



ETUDE D'AMENAGEMENT DE 132 HA EN AVAL DU BARRAGE DE GBAHANLA, DANS LA REGION DU WASSOULOU, RCI

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-AGRICILES

Présenté et soutenu publiquement le 21 Juillet 2025 par

PAULE DESIREE-KEVINE ACHO (20210958)

Directeur de mémoire : Dr Amadou KEITA, Maître de Conférence (CAMES)

**Encadrant 2iE : Mr Bassirou BOUBE , Ingénieur Agronome, Enseignant en
Hydraulique Agricole**

**Maître de stage : Mme Sara GNAGNE, Ingénieur en hydraulique, Chef de projet à BANI
Ingénieur-Conseil**

Structure d'accueil du stage : BANI Ingénieur Conseil

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr Angelbert BIAOU

Membres et correcteurs : Mme Fadiilah KANAZOE

Mr Brahim BAKO

Promotion [2024/2025]

DEDICACE

D'un cœur sincère et reconnaissant je dédie ce travail à :

Dieu, mon créateur et mon pourvoyeur qui m'a donné l'intelligence et la sagesse pour la réussite de mes études ;

Mon père, pour son amour et son soutien multiforme ;

Ma mère, pour son affection et ses prières à mon égard au quotidien ;

Mon petit papa Patrick, qui n'a cessé de croire en moi et me booster ;

Mes frères et sœurs, Félicie, Francine, Arnaud et Ange-Emmanuel pour leurs encouragements et leur contribution à mon bien être;

Mes amis Angèle, Nicole, Emmanuel dont l'amitié est une force et m'inspire ;

A ma famille religieuse VHD, pour l'amour de l'excellence qu'elle m'inculque ;

Mes aînés de promotion Hemez et Diarrassouba pour leurs conseils et aides.

REMERCIEMENTS

Ce travail est l'aboutissement de conseils et d'orientation reçus. Il me tient à cœur de témoigner ma reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation.

Nos remerciements s'adressent :

- Au Professeur El Hadji Bamba DIAW, Directeur général de 2iE et à ses collaborateurs, pour leur dévouement à proposer une formation de qualité ;
- A Monsieur BOUBE Bassirou, encadreur interne 2iE, pour les directives apportées et la supervision du travail ;
- A Monsieur KOUAKOU Dewellet Jean-Jacques, Directeur Général de BANI-Ingénieur Conseil et son équipe pour l'opportunité de stage et d'apprentissage ;
- A Monsieur Ali Traoré, Directeur Technique à BANI-Ingénieur Conseil pour les orientations et conseils durant les travaux ;
- A mon Maître de stage, Madame GNAGNE Sara pour sa bienveillance et son accompagnement tout au long de l'élaboration de ce mémoire.

RESUME

L'étude concerne l'aménagement d'un périmètre irrigué de **132 hectares** situé en aval du barrage de Gbahanla, dans la région du Wassoulou, en Côte d'Ivoire. Ce projet agricole intégré comprend trois composantes principales : une zone rizicole de **122 hectares**, un périmètre maraîcher de **7 hectares** et un étang piscicole de **3 hectares**. La riziculture est irriguée par un réseau de canaux alimentés par les prises droite et gauche du barrage, dont la retenue a une capacité de 10 millions de m³. Le périmètre est organisé en quartiers hydrauliques, subdivisés selon le découpage parcellaire pour une gestion optimale de l'eau.

L'irrigation du périmètre maraîcher repose sur un système sous pression réparti en deux sous-périmètres de **4 hectares** et **3 hectares** situés sur la rive gauche. Chaque sous-périmètre est divisé en parcelles de 0,25 hectares, permettant aux exploitants de disposer d'une superficie supérieure à la norme recommandée de 0,2 hectares pour garantir la rentabilité. L'alimentation en eau est assurée par deux stations de pompage reliées au canal primaire, avec des débits respectifs de **19,2 m³/h** et **14,4 m³/h**.

La pisciculture, intégrant l'alevinage et le grossissement, est prévue dans des étangs de **25m × 20 m**, alimentés par gravité via une prise sur le canal primaire. Le projet comprend également un réseau de drainage structuré autour d'un drain principal utilisant un marigot naturel, des drains secondaires, une colature de ceinture, ainsi que divers ouvrages (buses, dalots). Un réseau de pistes facilite l'accès aux parcelles et l'entretien des infrastructures.

Le coût global du projet est estimé à deux milliards cinq cent soixante-trois millions quatre cent soixante-dix mille quarante-deux Francs CFA (**2 563 470 042 FCFA**). La réussite du projet dépendra d'une gestion rigoureuse de l'eau, de l'entretien des ouvrages et de l'application des mesures issues de l'évaluation environnementale et sociale.

Mots clés

1. Etang piscicole
2. Micro-aspersion
3. Périmètre maraîcher
4. Périmètre rizicole

ABSTRACT

The study focuses on the development of a **132-hectare** irrigated area located downstream of the Gbahanla dam, in the Wassoulou region of Côte d'Ivoire. This integrated agricultural project includes three main components: a **122-hectare** rice-growing area, a **7-hectare** market gardening perimeter, and a **3 hectares** fish farming pond. The rice fields are irrigated through a network of canals fed by the right and left intakes of the dam, which has a storage capacity of 10 million cubic meters. The area is organized into hydraulic blocks, subdivided according to the land division for optimal water management.

The irrigation of the market gardening perimeter is based on a pressurized system, divided into two sub-areas of **4 hectares** and **3 hectares** located on the left bank. Each sub-area is divided into 0.25-hectare plots, allowing farmers to cultivate plots larger than the 0.2-hectare standard recommended for good profitability. The irrigation system is supplied by two pumping stations connected to the primary canal, delivering flow rates of **19,2 m³/h** and **14,4 m³/h** respectively. The fish farming component, including both fingerling production and grow-out phases, will take place in **25 m × 20 m** ponds, gravity-fed from an intake on the primary canal. The project also includes a drainage system centered around a main drain using a natural streambed, secondary drains, a perimeter collector, and various structures such as culverts and slabs. An internal road network facilitates access to plots and maintenance of infrastructure.

The total project cost is estimated at **(2 563 470 042 FCFA) CFA francs**. The success of the project depends on the efficient management of water resources, proper maintenance of infrastructure, and the implementation of mitigation and enhancement measures identified through the environmental and social impact assessment.

Key words

1. **Fish farming pond**
2. **Market gardening perimeter**
3. **Micro-sprinkling irrigation**
4. **Rice-growing perimeter**

LISTE DES ABREVIATIONS

CS-RD	: Canal Secondaire Rive Droite
CS-RG	: Canal Secondaire Rive Gauche
CT-RD	: Canal Tertiaire Rive Droite
CT-RG	: Canal Tertiaire Rive Gauche
DFC	: Débit Fictif Continu
DMP	: Débit Maximum de Point
ETP	: Evapotranspiration
HMT	: Hauteur Manométrique Total
NPSH	: Net Positive Suction Head
OF	: Ouvrage de Franchissement
OFCRD	: Ouvrage de Franchissement sur Canal primaire Rive Droite
OFCRG	: Ouvrage de Franchissement sur Canal primaire Rive Gauche
OP	: Ouvrage de prise
OP-CP-CSD	: Ouvrage de Prise Canal Primaire Canal secondaire sur rive Droite
OP-CP-CSG	: Ouvrage de Prise Canal Primaire Canal secondaire sur rive Gauche
PIB	: Produit Intérieur Brut
RCI	: République de Côte d'Ivoire
RFU	: Réserve Facilement Utilisable
RU	: Reserve Utile

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ABREVIATIONS	v
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTES DES FIGURES.....	x
I. INTRODUCTION.....	1
II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCEUIL ET LA ZONE DU PROJET.....	2
II.1 Présentation de la structure d'accueil	2
II.2 Présentation de la zone d'étude	3
II.2.1 Le climat.....	3
II.2.2 Le relief et le sol.....	4
II.2.3 La végétation et la faune	4
II.2.4 Réseau hydrographique	5
II.3 Synthèse des études socio-économiques	5
III. PRESENTATION DU PROJET	6
III.1 Contexte	6
III.2 Objectifs de l'étude	7
IV. MATERIELS ET METHODES.....	7
IV.1 Matériels	7
IV.2 Collecte des données et études de bases	7
IV.2.1 Données topographiques	8
IV.2.2 Données pédologiques.....	8
IV.2.3 Données hydrologiques	8
IV.2.4 Données climatologiques	8
IV.3 Méthodologie de conception des systèmes d'irrigation.....	8

IV.3.1	Détermination des besoins en eau agricoles.....	8
IV.3.2	Conception du système d'irrigation de surface	11
IV.3.3	Conception du système d'irrigation par aspersion	13
IV.3.4	Station de pompage	16
IV.3.5	Sources d'énergie	16
IV.4	Conception de l'étang piscicole	17
IV.4.1	Besoins en eau pour la pisciculture	17
V.	RESUSLTATS	17
V.1	Données de bases	17
V.1.1	Données pédologiques et topographiques	17
V.1.2	Données hydrologiques	18
V.1.3	Données climatologiques	19
V.2	Résultats de l'évaluation des besoins en eau	19
V.2.1	Besoin en eau agricole.....	19
V.2.2	Besoin en eau de l'étang piscicole	20
V.3	Structuration de l'aménagement.....	21
V.4	Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre rizicole	21
V.4.1	Dimensionnement des canaux d'irrigation.....	22
V.4.2	Mode d'irrigation	24
V.4.3	Dimensionnement des prises	24
V.5	Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre maraîcher	25
V.5.1	Dimensionnement des asperseurs.....	25
V.5.2	Dimensionnement des conduites	27
V.5.3	Dimensionnement de la station de pompage.....	28
V.5.4	Dimensionnement de la source d'énergie	30
V.6	Dimensionnement de l'étang piscicole.....	31
V.7	Dimensionnement du réseau de drainage	31

V.8	Les ouvrages de franchissements	32
V.9	Réseau d'accès.....	33
VI.	ANALYSE ET DISCUSSION.....	33
VI.1	Choix des zones de culture	33
VI.2	Sur les besoins en eau	34
VI.3	Conception technique du réseau d'irrigation	34
VI.4	Aménagement piscicole et gestion de l'eau.....	35
VII.	GESTION DU PERIMETRE.....	35
VII.1	Gestion de l'eau	35
VII.2	Mesures de maintenance du périmètre.....	36
VIII.	ETUDE FINANCIERE	36
IX.	IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL	38
IX.1	Contexte de l'étude	38
IX.2	Identification et évaluation des impacts du projet	38
IX.3	Mesures d'atténuation et de bonification proposées.....	42
X.	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	46
XI.	BIBLIOGRAPHIE	47
XII.	ANNEXES	49
	ANNEXE A : CALCUL DES BESOINS EN EAU.....	50

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Fiche technique de l'aménagement du périmètre irrigué de Gbahanla	xi
Tableau II: Efficience de réseau en fonction du type de réseau	9
Tableau III : Aptitudes culturales des sols de la plaine	18
Tableau IV: Caractéristiques du barrage	18
Tableau V: Données climatologiques de la ville d'Odienné de 1966 à 2021	19
Tableau VI: Evaluation des besoins en eau	20
Tableau VII: Evaluation des besoins de l'étang piscicole	21
Tableau VIII: Dimensionnement préliminaire	22
Tableau IX: Caractéristiques des canaux primaires	22
Tableau X: Caractéristiques des canaux secondaires	23
Tableau XI: Caractéristiques des canaux tertiaires	23
Tableau XII: Diamètre des conduites de prise sur barrage	24
Tableau XIII: Dimensionnement préliminaire	25
Tableau XIV: Dimensionnement final	26
Tableau XV: Calendrier d'arrosage	26
Tableau XVI: Paramètres de calcul des pertes de charge par la formule de Calmon Lechapt	27
Tableau XVII: Caractéristiques des conduites pour le périmètre de 4ha	27
Tableau XVIII: Caractéristiques des conduites sur le périmètre de 3ha	28
Tableau XIX: Paramètres de calcul pour le choix de la pompe	29
Tableau XX: Caractéristiques de la pompe	29
Tableau XXI: Caractéristiques des ouvrages de franchissement sur drain principal, canaux primaires et route	32
Tableau XXII: Devis de l'aménagement du périmètre de Gbahanla	36
Tableau XXIII: Identification et évaluation des impacts négatifs à toutes les phases	39
Tableau XXIV: Identification et évaluation des impacts positifs à toutes les phases	40
Tableau XXV: Synthèse des impacts positifs à toutes les phases	41
Tableau XXVI: Synthèse des impacts négatifs à toutes les phases	42
Tableau XXVII: Mesures d'atténuation des impacts pendant toutes les phases	43
Tableau XXVIII: Mesures de bonification pendant toutes les phases	45

