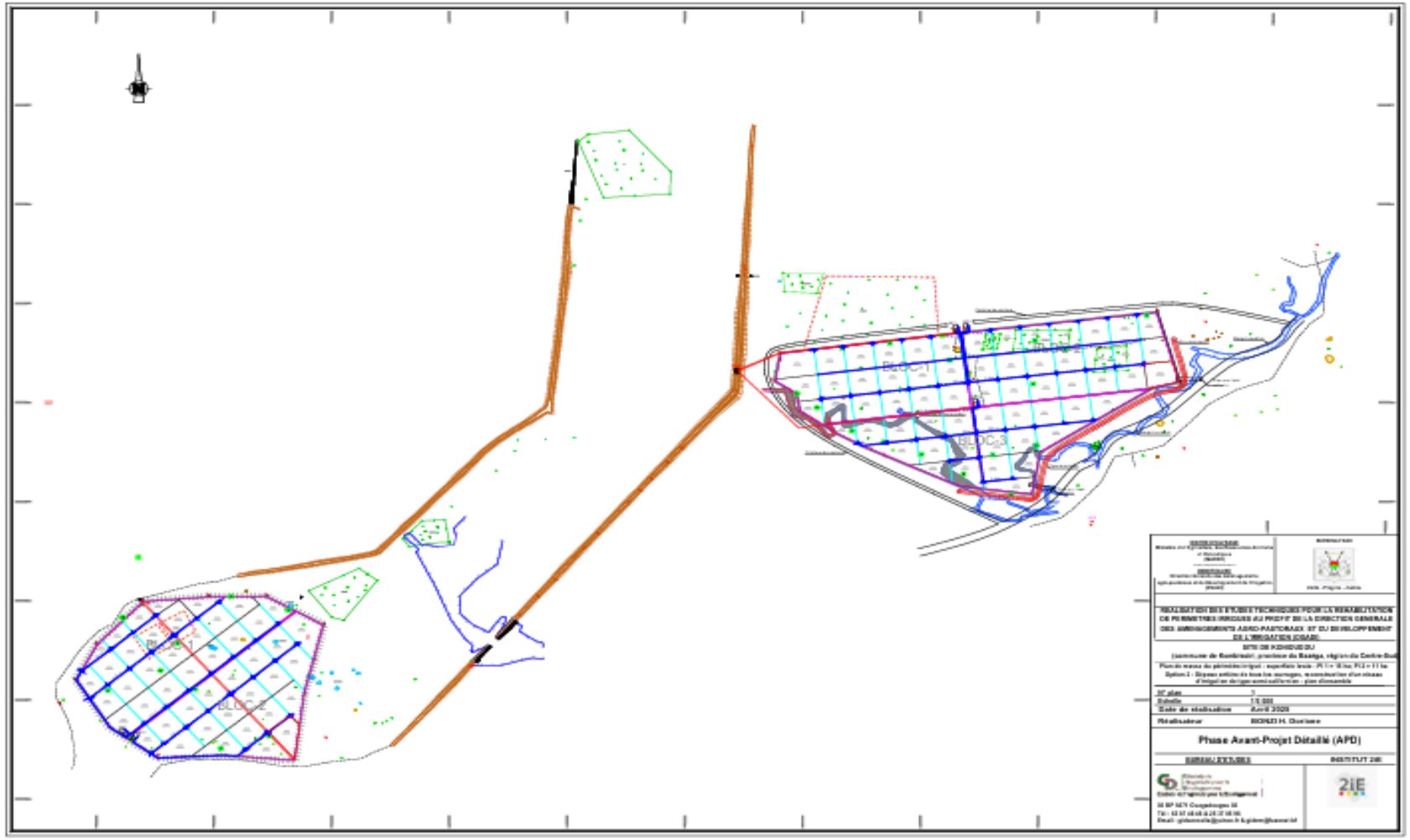


Figure 21 : Plan d'ensemble du réseau semi-californien