LISTES DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de l'entreprise	2
Figure 2: Carte de la zone d'étude	3
Figure 3: Diagramme ombrothermique	4
Figure 4: Réseau hydrographique de la ville d'Odienné	5
Figure 5: Carte de répartition des zones à potentialités agricoles du périmètre hydro-agricole	17
Figure 6: Courbes caractéristiques des pompes	30

Tableau I: Fiche technique de l'aménagement du périmètre irrigué de Gbahanla

FICHE TECHNIQUE DE L'AMENAGEMENT DU PERIMETRE IRRIGUE DE GBAHANLA		
LOCALISTAION		
District	Denguélé	
Région	Kabadougou	
COORDONNEES		
Longitude	7°35'00'' et 7°36'15'' Ouest	
Latitude	9°35'44'' et 9°35' 45'' Nord	
RESSOURCE EN EAU : RETENUE DU BARRAGE		
Superficie du bassin versant	197,93	km ²
Capacité de la retenue	10 000 000	m ³
Apport annuel	53 070 588	m ³
PERIMETRE RIZICOLE		
Superficie	122	ha
Système d'irrigation	Gravitaire	
Débit d'équipement	4,62	l/s
Réseau d'irrigation	2 canaux primaires trapézoïdales en béton 8 canaux secondaires rectangulaires en béton 34 canaux tertiaires trapézoïdales en terre	
PERIMETRE MARAICHER		
Superficie	7	ha
Système d'irrigation	Micro-aspersion	
Pression nominale des asperseurs	1,5	bar

Disposition	Carrée 4m × 4m	m ²
Diamètres rampes	25	mm
Diamètres portes-rampes	32	mm
Diamètres tubes secondaires	75 et 90	mm
Diamètres tubes primaires	110 et 125	mm
Source d'énergie	Système photovoltaïque et thermique	
PISICULTURE		
Spéculation de poisson	Tilapias	
Superficie destinée	3	ha
Dimensions des étangs	20 m × 25 m	m ²
Mode remplissage	Gravitaire	

I. INTRODUCTION

L'économie ivoirienne repose fortement sur l'agriculture et selon le ministère de l'agriculture, elle représente 23% du PIB (Kouadio, 2022). La production moyenne annuelle en cultures vivrières est d'environ 20.3 millions de tonnes pour une superficie de 27 151 300 hectares de terre agricole contre 4 353 237 hectares de terre non-exploitée ne permet pas au pays de parvenir à une autosuffisance alimentaire totale (World bank, 2021). Cette observation est la résultante des aléas climatiques dont le pays reste fortement tributaire, notamment dans les zones nord où la variabilité des précipitations limite les rendements agricoles. (Bernard, 2012)

Face à cette contrainte, l'aménagement hydro-agricole, en particulier l'irrigation, apparaît comme une solution durable pour soutenir la production agricole, améliorer les revenus des exploitants, et renforcer la résilience des populations rurales.

La sous-préfecture d'Odienné où se situe le village de Gbahanla dispose d'un potentiel important en terres arables soit plus de 6 bas-fonds et des ressources hydriques exploitables (SYLLA, 2024). Cependant, ce potentiel reste sous-utilisé en raison d'une insuffisance d'infrastructures hydro-agricoles en bon état.

Le présent mémoire s'inscrit donc dans une démarche d'étude et de proposition d'un projet d'aménagement d'un périmètre irrigué à Gbahanla. Il est intitulé: « **Etude d'aménagement de 132 ha en aval du barrage de Gbahanla, dans la région du Wassoulou, RCI** ». Il contient les propositions techniques, sociales, économiques et environnementales pour la conception dans les règles de l'art des différents ouvrages afin de garantir leur durabilité, leur efficacité et la satisfaction des futurs bénéficiaires.

II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCEUIL ET LA ZONE DU PROJET

II.1 Présentation de la structure d'accueil

BANI Ingénieur Conseil est un bureau d'étude ivoirien de type Société à Responsabilité Limitée (SARL) fondé le 09 février 2010 par Monsieur Jean-Jacques Dewellet KOUAKOU, actuel Directeur Général de ladite entreprise. Il intervient principalement dans l'Etude, le Suivi et le contrôle des travaux et les prestations qui s'y rattachent sont dans les domaines suivants :

- Aménagement et développement rural ;
- Infrastructures routières et bâtiment ;
- Assainissement- Epuration des eaux usées ;
- Alimentation en eau potable.

Le bureau d'étude propose également des Assistances Techniques et des formations en :

- Aménagement de bassin versant ;
- Développement rural ;
- Assistances aux maîtres d'ouvrages et maîtrise d'œuvre ;
- Agriculture et élevage ;
- Organisation et gestion de chantier et travaux communautaires ;
- Evaluation de projet en agriculture.

La figure ci-dessous présente la structuration de l'entreprise en vigueur depuis 2010.

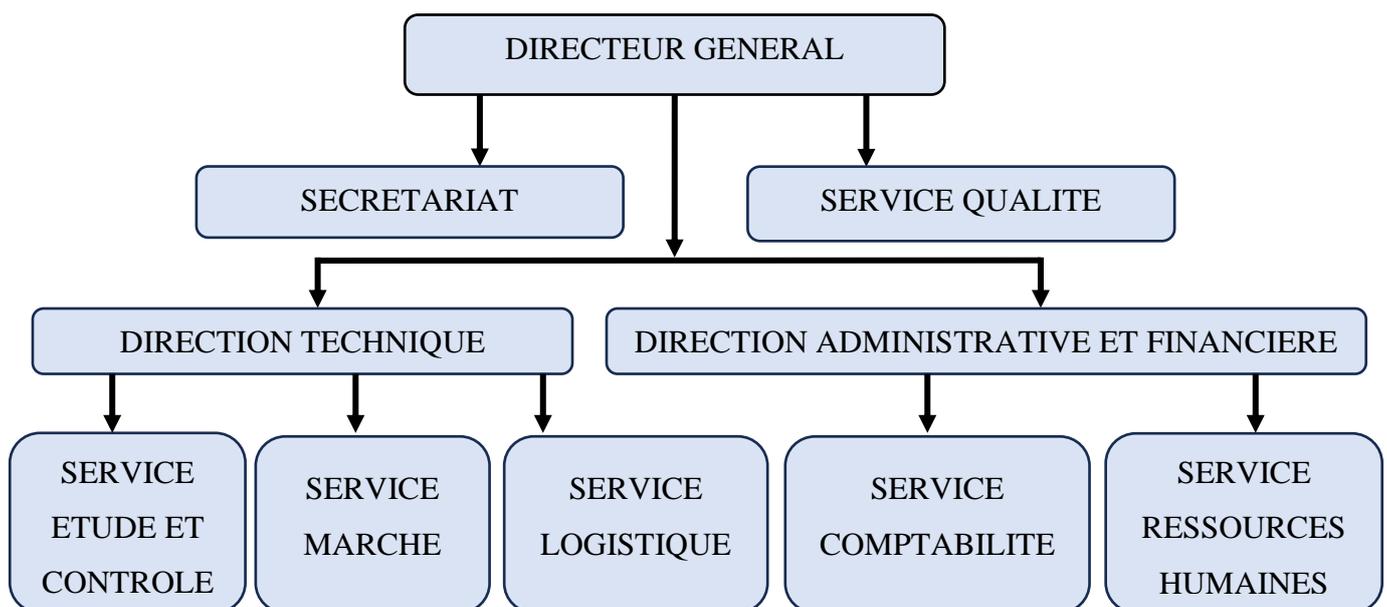


Figure 1: Organigramme de l'entreprise

II.2 Présentation de la zone d'étude

Gbahanla est un petit village du nord de la Côte d'Ivoire situé à environ 05 km de la ville de Gbéléban. Il s'inscrit dans le district du Denguélé, plus précisément dans la région du Kabadougou, sous-préfecture d'Odienné. Le tout dernier recensement en 2021 donne une population de 4705 habitants pour la ville (Institut National de la Statistique, 2022).

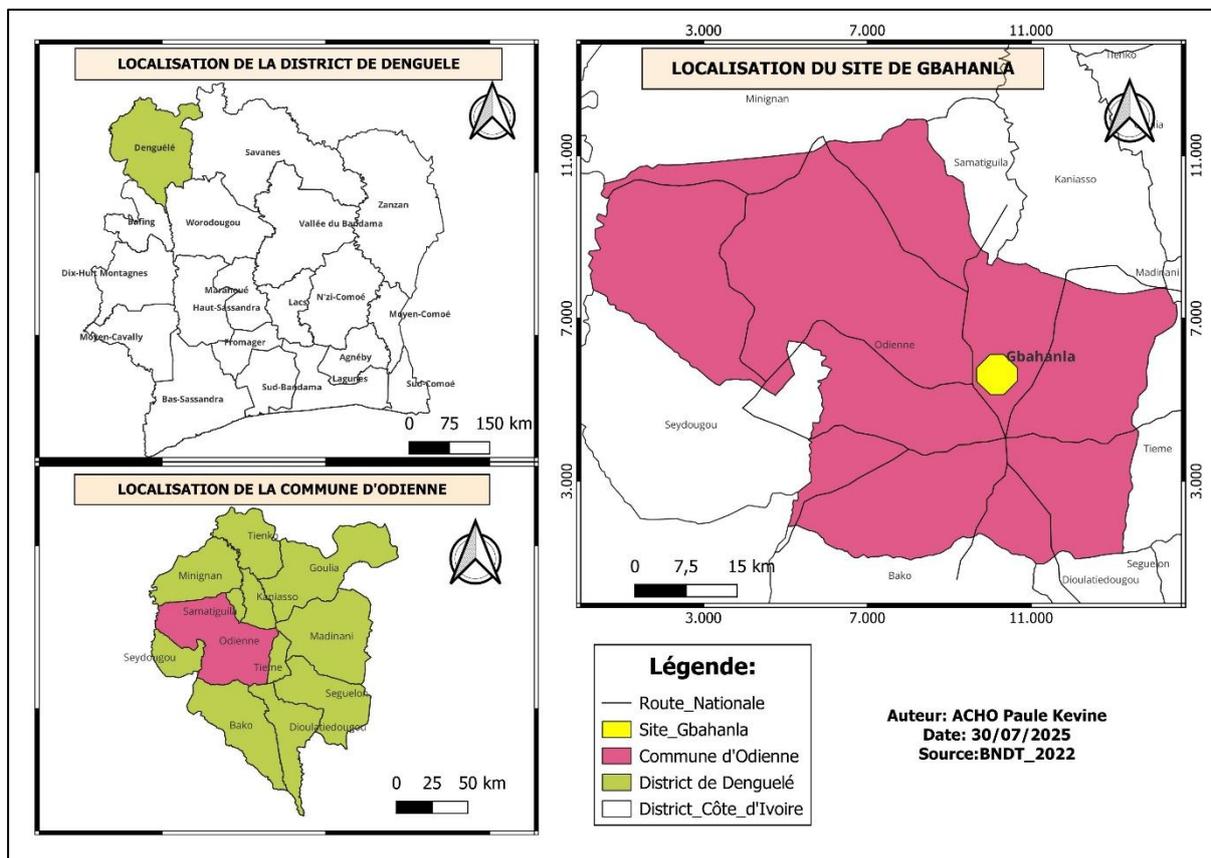


Figure 2: Carte de la zone d'étude

Le site à aménager quant à lui se trouve entre les $7^{\circ}35'00''$ et les $7^{\circ}36'15''$ de longitudes Ouest et entre les $9^{\circ}35'44''$ et $9^{\circ}35'45''$ de latitudes Nord. Il s'étend sur une superficie de 132 ha.

II.2.1 Le climat

La sous-préfecture d'Odienné a un climat tropical avec un régime pluviométrique marqué par deux grandes saisons (Kouakou, 2017). La saison sèche et chaude, la plus longue s'étend de Décembre à Mai et s'accompagne fréquemment de l'harmattan venant du désert du Sahara (Décembre à Janvier). Durant cette période la pluie est quasi absente, la température varie entre 24°C et 36°C et le mois de Mars est considéré comme le mois le plus chaud de l'année. La saison pluvieuse quant à elle débute en Juin et prend fin en Novembre avec des précipitations moyennes de 1488 mm. Le mois d'Août est le plus pluvieux de l'année.