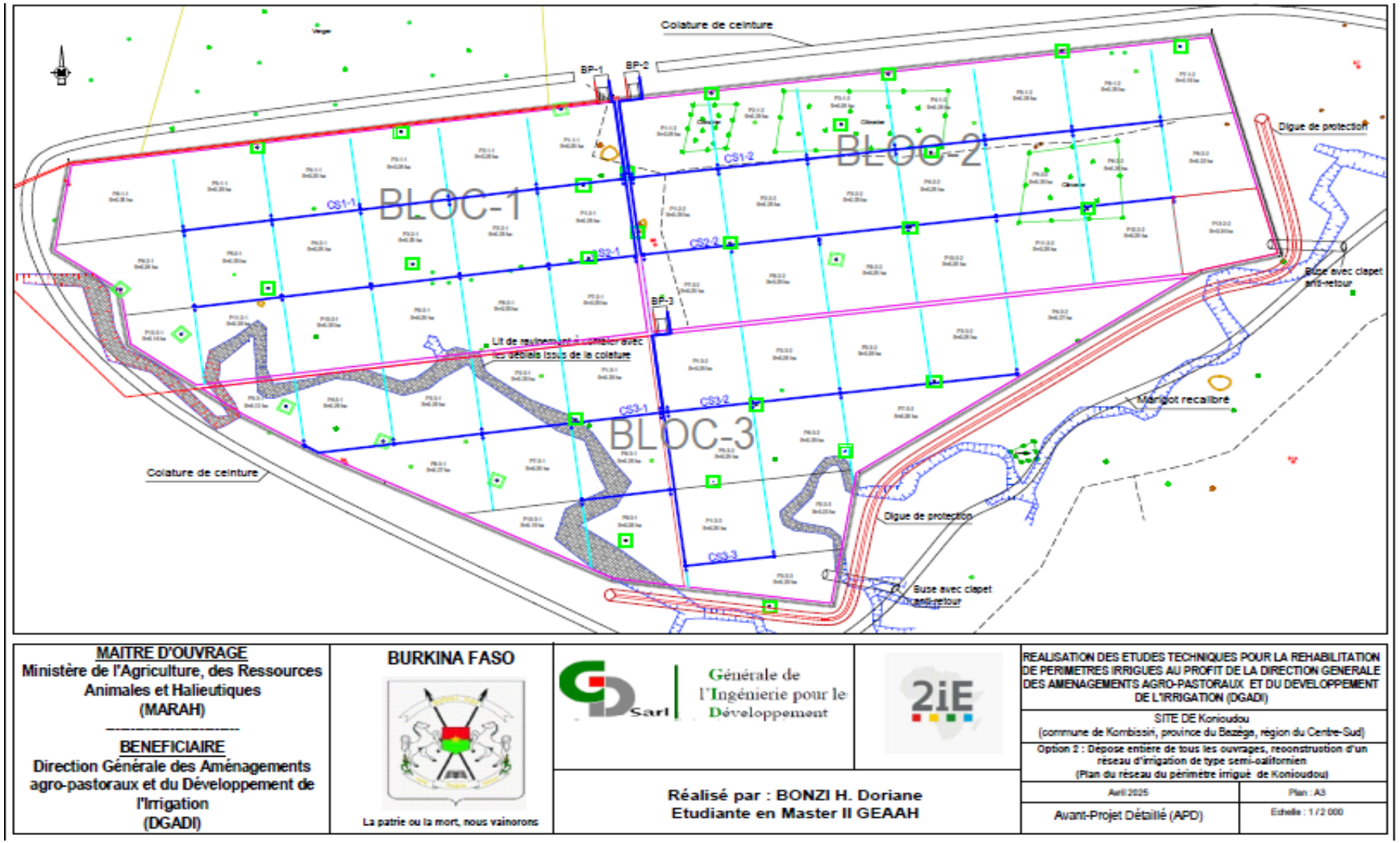


Figure 22 : Vue en plan du réseau semi-californien de Konioudou