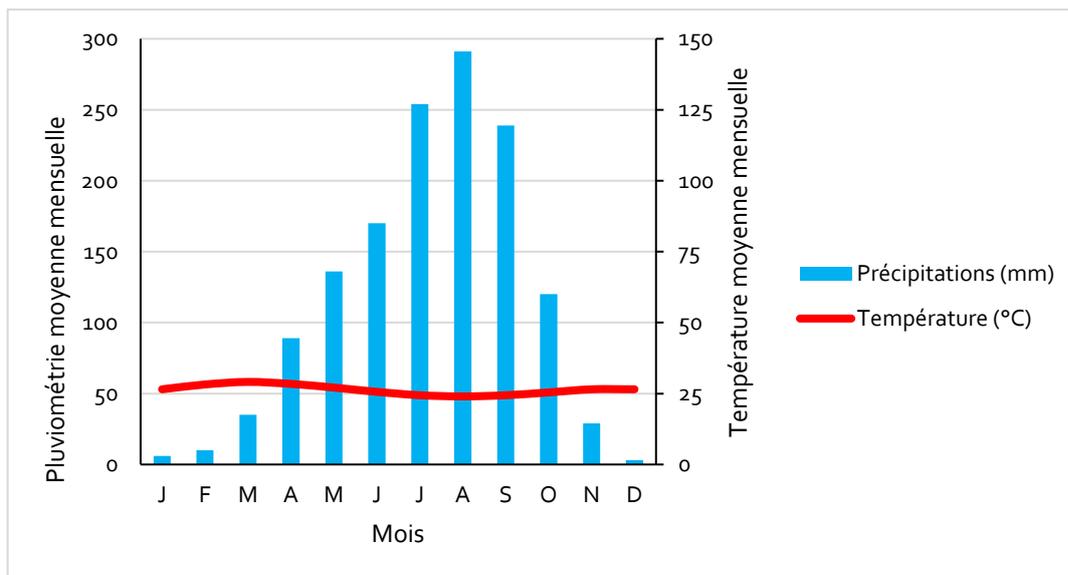


Figure 3: Diagramme ombrothermique

II.2.2 Le relief et le sol

Le relief de Gbahanla présente un terrain varié constitué majoritairement de collines granitiques puis de vallées, de plateaux accidentés et des pentes douces. On y trouve également des montagnes telles que le Mont Tyouri d'une altitude de 913 m (sous-préfecture d'Odienné).

Au niveau des sols, ils sont de type ferrallitique en générale. Plus spécifiquement, il y'a :

- Les sols ferrallitiques lessivés qui sont riches en argiles et possèdent de fortes teneurs en argile.
- Les sols bruns tropicaux présents sur des affleurements de roches avec un fort taux d'argile également.
- Les sols hydromorphes organiques situés dans les zones marécageuses.

II.2.3 La végétation et la faune

La couverture végétale à Odienné est à dominance de savane arborée. Elle se caractérise par une association de savane et de forêt claire. Dans le Sud, se trouve des galeries forestières tout au long des cours d'eau. Cette végétation regorge de plantes médicinales, fruitières et d'autres genre notamment la *Vittellaria paradoxa* (karité), la *Parkia Biglobosa* (nééré), (soumbara, beurre de karité), tamarinier, manguier etc...comme le confère (SYLLA, 2024). La faune est composée d'une variété d'espèces animales dont les mammifères, les reptiles et les oiseaux. Il y'a par exemple les babouins, des phacochères, des perdrix et des francolins ainsi que des antilopes...

II.2.4 Réseau hydrographique

Le Kabadougou a un fort potentiel en ressources en eau. Cette richesse est le fruit de la présence de trois (3) grands bassins qui se trouvent dans la région. Ce sont entre autres le bassin du cours d'eau Baoulé qui est un important affluent du fleuve Niger, le bassin versant du fleuve Bandama et le bassin du fleuve Sassandra qui prend sa source dans le Kabadougou. Ces cours d'eaux et leurs affluents traversent toute la région et donc les villes et villages qu'elle englobe dont le village de Gbahanla.

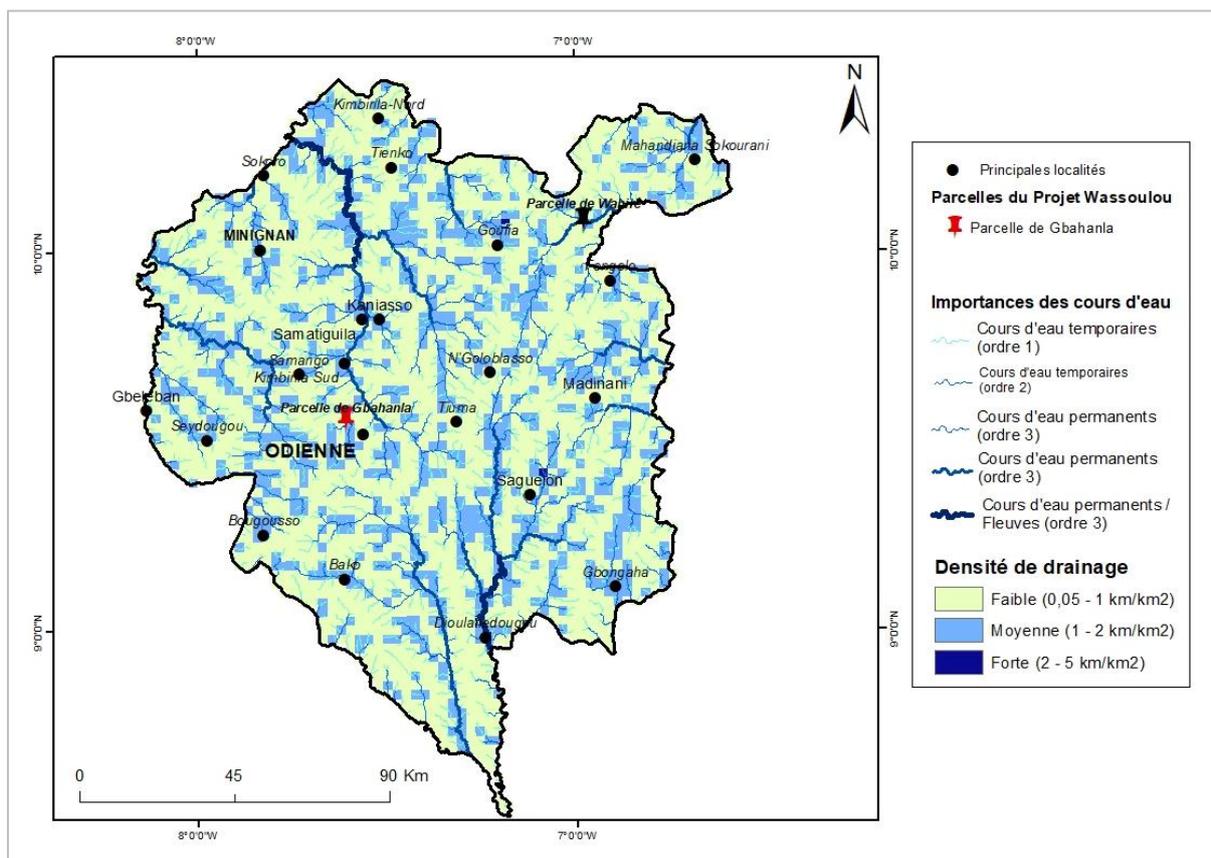


Figure 4: Réseau hydrographique de la ville d'Odienné

Source : Rapport pédologique du projet Wassoulou

II.3 Synthèse des études socio-économiques

La population du village de Gbahanla est composée majoritairement de Malinkés, de Sénoufo et d'allogènes Akan, Krou, Peulh et Mahou. La proportion d'allogènes et d'étrangers ne dépasse pas 5% de la population totale de la région. La religion dominante est l'islam. Au niveau du foncier, l'acquisition des terres relève de deux principes de droit. Il s'agit du principe de l'occupation première de la terre et de celui de la cession de la terre par une convention de don. En ce qui concerne le genre il faut noter que les conditions différentielles entre homme et femme se manifestent dans tous les domaines (économique, social et politique). La population féminine

est à majorité analphabète (80,84%) avec comme conséquences la méconnaissance de ses droits, tout comme c'est le cas chez les hommes (PIDAC, 2023). Les femmes occupent des emplois précaires dans l'économie. Elles n'ont pas droit à la parole dans les assemblées de décision mais jouent le rôle de conseillère quand celles-ci sont détentrices d'informations. Les jeunes quant à eux se sentent obligés d'occuper les forêts classées, de quitter leur région ou d'intégrer de nouveaux corps de métiers ; en l'occurrence, le taxi-moto faute d'accès aux terres. Le niveau de pauvreté du village et de la région du Kabadougou en générale est de 71,7% (Ouoya, 2019).

La principale activité économique est l'agriculture. Les spéculations les plus pratiquées sont : les cultures vivrières (maïs, riz, arachide), les cultures de rente (coton, anacarde et mangue) et les cultures maraîchères (principalement oignon, piment, gombo, aubergine et chou. Le travail se fait manuellement avec du matériel agricole rudimentaire : machette, daba, mais aussi avec le matériel d'attelage. Les travaux champêtres sont partagés entre les hommes responsables de la culture de rente et d'une grande partie des céréales ; et les femmes s'occupent des cultures maraîchères et légumières. La seconde activité est l'élevage qui reste encore en développement. Il est pratiqué par les peulhs et le bétail est composé essentiellement de bovins, ovins et caprins. Comme infrastructures socio-économiques, le village dispose d'un (01) centre de santé et d'une (01) école.

III. PRESENTATION DU PROJET

III.1 Contexte

Dans un contexte de changement climatique et de pressions croissantes sur les ressources naturelles, les stratégies de développement en Côte d'Ivoire sont élaborées et s'articulent autour de l'intensification agricole durable.

La Côte d'Ivoire bien que disposant de potentialités favorables au développement de l'agriculture reste confrontée à des défis majeurs, notamment l'insuffisance des infrastructures hydrauliques, la dépendance à la pluviométrie, et la faible productivité agricole notamment la région nord.

Conscient de l'importance de l'agriculture dans son économie et des nombreuses contraintes annexes du secteur, le Gouvernement Ivoirien s'est engagé dans le cadre de la mise en œuvre du Plan National de Développement 2016-2020 et du Plan National d'Investissement Agricole de 2ème génération (PNIA 2) à renforcer les systèmes de production et œuvrer pour

l'amélioration des conditions de vie des acteurs du milieu rural. C'est dans l'optique d'un changement structurel de l'économie agricole que le Projet de Développement Intégré du Wassoulou vit le jour. Les activités de ce projet ciblent le village de Gbahanla où l'agriculture y est principalement pluviale, ce qui la rend vulnérable aux périodes de sécheresse fréquentes et empêche les producteurs d'exploiter efficacement les terres disponibles toute l'année. Il vise à proposer des solutions aux problèmes agro-climatiques et l'une des options est la construction d'un barrage dont la retenue servira de ressource pour l'alimentation en eau du périmètre irrigué dudit village.

III.2 Objectifs de l'étude

L'objectif de cette étude est de réaliser l'aménagement du périmètre irrigué polyculture en aval du barrage de Gbahanla. Cet objectif global s'étale sur des objectifs spécifiques que sont :

1. Réaliser le design préliminaire ;
2. Conduire une étude hydrologique ;
3. Réaliser le design final ;
4. Proposer une mesure d'accompagnement du projet : étang piscicole ;
5. Réaliser une étude financière ;
6. Evaluer les impacts environnementaux et sociaux.

IV. MATERIELS ET METHODES

IV.1 Matériels

Le matériel utilisé est celui qui a servi au traitement des données. Ce sont :

- QGIS : Pour la génération des cartes de la zone d'étude
- Autocad, covadis : Pour la génération des courbes de niveau et tracés des profils et plans
- Pack office : Pour les calculs et rédaction
- Zotéro : Pour la génération de la bibliographie.

IV.2 Collecte des données et études de bases

Il s'agit de collecter les informations et résultats d'études antérieures validées sur l'espace à aménager qui sont incontournables pour la réalisation du projet.