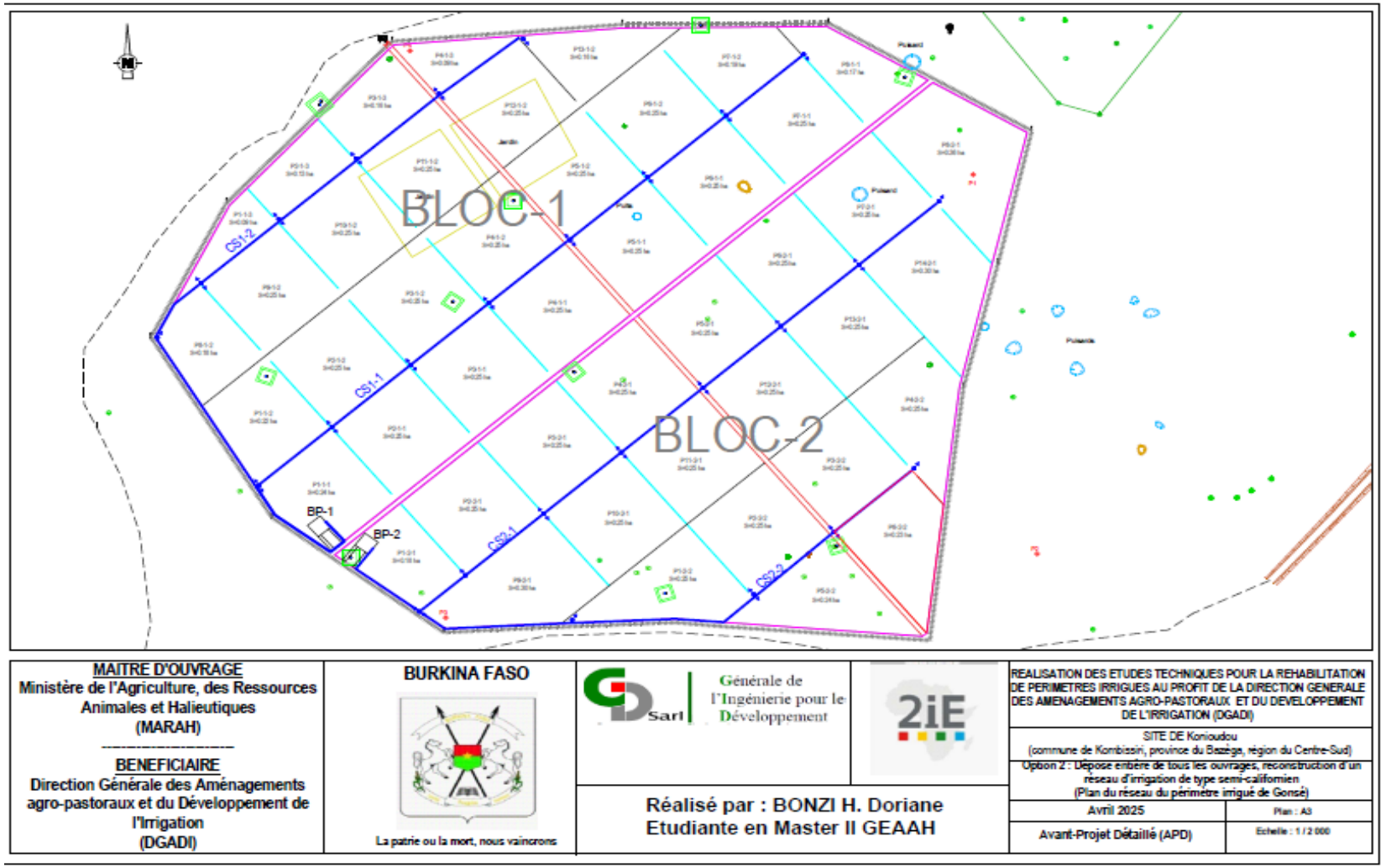


Figure 23 : Vue en plan du réseau