IV.2.1 Données topographiques

Les levés topographiques effectués sur le site du projet ont permis d'obtenir une configuration précise du terrain. A partir des données récoltées les courbes de niveaux ont été générées et ont servi à un meilleur aménagement du périmètre en tenant compte des pentes naturelles.

IV.2.2 Données pédologiques

Les données pédologiques ont permis de connaître les caractéristiques du sol notamment la texture et les paramètres hydrodynamiques. Ces informations ont été déterminantes pour le choix de cultures à pratiquer sur le périmètre, le type de systèmes d'irrigation à concevoir.

Les paramètres hydrodynamiques mesurés sur le terrain étaient la réserve utile en eau (Ru) du sol et le coefficient de perméabilité à saturation (Ksat). Ils ont respectivement été déterminés par la méthode gravimétrique et la méthode de l'anneau unique d'infiltration.

IV.2.3 Données hydrologiques

Les données hydrologiques ont consisté essentiellement à relever les caractéristiques du barrage de Gbahanla dont la cuvette sert de ressource en eau.

IV.2.4 Données climatologiques

C'est l'ensemble des données relatives au climat de la zone d'étude notamment la température, la pluviométrie et l'évapotranspiration.

IV.3 Méthodologie de conception des systèmes d'irrigation

Le périmètre irrigué à aménager comprend un secteur destiné à l'agriculture et un autre pour la pisciculture. Ainsi la conception s'est axée sur les systèmes d'irrigation pour l'arrosage des cultures notamment l'irrigation de gravitaire et par micro-aspersion puis le dimensionnement des étangs pour l'élevage des poissons.

IV.3.1 Détermination des besoins en eau agricoles

Les principales activités prévues sur le périmètre agricole sont la riziculture et la réalisation de cultures maraichères.

❖ Les besoins en eau du riz

L'évaluation des besoins en eau pour la riziculture se résume en la détermination de :

L'eau nécessaire à la préparation du sol : C'est le volume d'eau acheminé avant la semi pour humidifier le sol et le saturer. Cet apport représente la réserve utile (Ru) et est moins importante en saison sèche.

$$Ru = da \times Z \times (\theta_{FC} - \theta_{wp}) \quad (1)$$

RU : Réserve utile du sol [mm]

θ_{fc} : Capacité au champ [-]

θ_{wp} : Capacité au point de flétrissement [-]

Zr : Profondeur d'enracinement de la culture [m]

Des besoins de compensation : C'est la quantité d'eau pour remplacer les pertes par infiltration, percolation, évaporation et les fuites (réseau). Elle dépend de la nature du sol de la zone cultivable et représente un pourcentage du besoin en eau à acheminer à la parcelle par un réseau. Ce pourcentage est appelé efficacité du réseau et dépend du type de réseau et revêtement.

Tableau II: Efficacité de réseau en fonction du type de réseau

Méthode	Irrigation de surface	Irrigation par aspersion	Irrigation goutte à goutte
Efficacité E_a (%)	60	75	90

Source FAO 1989

Les besoins de la plante : C'est la quantité d'eau nécessaire pour son développement jusqu'à sa maturation. Son évaluation tient compte des besoins propres de la plante qui dépendent de son coefficient cultural, qui lui-même est fonction du stade végétatif de la plante mais également du volume d'eau pour le remplissage des casiers rizicoles et la lame d'eau à maintenir dans ceux-ci. (B. Alphonse, N. Achiayé, Kéli Z., Yoboué N. & Yayha Coulibaly Mangoa, N'guessan Placide, 2005)

- Remplissage des casiers

$$B_{plante} = ETM + V_R + I \quad (2)$$

- Phase d'entretien

$$B_{plante} = ETM + I + Le \quad (3)$$

Avec :

$ETM = ETP \times K_c$: Evapotranspiration maximale de la plante

V_r : Volume de remplissage des casiers rizicoles

I : Percolation fixée à 5mm/j

B_{plante} : Besoin de la plante ;

Le : Entretien de la lame d'eau ;
 Kc: Coefficient cultural de la plante ;
 ETP : Evapotranspiration potentielle.

Les besoins nets : c'est la quantité d'eau réellement nécessaire pour répondre aux besoins de la plante, sans tenir compte des pertes.

$$B_{net} = B_{plante} - P_e \quad (4)$$

Avec P_e : Pluie efficace qui est la fraction de pluie qui s'infiltré effectivement dans le sol. Selon la FAO, on a : (FAO, 1977)

$P_e = 0,6P - 10$; si $P < 70$ mm

$P_e = 0,8P - 24$; si $P > 70$ mm

Les besoins bruts ou besoins en tête de réseau : c'est la quantité totale d'eau qu'il faut prélever à la source (barrage, canal, puits, etc.) pour que la culture reçoive le besoin net, en tenant compte des pertes tout au long du système d'irrigation. Il dépend donc de l'efficience du réseau.

$$B_{Brut} = \frac{B_{net}}{E_a} \quad (5)$$

Le débit fictif continu (DFC) : C'est le débit théorique constant qui permet de satisfaire les besoins bruts en eau du périmètre irrigué, si on irriguait 24h/24 en continu, sans interruption.

$$DFC(l/s/ha) = \frac{B_B \times 1000}{3600 \times 24 \times N_j} \quad (6)$$

Avec :

B_t : besoin brut en tête de réseau (en m^3/ha).

N_j : nombre de jours de la période considérée (mois ou décades)

Le débit maximum de pointe (DMP) : C'est le débit le plus élevé qui a servi au dimensionnement du réseau d'irrigation.

$$DMP(l/s/ha) = \frac{B_B \times 1000}{3600 \times N_h \times N_j} \quad (7)$$

BB (m^3/ha): Besoin brut

N_j : nombre de jours réel d'irrigation

N_h : Nombre d'heure d'irrigation

La main d'eau (m) : Elle est le débit d'eau qui est attribué à une unité d'irrigation, notamment à un agriculteur individuel ou à une parcelle. Ce débit peut être de 10 l/s et plus.

Le quartier hydraulique : Il représente la superficie de la totalité des parcelles qu'on peut irriguer à partir d'une même main d'eau.

$$W(ha) = \frac{m}{DMP} \quad (8)$$

$W(ha)$: quartier hydraulique

$m(l/s)$: la main d'eau

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

❖ **Besoins en eau pour les cultures maraîchères**

L'évaluation des besoins en eau des cultures maraichères (besoin de la plante) se fait différemment de celle du riz. Elle ne tient pas compte de l'eau de remplissage des casiers et de la lame d'entretien. Le calcul s'est fait comme suit avec des coefficients de culture propres à chaque culture maraichère (FAO, 1987):

$$B_{plante} = ETP \times Kc \quad (9)$$

Le calcul des autres paramètres à savoir le besoin net, le débit fictif continu et le débit maximal de pointe sont déterminés de la même manière que ceux du riz.

IV.3.2 Conception du système d'irrigation de surface

❖ **Canaux d'irrigation et drains**

Le périmètre est équipé de canaux primaires qui sont alimentés depuis la prise, des canaux secondaires et de canaux tertiaires dont les eaux arroseront la parcelle.

Les drains quant à eux sont les canaux par lesquels les excédents d'eau sont évacués hors de la parcelle. Ces canaux ont été dimensionnés par la formule de MANNING STRICKLER :

$$Q = Ks \times S \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (10)$$

Avec :

$Q(m^3/s)$: transité par le canal

K_s : Coefficient de rugosité du canal

$S(m^2)$: Section mouillée du canal

R (m) : Rayon hydraulique $\Rightarrow R = \frac{\text{Section mouillée}}{\text{Périmètre mouillé}}$

I : Pente longitudinale du canal

m : Fruit de berge

❖ Ouvrage de prise

Les ouvrages de prise sur le canal primaire sont dimensionnés pour délivrer un débit alimentant les blocs d'irrigations. La formule utilisée pour le dimensionnement est la suivante :

$$Q = CS\sqrt{2g\Delta h} \quad (11)$$

Avec :

$C = 0.60$

S = Section du pertuis

Δh = La différence de niveau entre le plan d'eau dans le canal primaire et ceux des canaux secondaires

Le seuil assurant le niveau constant au droit de la prise est calculé à partir de la formule :

$$q = mLh\sqrt{2gh} \quad (12)$$

Avec :

q : débit franchissant le seuil en m^3/s

m : fonction du type de seuil et du type d'écoulement sur le seuil

L : longueur du seuil déversant en m

h : la charge au dessus du seuil en m

g : accélération de la pesanteur ($9.81m/s^2$)

Le débit du déversoir correspond au débit nécessaire à l'irrigation des blocs à l'aval de la prise étudiée.

La longueur du seuil déversant est fixée et on détermine le tirant d'eau sur le seuil.

Les seuils sont dimensionnés pour un fonctionnement en dénoyé sur le canal en rive droite. Un seuil est dit dénoyé si $Z > 0,4 h$ où

h = hauteur d'eau sur le seuil

Z = différence de niveau entre le tirant d'eau amont et le tirant d'eau aval.

Le radier du canal au niveau du seuil est aménagé avec un décrochement par rapport au radier amont, afin de garantir un écoulement en régime dénoyé. La hauteur du seuil est déterminée par la différence entre la hauteur d'eau en amont du seuil dans le canal et la charge hydraulique de déversement.

Les pertes de charges

Les canaux sont dimensionnés en régime uniforme. Dans cette condition le plan d'eau, la ligne de charge et le fond du canal sont parallèles. Les pertes de charges linéaires sont reprises par la pente du canal (Chourghal, 2020).

Pertes de charges singulières

Elles sont engendrées par les singularités que sont les différents ouvrages se trouvant sur les canaux notamment les ouvrages de prise.

$$\Delta H = \frac{(\sum K) \times U^2}{2g} \quad (13)$$

Avec

U : vitesse d'écoulement de l'eau dans l'ouvrage

K : Coefficient de singularité

IV.3.3 Conception du système d'irrigation par aspersion

Les formules ci-dessous ont permis la caractérisation et le choix des asperseurs.

Pression nominale : Elle correspond à la pression optimale à laquelle l'asperseur fonctionne correctement (Keller J, Bliesner, RD, 1990). Elle se calcule comme suit :

$$\Delta H_{tot} + \Delta E_{tot} \leq 20\% P_{nom} \leftrightarrow P_{nom} = \frac{\Delta H_{tot} + \Delta E_{tot}}{20\%} \quad (14)$$

Avec :

ΔH_{tot} (m) : perte de charge par friction

ΔE_{tot} (m) : dénivelée totale

Diamètre mouillé

C'est le diamètre de la surface réellement arrosée par le jet d'eau de l'asperseur. Sa valeur est déterminée dans un catalogue et dépend de l'espacement entre les asperseurs.

La pluviométrie de l'asperseur

C'est la quantité d'eau à appliquer sur la surface à arrosée par jet.

$$P_{asp} = \frac{Q_{asp} \times 1000}{E_{asp} \times E_{rp}} \quad (15)$$

Avec :

P_{asp} (mm/h) : Pluviométrie de l'asperseur

Q_{asp} (l/s) : débit de l'asperseur obtenu par lecture d'un catalogue

E_{asp} (m) : écartement entre asperseurs

E_{rp} (m) : écartement entre rampes

Nombre de rampes sur une porte rampe

$$N_{rp} = \frac{L_{parc}}{E_{rp}} \quad (16)$$

L_{parc} (m) : longueur nette de la parcelle

Nombre d'asperseurs sur la rampe

$$N_{asp} = \frac{l_{parc}}{E_{asp}} \quad (17)$$

l_{parc} (m) : largeur nette de la parcelle

Temps de travail par poste exprimé en heures

$$T_s = \frac{Dose_{brute}}{P_{asp}} \quad (18)$$

Nombre de postes effectués par jour

$$N_s = \frac{T_{Wmax}}{T_s} \quad (19)$$

où T_{Wmax} est le temps maximum de travail.

Débit transité par la rampe

$$Q_{rp} = Q_{asp} \times N_{asp} \quad (20)$$

Q_e (l/s/ha) : débit d'équipement

N_{asp} : nombre d'asperseurs placés sur la rampe

Q_{rp} (l/s) : débit de la rampe

Débit transité par le porte-rampe

$$Q_{prp} = Q_{rp} \times N_{rp/prp} \quad (21)$$

Avec :

Q_{rp} (l/s) : débit de la rampe

$N_{rp/prp}$: nombre de rampe placer sur la porte rampe

Q_{prp} (l/s) : débit de la porte rampe

Débit transité par la conduite secondaire

$$Q_{Cond.Sec} = Q_{prp} \times N_{prp/Cond.Sec} \quad (22)$$

Avec :

$Q_{Cond.Sec}$ (l/s) : débit transité par la conduite secondaire

$N_{prp/Cond.Sec}$: nombre de porte rampes desservies par la conduite secondaire

Q_{prp} (l/s): débit de la porte rampe

Débit transité par la conduite primaire

$$Q_{Cond.Prim} = Q_{Cond.sec} \times N_{Cond.sec} \quad (23)$$

Avec :

$Q_{Cond.Prim}$ (l/s) : débit transité par la conduite primaire

$N_{Cond.Sec}$: nombre de porte rampes desservies par le tube secondaire

$Q_{Cond.Sec}$ (l/s) : débit transité par la conduite secondaire

Condition de Christiansen

Pour avoir une bonne uniformité de la répartition de l'eau il est nécessaire que la différence de pression maximale entre deux asperseurs qui fonctionnent (ΔP) soit inférieure à 20% de la pression moyenne de fonctionnement de l'asperseur (P_{nom}).

$$\Delta P = \Delta H - E_i - E_d \leq \Delta H_{adm} \quad (24)$$

$$\Delta H_{adm} = 20\%P_{nom} \quad (25)$$

Avec

ΔP (m) : Variation de pression dans la conduite ;

• ΔH_{rampe} (m) : Perte de charges dans la conduite ;

- Ei-Ed (m) : Dénivelée amont- aval.

IV.3.4 Station de pompage

La station de pompage est composée de pompes capables de fournir le débit et la hauteur d'énergie (HMT) nécessaire pour l'irrigation de chaque point de la parcelle. Cette hauteur est calculée en prenant en compte toutes les pertes de charges du réseau.

$$HMT = H_{tot} + \Delta H_{géo} + \Delta H_{sing} + \Delta H_{filtre} \quad (26)$$

Avec

- Htotal (m) : Pertes de charges totales dans le réseau ;
- ΔHgéomé (m) : Elle correspond à la différence de côtes entre la surface de l'eau à la station et la côte maximale d'arrosage ;
- ΔHsingulière (m) : Pertes de charges dans les pièces de connexion qui correspond à 10% de la perte de charge total Htotal ;
- ΔHfiltre : Pertes de charges dans le filtre.

IV.3.5 Sources d'énergie

Les systèmes d'irrigation alimentés par l'énergie solaire s'imposent aujourd'hui comme des solutions écologiques. En plus de favoriser une agriculture durable, ils participent à la préservation de l'environnement et sont autonomes. Cependant il est essentiel de prévoir une source d'énergie complémentaire telle qu'un groupe électrogène en période d'absence ou de faible ensoleillement.

❖ Le champ photovoltaïque

Les panneaux solaires sont dimensionnés pour une durée d'ensoleillement précise et la relève est assurée par les batteries pendant la période nocturne (Mammeri, 2017). Le principe de dimensionnement est détaillé en ANNEXE B : NOTE DE CALCUL PERIMETRE RIZICOLE

❖ Choix du groupe électrogène

Pour les pompes, il est fréquent que la puissance de démarrage d'un groupe électrogène représente le triple de sa puissance nominale avec un fonctionnement pour un rendement entre 50% et 80% et une marge de sécurité de 20% à 30%.(Estelle, 2024)

$$P_{groupe} = 3 \times P_{nom. pompe} \quad (27)$$

IV.4 Conception de l'étang piscicole

IV.4.1 Besoins en eau pour la pisciculture

L'estimation des besoins en eau des étangs piscicoles a été basée sur le volume nécessaire au remplissage, en tenant compte de leur forme, du nombre de poissons, de l'espèce élevée, ainsi que des pertes par évaporation et infiltration. Dans le cadre de ce projet, seules les dimensions techniques des étangs ont été définies, sans détailler les aspects pratiques de l'activité piscicole.

V. RESULTATS

V.1 Données de bases

V.1.1 Données pédologiques et topographiques

L'étude pédologique et topographique sur une échelle 1/500 du bas fond a été réalisée à la base pour une superficie brute de 220 ha. La figure ci-dessous donne un aperçu des zones propices à des cultures spécifiques.

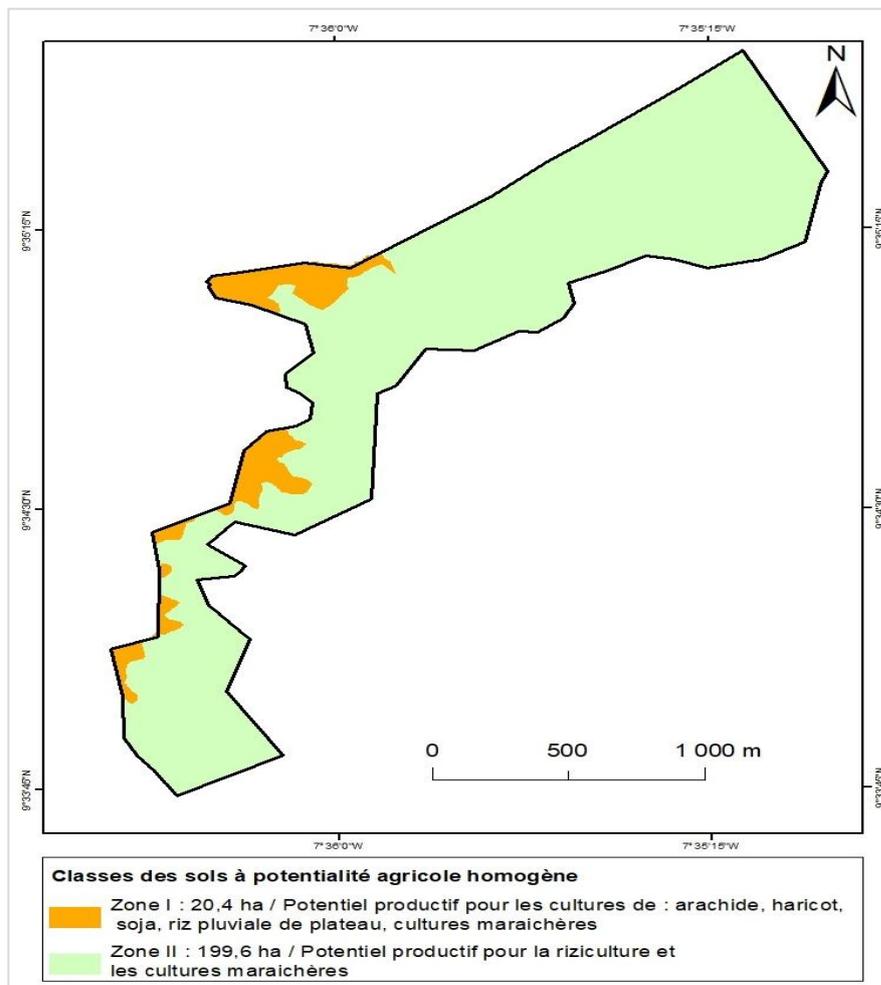


Figure 5: Carte de répartition des zones à potentialités agricoles du périmètre hydro-agricole

Source : Rapport pédologique du projet Wassoulou

Les aptitudes culturales des sols obtenues à l'issue de l'étude pédologique sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau III : Aptitudes culturales des sols de la plaine

Type de sol	Superficie Occupée (ha)	Vocation Culturelle
Sol ferrallitique remanié et induré à faible profondeur	20,49	Cultures maraîchères selon la profondeur d'apparition de l'induration et les moyens d'irrigation
Sol ferrallitique typique hydromorphe à gley	11,41	- Maraîcher - Riziculture
Sol ferrallitique typique modal à faciès hydromorphe	188,1	- Maraîcher - Riziculture

Les sols propices à la riziculture irriguée et au maraîchage s'étendent sur une superficie de 199,51 ha. Cependant, la superposition des informations pédologiques et les plans topographiques donne une superficie aménageable nette de 132 ha, superficie qui fait l'objet de l'étude. Ainsi cette superficie sera aménagée comme suit :

- 122 ha environ pour la riziculture irriguée ;
- 7 ha environ pour le maraîchage ;
- 3 ha environ pour la pisciculture.

Aussi, les valeurs de conductivité hydraulique (Ksat) (perméabilité) définies par la vitesse d'infiltration de l'eau varient de 11,4 à 41,5 mm/h (Fernand, 2024).

V.1.2 Données hydrologiques

Les caractéristiques du barrage de Gbahanla sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV: Caractéristiques du barrage

Désignation	Valeurs
Surface du bassin versant (km ²)	197.93
Capacité de la retenue (m ³)	10 000 000
Apport annuel (m ³)	53 070 588
Largeur en crête de la digue (m)	6

V.1.3 Données climatologiques

Les données sur le climat sont celles de la ville d'Odienné sur la période de 1966 à 2021. Elles proviennent des études statistiques menées par la Société en charge de l'exploitation des données météorologiques et pluviométriques en Côte d'Ivoire (SODEXAM).

Tableau V: Données climatologiques de la ville d'Odienné de 1966 à 2021

Paramètres	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
Pluie mensuelle (mm)													
Min	0	0	0	7	17	52	100	146	112	40	0	0	
Moy	4.44	11.7	32.2	75.6	119	155	272	339	243	142	30.8	6.31	1 429
Max	57.2	54	135	174	242	346	477	592	417	358	97.8	85	
Evapotranspiration potentielle (mm)													
ETP (mm)	119	137	147	149	144	134	122	121	124	128	119	108	1552
Température à Odienné (°C)													
Température (°C)	24.9	27.0	29.0	29.0	28.0	26.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	24.0	26.1

V.2 Résultats de l'évaluation des besoins en eau

V.2.1 Besoin en eau agricole

Les besoins en eaux évalués sont pour le riz et les cultures maraîchères notamment la tomate, l'oignon pour deux campagnes.

Le calcul des besoins en eau se fait en fonction des coefficients de cultures, l'ETP et de la pluie. Pour le riz spécifiquement, en plus des besoins en eau propres à la plante, on prend en compte les étapes ci-dessous :

La saturation du sol se fait au début de chaque cycle avec un apport de 100 mm à la première décade et des doses de 50 mm à la seconde et la troisième décade.

Pour la mise en eau des casiers, une lame d'eau de 75 mm est apportée au début du repiquage puis une dose supplémentaire de 25 mm. 20 jours après cette étape. Le niveau d'eau de 100 mm doit être maintenu jusqu'en début de montaison où un autre apport de 25 mm rehausse la hauteur d'eau à 125 mm jusqu'à la fin de l'épiaison. De la fin de l'épiaison à la fin de la maturation, la lame d'eau passe en 25 jours de son niveau maximum à son niveau minimum.

Les pertes sont compensées par l'efficacité du réseau qui est à 65% pour le réseau destiné à la riziculture et 75% pour le réseau maraicher. Les valeurs des coefficients culturaux utilisées ainsi que les détails de calcul des besoins sont en ANNEXE A : CALCUL DES BESOINS EN EAU

Les valeurs des besoins en eau montrent que la tomate est la plus consommatrice en eau pour la période pointe donc sert de base pour le dimensionnement du système d'irrigation des cultures maraichères. Les besoins de pointe suivant l'année se situent dans le mois de mars pour le riz et la tomate et février pour l'oignon. Le calcul résultats sont consignés dans le tableau IV.

Tableau VI: Evaluation des besoins en eau

Paramètres	Riz		Tomate		Oignon	
	120 jours		151 jours		150 jours	
	Cycle 1 (Juil-nov)	Cycle 2 (Janv-mai)	Cycle 1 (Juin-Oct.)	Cycle 2 (Déc-Avril.)	Cycle 1 (Juin-Oct.)	Cycle 2 (Déc-Avril.)
Besoins totaux en eau (m ³ /ha)	7 467	19 637	564.17	7 678.5	577.8	6246
Période de pointe	août	Mars	Août	Mars	Août	Février

V.2.2 Besoin en eau de l'étang piscicole

La détermination des besoins de remplissage de l'étang se fait en fonction de ses dimensions qui dépendent du nombre d'individus qui s'y trouvent et les différentes pertes en eau. Dans le cas du projet, les étangs sont destinés à l'alevinage pour la production d'alevins et grossissement pour la production de poisson de consommation.