semi-californien de Gonsé

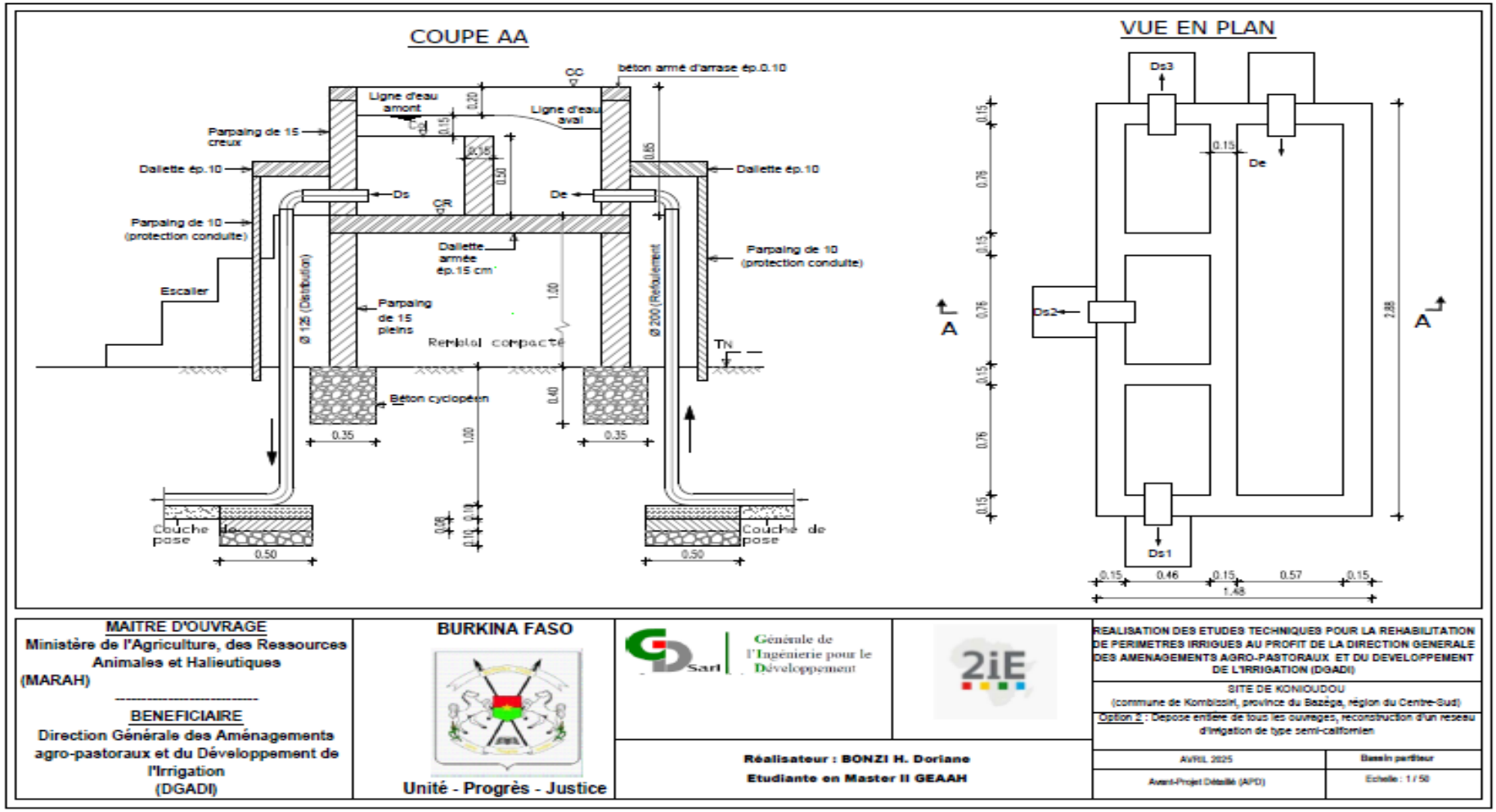


Figure 24 : Schéma du bassin partiteur

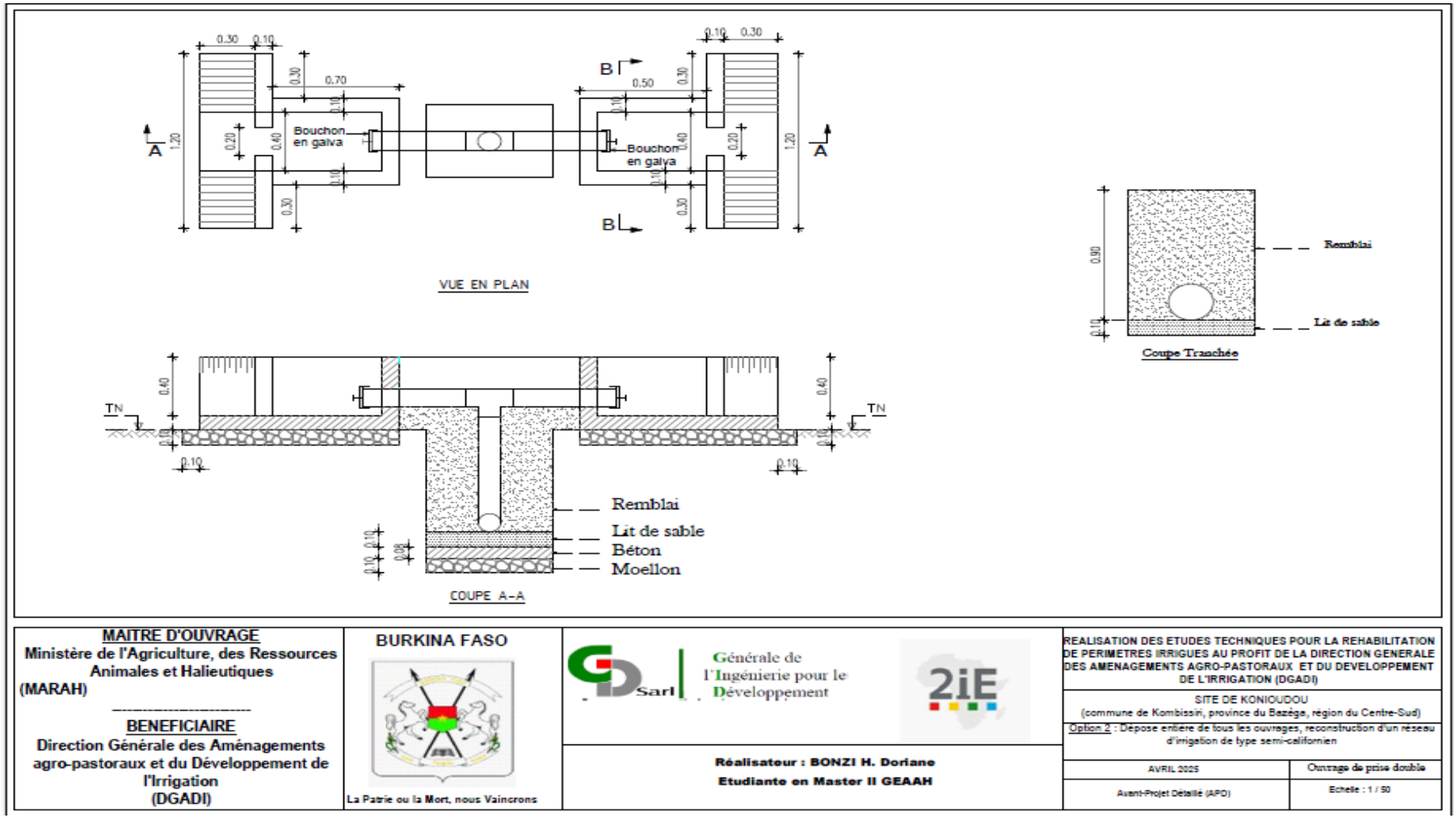


Figure 25 : Schéma de l'ouvrage de prise double