Les étangs de production ont une densité de mise en charge de (01) géniteur par mètre carré dans une proportion d'un (01) mâle pour quatre (04) femelles dans le cas des Tilapias. Avec une fréquence de vidange mensuelle, la production d'alevin peut atteindre cent (100) individus par mètre carré. Quant à l'étang de grossissement la mise en charge est de vingt (20) alevins par mètre carré (Carballo et al., 2008). Dans ces conditions, environ un mètre cube d'eau suffit pour deux (02) poissons.

Les pertes par évaporation sont estimées à 50 m³/j/ha pour une évapotranspiration maximale de 05mm/j au mois d'Avril.

Pour les calculs, des étangs 500 m² sont retenus pour toutes les étapes de la culture du poisson mais le nombre d'individu à l'intérieur dépend des densités de charge indiquées plus haut.

Tableau VII: Evaluation des besoins de l'étang piscicole

Paramètres	Valeurs	Unités
Nombre d'étang de production/Alevinage	2	-
Nombre d'étang de grossissement/ poisson de consommation	58	-
Superficie d'un étang	500	m ²
Nombre de géniteur par étang production/Alevinage	500	-
Nombre de géniteur total	1 000	-
Nombre d'alevin production/Alevinage	29 000	-
Nombre d'alevin total	58 000	-
Nombre de poisson par étang de grossissement	1 000	-
Volume d'eau pour les production/Alevinage	500	m ³
Volume d'eau pour les étangs de grossissement	29 000	m ³
Pertes par infiltration	60	m ³ /j
Pertes par évaporation	150	m ³ /j
Volume de remplissage	35 800	m ³

V.3 Structuration de l'aménagement

Le périmètre de Gbahanla s'étend sur les deux rives de la rivière Kourou-Kaëlle. Selon les aptitudes culturelles fournies par les résultats pédologiques, l'intégralité de la rive droite sert à la riziculture tandis que la rive gauche est exploitée à la fois pour la riziculture, les cultures maraichères et la pisciculture. L'alimentation des deux rives se fait grâce à deux prises issues du barrage permettant de prélever respectivement un débit de 320 l/s et 210 l/s en rive gauche et rive droite.

V.4 Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre rizicole

L'irrigation de l'aménagement se fait de façon gravitaire ou encore par submersion des casiers. Il consiste à recouvrir le sol d'une lame d'eau qui varie le stade de culture du riz. Chaque casier est nivelé afin d'avoir une pente presque nulle essentielle pour une maîtrise du plan d'eau et une répartition homogène de l'eau sur toute la surface.

La lame d'eau doit y séjourner pendant une période déterminée jusqu'à ce qu'elle soit infiltrée dans le sol. L'apport de la quantité d'eau se fait par des canaux avec une efficacité de réseau de 65% car le réseau d'irrigation n'est pas entièrement revêtu. Le dimensionnement est fait avec les besoins du mois de pointe.

Tableau VIII: Dimensionnement préliminaire

Paramètres	Valeurs
RU (mm)	100
Zr (m)	0.6
RFU	66,7
Nombre de jour d'irrigation hebdomadaire (j)	6
Besoin net (mm)	11.49
Besoin brut (mm)	17.67
DFC de pointe (l/s/ha)	1.98
DMP de pointe (l/s/ha)	4.62
Main d'eau (l/s)	40
Surface du quartier hydraulique (ha)	9

V.4.1 Dimensionnement des canaux d'irrigation

❖ Canaux primaires

Les canaux primaires sont de section trapézoïdale et revêtus de béton avec un fruit de berge $m=1/1$. Le canal primaire en rive gauche s'étend sur une longueur de 5 084 m pour une pente de 0,15% et celui en rive droite, une longueur de 3 012 m avec une pente 0,13% et des revanches de 20 cm.

Tableau IX: Caractéristiques des canaux primaires

Canal Primaire	Nombre	Tronçon	Débit transité par tronçon (l/s)	Largeur (m)	Pente (%)	Profondeur (m)
Rive gauche	1	T1	320	0,5	0,15	0,6
		T2	270	0,5	0,15	0,35
		T3	225	0,5	0,15	0,5
		T4	180	0,4	0,15	0,5
		T5	120	0,4	0,15	0,4

Rive droite	1	T1	210	0,5	0,13	0,5
		T2	175	0,4	0,13	0,5
		T3	145	0,4	0,13	0,5
		T4	115	0,4	0,13	0,4
		T5	75	0,3	0,13	0,4

❖ Canaux secondaires

Les canaux secondaires de sections rectangulaires sont disposés parallèlement aux canaux primaires pour une optimisation de l'espace et pour empêcher les prises d'eau directement sur le canal primaire. Les pentes utilisées pour le dimensionnement sont identiques aux primaires. Chaque secondaire est dimensionné pour un débit équivalent à la somme des débits des quartiers hydrauliques qu'il alimente.

Tableau X: Caractéristiques des canaux secondaires

Rive	Nombre	Canal secondaire	Longueur (m)	Débit (l/s)	Largeur (m)	Pente (%)	Hauteur (m)
Rive gauche	4	CS1-RG	815.7	55	0,4	0,15	0,4
		CS2-RG	113.9	45	0,4	0,15	0,4
		CS3-RG	113.9	60	0,4	0,15	0,3
		CS4-RG	810.1	30	0,4	0,15	0,3
Rive droite	4	CS1-RD	230.5	60	0,4	0,13	0,4
		CS2-RD	703	40	0,4	0,13	0,4
		CS3-RD	724.4	40	0,4	0,13	0,4
		CS4-RD	252.4	35	0,4	0,13	0,3

❖ Canaux tertiaires

Chaque quartier hydraulique est arrosé par un canal tertiaire en terre de section trapézoïdale avec des talus intérieurs de 1/1. Les canaux tertiaires sont implantés de sorte que la distance parcourue par la lame d'eau dans un quartier hydraulique reste inférieure ou égale à 120 m.

Tableau XI: Caractéristiques des canaux tertiaires

Rive	Nombre	Largeur	Pente (‰)
Gauche	20	0.3	2
Droite	14	0.3	2

La délimitation du périmètre ne donnant pas une forme régulière, les canaux tertiaires ont été d'abord implantés à une distance minimale de 200 m les uns des autres, puis le découpage parcellaire. Les valeurs de main d'eau adoptées varient en fonction des superficies des quartiers hydrauliques obtenues après le découpage dont le plus grand est de 17.83ha.

V.4.2 Mode d'irrigation

Le périmètre est subdivisé en blocs associé chacun à un canal secondaire. A chacune des rives se trouvent 4 blocs. Le mode d'irrigation choisi est la distribution continue, au cours de laquelle tous les quartiers hydrauliques d'un même bloc sont simultanément desservis à l'aide des canaux secondaires. L'irrigation se fait 6 jours par semaine et le dernier jour est destiné au repos selon les habitudes sociales de la zone.

V.4.3 Dimensionnement des prises

❖ Conduites de prises sur barrage

Les conduites de prise sur le barrage permettent le prélèvement de l'eau dans la retenue et aussi de sa vidange. Les conduites sont en fontes.

Tableau XII: Diamètre des conduites de prise sur barrage

Rive	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Diamètre avec formule de la continuité		Diamètre avec formule de EIER		Choix (mm)
			Diamètre théorique (mm)	Diamètre commercial (mm)	Diamètre théorique (mm)	Diamètre commercial (mm)	
Gauche	320	1.5	521.18	600	590.29	600	600
Droite	210	1.5	422.20	500	486.31	500	500

❖ Prises sur canaux

- L'alimentation de chaque canal secondaire se fait par le biais d'un ouvrage de prise primaire délivrant un débit capable de couvrir les besoins en eau du bloc qu'il domine. Les ouvrages de prises secondaires permettent de desservir les canaux tertiaires avec un débit correspondant au module.

Ces ouvrages sont composés chacun de :

- La prise elle-même constituée d'un pertuis de fond avec orifice calibré déversant dans un bassin d'amortissement au départ du canal secondaire/tertiaire ;
 - Un seuil qui assure un niveau constant au droit de la prise ;
 - Un tube PVC de diamètre 50 mm situé à la base du seuil permettant de vider le canal pour le nettoyage. Ce tube est muni d'un bouchon.
- A partir des ouvrages de prise tertiaire, les parcelles seront alimentées. Ils sont composés de :
- Un ouvrage en béton rectangulaire ;
 - Quatre vannettes.

V.5 Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre maraîcher

L'irrigation du périmètre maraîcher de 7 ha se fait au moyen d'un système par micro-aspiration. L'eau est prélevée à partir de deux (02) puisards placés sur le canal primaire de la rive gauche. Ainsi chaque puisard irrigue respectivement des sous périmètres de 4 ha et 3 ha.

Tableau XIII: Dimensionnement préliminaire

Paramètre	Pour 4ha		Pour 3ha	
	Valeur calculée	Valeur retenue	Valeur calculée	Valeur retenue
RU (mm)	100	100	100	100
Profondeur racinaire (m)	0.7	0.7	0.7	0.7
RFU (mm)	66.7	66.7	66.7	66.7
Besoin de pointe BMP (mm/j)	6.8	6.8	6.8	6.8
Fréquence F(j)	9.8	9.8	9.8	9.8
Tour d'eau (j)	3	3	3	3
Dose réelle (mm)	20.3	20.3	20.3	20.3
Efficacité	0.75	0.75	0.75	0.75
Dose brute (mm)	27.1	27.1	27.1	27.1

V.5.1 Dimensionnement des asperseurs

Pour chaque superficie, une surface parcellaire de 0.25 ha est adoptée avec une largeur et longueur de 50 m respectivement. Ce choix vise à octroyer à chaque exploitant une superficie minimale adéquate (supérieure ou égale à 0.2ha) pouvant lui assurer une bonne rentabilité. Les rampes sont espacées de 4m les unes des autres sur chaque parcelle et les asperseurs un écartement de 4m. Les caractéristiques de l'asperseur sont en ANNEXE C: NOTE DE

CALCUL POUR LE PERIMETRE MARAICHER.

Tableau XIV: Dimensionnement final

Désignation	Pour 4ha			Pour 3ha		
	Valeur calculée	Valeur retenue	Catalogue	Valeur calculée	Valeur retenue	Catalogue
Dénivelée totale	0.85	-	-	1.3	1.3	-
Perte de charges par friction (m)	0.34		-	0.52	0.52	-
Pression nominale (bar)	0.60	0.6	1.5	0.91	0.91	1.5
Diamètre mouillée (m)	-	-	8	-	-	8
Débit des asperseurs (l/h)	-	-	100	-	-	100
Ecartement entre les rampes Erp (m)	-	4	-	-	4	-
Nombre de rampes sur le porte-rampe	12.5	12	-	12.5	12	-
Ecartement entre les asperseurs Easp(m)	4	-	-	4	-	-
Nombre d'asperseur sur la rampe	12.5	12		12.5	12	-
Pluviométrie de l'asperseur(mm/h)	6.25	6.25		6.25	6.25	
Temps mis par poste Ts (h)	4.33	4.33	-	4.33	4.33	-
Temps maximal de travail Twmax(h)	-	18	-	-	18	-
Nombre de poste par jour Ns	4.15	4	-	4.15	4	-
Rampe en fonctionnement simultanée	1.004	1	-	1.004	1	-

Le calendrier d'arrosage proposé est le suivant pour une durée de 4h20 min par poste :

Tableau XV: Calendrier d'arrosage

	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 6	Jour 7
Poste 1							REPOS
Poste 2							
Poste 3							
Poste 4							
Poste 5							
Poste 6							
Poste 7							
Poste 8							

Poste 9						
Poste 10						
Poste 11						
Poste 12						

V.5.2 Dimensionnement des conduites

L'eau pulvérisée par les asperseurs est acheminée initialement par une conduite principale propre à chaque sous périmètre. Cette conduite approvisionne deux conduites secondaires sur lesquelles sont imbriquées des portes-rampes de part et d'autre ou d'un seul côté du secondaire selon le découpage parcellaire. Un porte-rampe alimente 24 rampes soit 12 rampes par parcelle, qui à leur tour desservent les asperseurs qu'elles alimentent.

Le dimensionnement préliminaire des conduites est fait en adoptant une vitesse de 1.5m /s. Il a servi de base pour la détermination des pertes de charges dans les conduites par la formule de Calmon-Lechapt dont les paramètres sont consignés dans le tableau ci-contre.