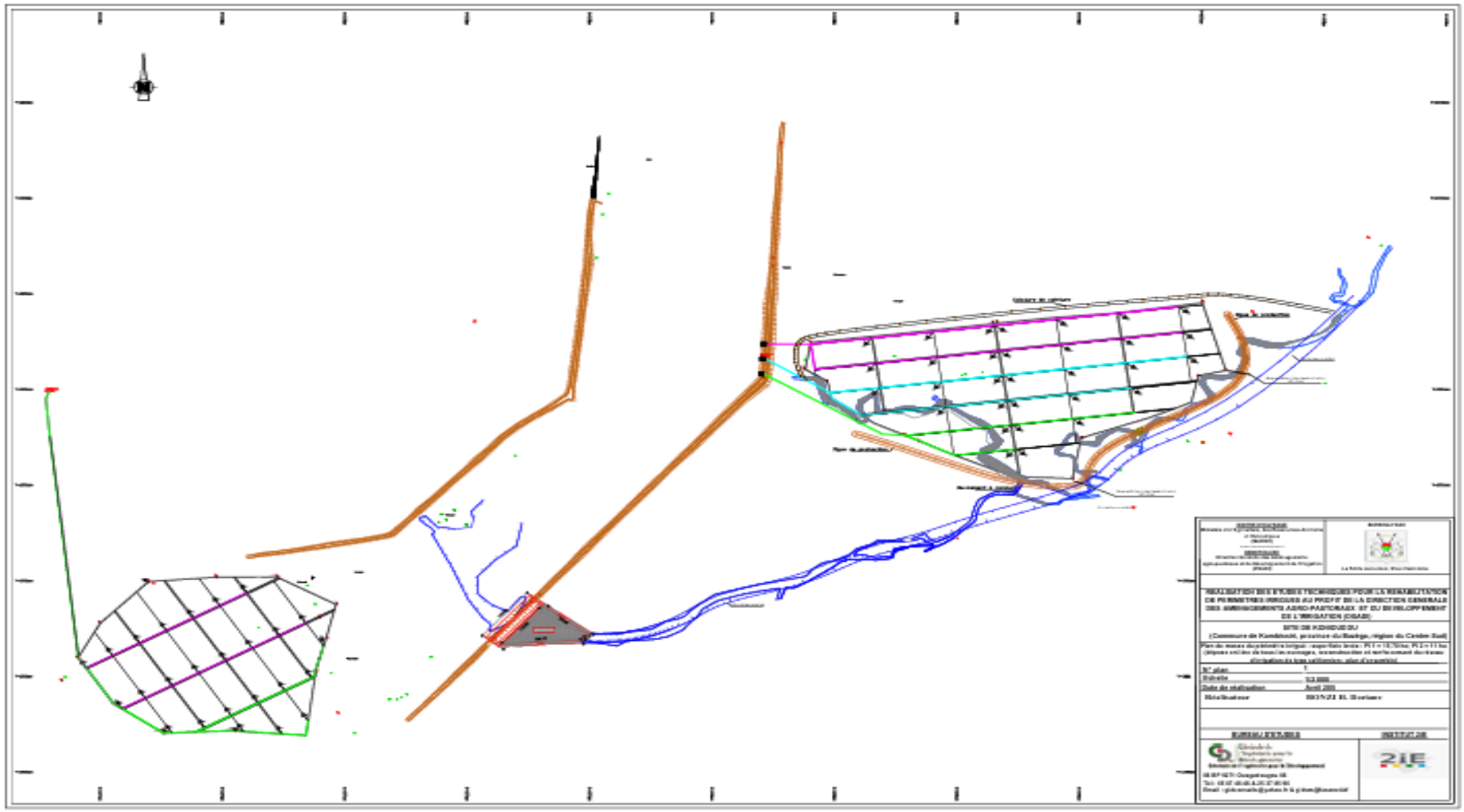


Figure 26 : Plan d'ensemble du réseau californien