Tableau XVI: Paramètres de calcul des pertes de charge par la formule de Calmon Lechapt

Matériaux	Formule	a	N	M
Mortier de ciment centrifugé	$\Delta H_{simple} = a \times \frac{Q^N}{D^M}$	1.049 .10-3	1.88	4.93
Métal neuf		1.100 .10-3	1.89	5.01
Béton centrifugé		1.160 .10-3	1.93	5.11
Fonte acier revêtement ciment		1.400 .10-3	1.96	5.19
Fonte acier non revêtu neuf		1.601 .10-3	1.975	5.25
Fonte acier non revêtu ancien		1.863 .10-3	2	5.33
PVC /PEHD		1.101 .10-3	1.84	4.88
PVC diamètre D tel que 50≤D≤200 mm		0.916.10-3	1.78	4.78
PVC diamètre D tel que 250≤D≤1000 mm		0.971.10-3	1.81	4.81

(Deboissezon J, 1985)

Les diamètres finaux des conduites sont obtenus en prenant en compte leurs pertes de charges respectives et le facteur de correction qui est fonction du nombre d'ouvertures qu'elle possède. Les conduites sont en PEHD PN 10 pour les rampes, portes rampes et PVC PN 10 pour les conduites de transport et secondaires. Les détails de dimensionnement sont en ANNEXE C: NOTE DE CALCUL POUR LE PERIMETRE MARAICHER .

Tableau XVII: Caractéristiques des conduites pour le périmètre de 4ha

Désignation	Nombre	Débit/conduite (l/h)	Perte de charge (m/m)	Longueur (m)	Facteur de correction	Diamètre théorique	Diamètre commercial
						(mm)	(mm)
Rampe	192	1 200	0,025	50	0,394	22,6	25
Porte-rampe	8	2 400	0,027	50	0,394	28,9	32
Tube secondaire	2	9 600	0,040	200	0,486	73,8	75
Tube primaire	1	19 200	0,020	68	0,639	116,2	125

Tableau XVIII: Caractéristiques des conduites sur le périmètre de 3ha

Désignation	Nombre	Débit/conduite (l/h)	Perte de charge (m/m)	Longueur (m)	Facteur de correction	Diamètre théorique	Diamètre commercial
						(mm)	(mm)
Rampe	144	1 200	0,025	50	0,394	22,63	25
Porte-rampe	6	2 400	0,0271	50	0,394	28,9	32
Tube secondaire	1	9 600	0,04	150	0,486	69,5	75
	1	4 800	0,032	200	0,639	73,27	75
Tube primaire	1	14 400	0,028	68	0,639	97,27	110

La vérification des conditions de Christiansen de proche en proche depuis les rampes jusqu'aux tubes de transport révèle que les variations de pressions à l'intérieur de chaque conduite sont inférieures à 20% de la pression nominale des asperseurs, soit une pression admissible de 3 m. Les conduites dimensionnées peuvent être retenues pour l'équipement des parcelles. Les résultats sont en ANNEXE C: NOTE DE CALCUL POUR LE PERIMETRE MARAICHER

V.5.3 Dimensionnement de la station de pompage

❖ Sélection de la pompe

Les deux puisards sont équipés chacun d'une pompe pour satisfaire respectivement un débit de 19,2 m³/h pour une HMT de 21,5 m au niveau des 4 ha et un débit de 14,4 m³/h pour une HMT de 25,8 m sur les 3ha. Le calcul de la HMT s'est fait en tenant compte de toutes les pertes de charges rencontrées sur le réseau de distribution depuis la source jusqu'aux asperseurs.

Tableau XIX: Paramètres de calcul pour le choix de la pompe

Paramètres	Pour 4ha	Pour 3ha
Débit Q (m ³ /h)	19,2	14,4
Longueur conduite aspiration (m)	8	8
Longueur conduite refoulement (m)	68	68
Cote du plan d'eau au puisard (m)	390.4	391
Côte de maximum de refoulement (m)	392	397
Pertes de charges à l'aspiration (m)	0,022	0,029
Pertes de charges au refoulement (m)	0.185	0.558
Pertes de charges des filtres (m)	2	2
Hauteur support asperseur (m)	0.5	0.5
Pertes de charges des pièces (m)	1,63	1,63

Le bon fonctionnement des asperseurs requiert une hauteur sous radier de plus de 20 m dans le cas où l'eau est stockée dans un réservoir. Cette disposition n'est pas l'idéale pour l'aménagement d'un périmètre. Cependant il est possible de réduire cette hauteur en équipant la station d'un surpresseur pour garantir aux asperseurs leur pression de fonctionnement nominale. Afin d'optimiser le coût du projet, l'irrigation se fera directement à partir des pompes de surfaces centrifuges dont les caractéristiques sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau XX: Caractéristiques de la pompe

Paramètres	Modèle/valeurs	
	Pompe sur 4ha	Pompe sur 3ha
Modèle	Pompe centrifuge NKP-G	Pompe centrifuge NKP-G
Tension Triphasée (50Hz)	400V	400V
Rendement	Haut rendement à partir de 0,75 kW	
Puissance nominale	3 kW	3 kW
Vitesse de rotation des roues	2900 tr/min	2900 tr/min

Selon les courbes caractéristiques, les coordonnées au point de fonctionnement sont (22 m³/h ; 21,6 m) et (16 m³/h ; 27 m) respectivement pour les périmètres de 4 ha et 3 ha.

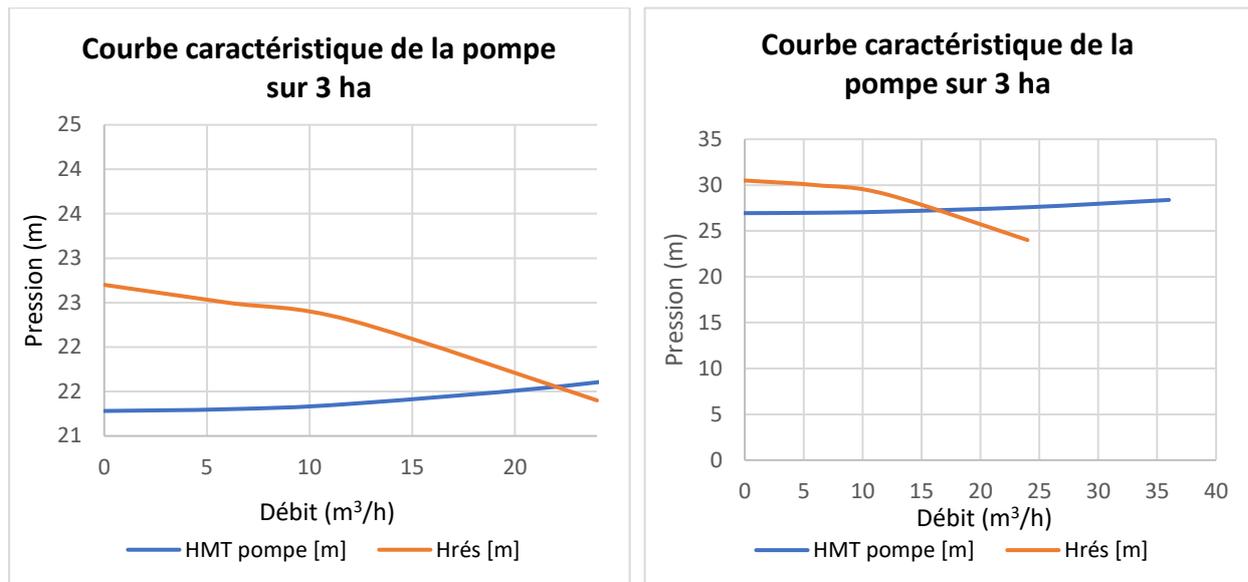


Figure 6: Courbes caractéristiques des pompes

❖ Vérification du phénomène de cavitation

Le phénomène de cavitation est le phénomène d'apparition de bulles de vapeur dans un liquide lorsque sa pression chute en dessous de sa pression de vapeur saturante. (Guiton, 1962)

La condition de non-cavitation est la suivante : $NPSD_{disponible} > NPSH_{requis} + 0,5$

Dans le cas de cette étude, le $NPSHD_{disponible}$ est de 9,32 m pour une hauteur d'aspiration de 0,5 m. Le $NPSH_{requis}$ obtenu après lecture des abaques pour les pompes sur les 3 ha et 4 ha donne respectivement 2 m et 1,8 m qui sont largement inférieures au $NPSD_{disponible}$. Dans ces conditions il n'y a donc pas de risque de cavitation.

V.5.4 Dimensionnement de la source d'énergie

Le champ photovoltaïque comprend des modules solaires, des onduleurs hybrides ainsi que des batteries de stockage.

Il est retenu des modules monocristallins, en raison de leur rendement supérieur comparé aux modules polycristallins. Le dimensionnement du système s'est basé sur un rayonnement solaire moyen journalier de 4,8 kWh/jour. À l'issue du dimensionnement, il ressort que le système requiert une puissance crête totale de 15,60 kW pour chaque sous périmètre. Pour répondre à ce besoin, le champ photovoltaïque se compose de 28 modules solaires de 615 W, 8 batteries de 28,4 V / 200 Ah, et 4 onduleurs hybrides de 6 kW. La configuration retenue prévoit que chaque onduleur se raccorde à 7 panneaux. Les onduleurs ont pour rôle de convertir l'énergie

produite et de l'acheminer vers la pompe. Une partie de cette énergie est également dirigée vers les batteries, qui assurent le stockage et la restitution de l'électricité pendant la nuit.

Pour le groupe électrogène, un groupe d'une puissance de 15 KVA est utilisé pour les périodes de faible ensoleillement.

V.6 Dimensionnement de l'étang piscicole

La spéculation de poisson proposée est le tilapia ou *Oréochromis niloticus* car il est le meilleur poisson de base pour la pisciculture en Afrique en raison de sa rapidité de croissance, sa production rapide et sa capacité à supporter les températures d'eau extrêmes (Carballo et al., 2008). Les étangs se réalisent par excavation du sol et par construction de digue sur terrain en pente pour une section 20m × 25m avec une profondeur utile de 1m et une revanche 30 cm. La digue de protection est construite en travers de la partie basse pour canaliser l'eau. Le remplissage des étangs se fait à partir de deux prises sur le canal primaire de la rive gauche qui fournit un débit de 15l/s. Le canal d'alimentation de section rectangulaire achemine ce débit qui est ensuite reparti entre 5 ou 4 rangées d'étangs selon la configuration du terrain. Chaque étang est équipé d'une prise pour son remplissage. Des drains disposés à l'aval des différentes rangées permettent de les vidanger.

Les dimensions de la digue sont les suivantes :

- Largeur : 3 m
- Hauteur : 1m
- Pente des talus : 1/2

V.7 Dimensionnement du réseau de drainage

L'aménagement est équipé de drains pour l'écoulement des excès d'eau dans le périmètre rizicole et la vidange des bassins de l'étang piscicole.

Le réseau de drainage se compose de :

- Un drain principal et ses affluents ;
- Des drains parcellaires ;
- Une colature ceinturant les drains parcellaires.

❖ Drain principal

Le lit du marigot joue le rôle de collecteur principal. Il se dimensionne en fonction du débit moyen de crue. Une digue de protection est érigée le long du drain principal afin de protéger le

périmètre contre les crues supérieures à la crue moyenne. Les dimensions prévues pour cette digue sont les suivantes :

- Largeur en crête 1,00 m
- Hauteur 1,50 m
- Talus 1H/1V
- Longueur 13 719 m

❖ Drain secondaire

Les drains secondaires sont les affluents du cours d'eau principal.

❖ Drains parcellaires

Ils sont aménagés près des quartiers hydrauliques pour évacuer les eaux de ruissellement des précipitations et l'excès d'eau non utilisée arrivant en fin de réseau. Ils se raccordent au drain principal par des ouvrages placés en fin des différents canaux.

❖ Collature de ceinture

Ce sont des fossés creusés à la limite du périmètre pour intercepter les eaux de ruissellement provenant des zones externes du périmètre.

V.8 Les ouvrages de franchissements

Les ouvrages de franchissement permettent de franchir le cours d'eau sans avoir à le contourner. Ainsi des ouvrages de franchissement sont installés sur le drain principal, secondaire et pour la traversée de la route nationale. Les ouvrages de franchissement sur drain secondaire sont placés sur les canaux primaires.