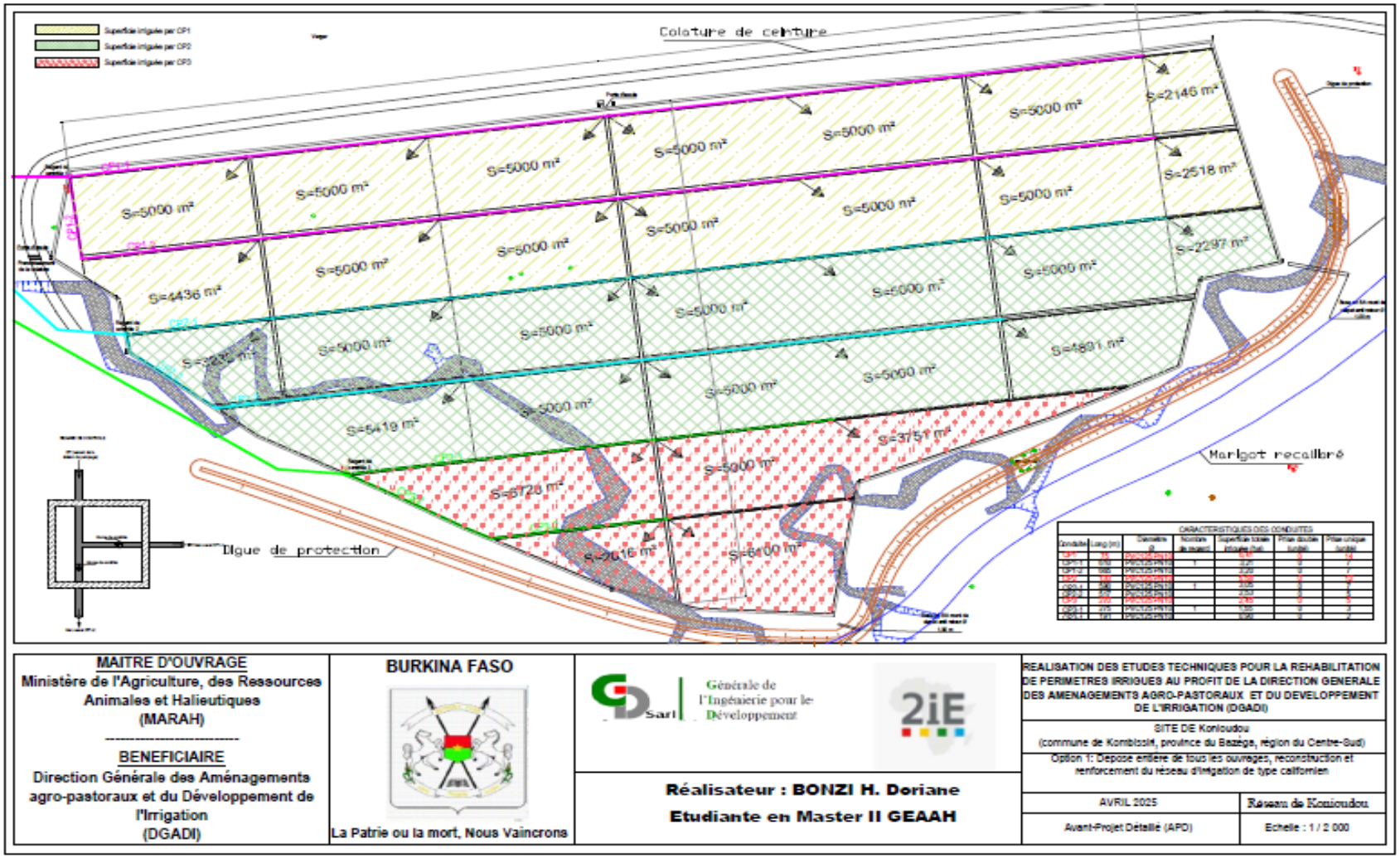


Figure 27 : Vue en plan du réseau californien de Konioudou

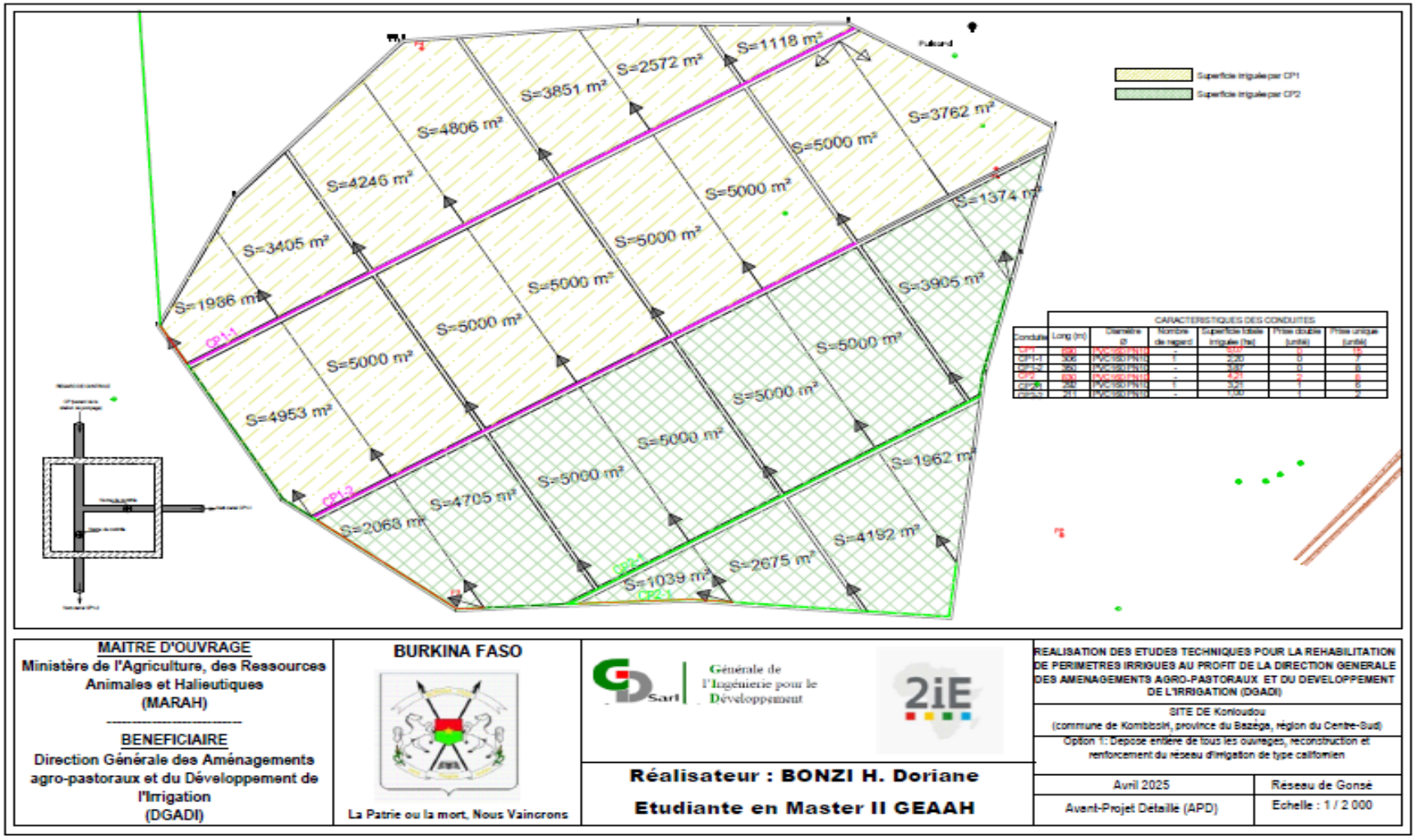


Figure 28 : Vue en plan du réseau californien de Gonsé