Tableau XXI: Caractéristiques des ouvrages de franchissement sur drain principal, canaux primaires et route

Désignation	Type	Nombre d'ouvertures	Largeur (m)	Diamètre (m)	Hauteur (m)
OFCRG1	Dalot 2×3.5×2	2	3,5	-	2
OFCRG2	Dalot 2×3.5×2	2	3,5	-	2
OFCRG2	Dalot 3×3.5×2	3	3,5	-	2
OFCRG3	Dalot 1×3×2	1	3,5	-	2
OFCRG4	Dalot 2×1×1	2	1	-	1
OFCRG5 (route)	Buse Φ600	-	-	0,6	-

Désignation	Type	Nombre d'ouvertures	Largeur (m)	Diamètre (m)	Hauteur (m)
OFCRG6 (route)	Buse	-	-	0,8	-
OFCRD1 (route)	Dalot 4×4×3	4	4	-	3
OFCRD1	Dalot 1×3×2	1	3	-	2
OFCRD1 (route)	Buse Φ600	1	-	0,6	-
OFCRD6 (Route)	Buse Φ600	1	3	0,6	-
OFG1	Buse	-	-	0.6	-
OFG2	Buse	-	-	0.8	-
OFD1	Buse	-	-	0.6	-
OFD2	Buse	-	-	0.6	-
OFD3	Dalot 4×4×3	4	4	-	4

V.9 Réseau d'accès

Ce réseau a pour objectif de faciliter la circulation sur le périmètre en général, l'accès aux parcelles, ainsi que d'assurer la surveillance et l'entretien des infrastructures d'irrigation et de drainage. Il est structuré comme suit :

- Deux pistes périmétriques aménagées le long des canaux primaires ;
- Des pistes internes, constituées par les cavaliers longeant les canaux secondaires ;
- Deux pistes transversales, dont l'une emprunte l'axe de la route nationale traversant le bas-fond.

Les pistes (périmétriques, transversales et intérieures) ont une largeur respective de 4.5 m, 4 m et 2 m pour garantir le passage des engins et des hommes.

VI. ANALYSE ET DISCUSSION

VI.1 Choix des zones de culture

Le choix du site est guidé par une double analyse pédologique et topographique. Sur une superficie brute de 220 ha, seuls 132 ha sont retenus comme aménageables après croisement des données pédologiques (aptitude des sols) et topographiques (pentes, accessibilité). Cette sélection vise à réduire les coûts d'aménagement en évitant les zones non propices.

Les sols identifiés sont majoritairement ferrallitiques, bien adaptés à la riziculture irriguée et au maraîchage. Leur bonne capacité de rétention d'eau (RU = 100 mm) et la faible profondeur de l'induration dans certaines zones ont permis d'envisager différentes techniques d'irrigation

selon les cultures.

VI.2 Sur les besoins en eau

Les données hydrologiques du barrage de Gbahanla révèlent un apport annuel largement suffisant (53 070 588 m³) pour couvrir les besoins en eau annuelle du périmètre, estimés à environ 3 500 000 m³. De plus, à partir du mois de juin, les besoins sont assurés par la pluie, ce qui traduit que les eaux de la cuvette sont principalement utilisées en saison sèche. Le dimensionnement des systèmes d'irrigation gravitaire pour le riz et micro-aspersion pour les cultures maraîchères est adapté aux besoins en eau spécifiques de chaque culture, en tenant compte des coefficients culturaux, des pertes dans le réseau, et des pics de demande. Cela garantit une gestion efficace de la ressource.

VI.3 Conception technique du réseau d'irrigation

Les infrastructures d'irrigation (canaux, prises, asperseurs), de drainage (drains principaux, secondaires et parcelles), de franchissement et d'accès sont conçues selon les standards en vigueur notamment les pentes des canaux dans l'intervalle de 0,1 à 0,3 %, les vitesses contenues dans les limites de 0,5 m/s à 1,5 m/s pour ne citer que ceux-là.

Pour la riziculture occupant 122 ha, l'irrigation gravitaire est privilégiée en raison de sa simplicité de mise en œuvre et son adéquation pour ce type de cultures, son faible coût énergétique et son adéquation aux pentes faibles du terrain. Le système est structuré en canaux primaires, secondaires et tertiaires. Les capacités des canaux primaires diminuent de l'amont vers l'aval ce qui garantit leur bon fonctionnement sur le long terme. Le nombre de jours d'irrigation hebdomadaire de 6 est choisi sur la base de calculs mais également en se référant aux habitudes socio-économiques de la localité.

Le débit de pointe (DMP) de 4,62 l/s/ha est utilisé pour le dimensionnement des tronçons de canaux avec le choix d'un revêtement en béton dans les canaux primaires et secondaires à cause de l'importance du débit transité et pour minimiser les pertes par infiltration.

Pour le périmètre maraîcher, le choix du système sous pression par micro-aspersion se justifie par la volonté d'apporter de l'eau aux plantes sous forme de pluie artificielle. Ce système offre des conditions favorables à la croissance des cultures de type maraîchers, une bonne gestion de l'eau et nécessite une pression de fonctionnement moins élevée que celle par aspersion. Les 7 ha réservés au maraîchage sont subdivisés en deux sous-périmètres (4 ha et 3 ha) en vue de

disposer les rampes parallèlement aux courbes de niveau et compte tenu de la disposition des puisards à partir desquels l'eau est acheminée sur le périmètre.

Une pluviométrie de 6,25 mm/h par asperseur est suffisante pour fournir la dose nette de la plante pendant un fonctionnement de 4 h 20 min par poste. Au total 04 postes sont réalisés de façon journalière, ce qui assure la desserte totale du périmètre en une rotation de 03 jours. Les parcelles sont équipées de conduites en PVC PN10 pour les conduites de transport et secondaire et PEHD PN10 pour les rampes et portes-rampes.

VI.4 Aménagement piscicole et gestion de l'eau

Les 3 ha affectés à la pisciculture sont divisés en étangs de 500 m² chacun. Le système d'alimentation par gravité est choisi en raison de la topographie du site d'implantation des étangs dont les pentes de terrain sont en moyenne de 2%. De plus, leur remplissage se fait au moyen de la retenue du barrage et non par une nappe phréatique car la zone n'est pas fortement marécageuse. Dans ces conditions la configuration gravitaire est idéale et facilite également la vidange (AG Coche, JF Muir, 1994). La pisciculture type alevinage et grossissement sont proposée en vue du commerce et de la consommation pour le Tilapias. Le réseau hydrographique dans le nord étant moins dense qu'au sud, les activités autour de l'étang sont source de fourniture de poisson assez rare dans la zone.

VII. GESTION DU PERIMETRE

VII.1 Gestion de l'eau

La rentabilité du périmètre irrigué repose en grande partie sur une gestion efficiente de la ressource en eau. À cet effet, il est vivement recommandé de mettre en place un comité de gestion de l'eau composé des acteurs locaux suivants :

- Un responsable par bloc, représentant les groupes d'exploitants, chargé de superviser la répartition équitable de l'eau au sein des quartiers hydrauliques et de veiller au respect des règles établies, notamment en cas d'abus ;
- Un responsable de l'alimentation en eau, en charge de la manœuvre des vannes et de la régulation des débits pour éviter tout débordement ou perte d'eau dans les canaux.

Afin de garantir l'efficacité de cette organisation, ces responsables doivent être dotés d'une autorité suffisante pour arbitrer les conflits, faire appliquer les règles d'irrigation et prévenir les pratiques irrégulières (gaspillage d'eau, résolution de conflits à l'extérieur du cadre réglementé,

pressions, menaces, etc.). Par ailleurs, les exploitants devront impérativement respecter les dates de semis ainsi que les calendriers de tours d'eau afin d'optimiser l'utilisation de l'eau et de minimiser les pertes par évaporation, infiltration ou surcharge du réseau.

VII.2 Mesures de maintenance du périmètre

La pérennité du fonctionnement du périmètre irrigué dépend d'un entretien régulier et rigoureux de l'ensemble des infrastructures. La maintenance vise à préserver l'intégrité physique et hydraulique des ouvrages, afin d'assurer leur bon fonctionnement sur le long terme. Les éléments concernés par la maintenance comprennent :

- La digue du barrage, dont la stabilité et l'étanchéité doivent être périodiquement vérifiées ;
- Les ouvrages d'art (dalots, buses, prises) à inspecter pour détecter les éventuelles obstructions ou détériorations ;
- Le réseau d'irrigation, incluant les canaux primaires, secondaires et tertiaires, dont le curage et la réfection sont essentiels à la fluidité de l'écoulement ;
- Le réseau de drainage, pour éviter l'engorgement des sols et maintenir une bonne évacuation des eaux excédentaires ;
- Le réseau de circulation, garant de l'accessibilité des parcelles et du suivi technique ;
- Les diguettes parcellaires, à entretenir pour contenir correctement les lames d'eau dans les casiers rizicoles.

VIII. ETUDE FINANCIERE

Le coût total estimé pour la réalisation de l'aménagement proposé, établi sur la base du bordereau des prix unitaires à deux milliards cinq cent soixante-trois millions quatre cent soixante-dix mille quarante deux Francs CFA (**2 563 470 042 FCFA**). Ce montant englobe l'ensemble des opérations de construction. Le détail des coûts par opération figure en ANNEXE D : ETUDE FINANCIERE

Tableau XXII: Devis de l'aménagement du périmètre de Gbahanla

DESIGNATION	MONTANT EN FCFA TTC
Implantation levée topographique	250 000 000
Etude d'exécution	150 000 000
PERIMETRE RIZICOLE	
Installation et replis du chantier	198 500 000

Amenagement des parcelles rizicoles	271 526 000
Canaux et pistes perimetrales	488 224 315
Drains et digue de protection	41 588 000
Ouvrages d'irrigation	207 767 800
Ouvrages de franchissement drains principaux et drains secondaires	287 766 920
Piste transversale	19 920 000
Puisard amont et aval (1,5m*1,5m)	35 350 900
Imprévu	3 535 090
ETANG PISCICOLE	
Travaux préparatoire	58 905 000
Terrassement des étangs	136 250 000
Canaux et drains	44 333 000
Ouvrages	12 200 000
Protection des digues des étangs	9 000 000
Imprévu	28 358 400
PERIMETRE MARAICHER	
PERIMETRE MARAICHER	
Installation et replis du chantier	152 900 000
Amenagement des parcelles maraicheres	2 120 000
Station de pompage	10 789 600
Source d'énergie	21 036 000
Puisard	1 351 970
Réseau de drainage	24 280 000
Réseau de circulation	6 937 500
Accessoires de connexions	1 358 182
Asperseurs et tuyauteries	84 689 000
Imprévu	14 782 365
COÛT DE RÉALISATION DE L'AMÉNAGEMENT DE GBAHANLA	2 563 470 042

IX. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

IX.1 Contexte de l'étude

Comme tout projet, l'aménagement du périmètre irrigué de Gbahanla rendu possible grâce à la construction d'un barrage entraînera naturellement des répercussions tant sur le mode de vie des populations locales que sur l'environnement. Certaines sont positives et d'autres négatives. La prise en compte de ces enjeux reste primordiale et selon le Code de l'environnement ivoirien et ses textes d'application, notamment le Décret n° 2014-397 du 25 juin 2014 portant organisation de la procédure d'évaluation environnementale, le projet d'aménagement d'un périmètre de plus de 50 ha est classé dans la catégorie A, ce qui implique de faire obligatoirement une étude d'Impact Environnemental et Social (EIES) complète.

Dans cette rubrique, l'étude n'est pas réalisée dans sa totalité. Elle se limite à l'identification, l'analyse et l'évaluation des impacts du projet sur la biodiversité, la qualité des sols et des eaux, ainsi que sur les conditions socio-économiques des populations environnantes. A l'issue de la précédente étape, des mesures concrètes d'atténuation, de compensation ou d'accompagnement visant à limiter les effets néfastes tout en maximisant les bénéfices du projet seront proposées.

IX.2 Identification et évaluation des impacts du projet

Les impacts sont répertoriés pour diverses étapes du projet d'aménagement du périmètre. Les tableaux ci-dessous sont les récapitulatifs.

Tableau XXIII: Identification et évaluation des impacts négatifs à toutes les phases

Activité/sources d'impacts	Impacts	Milieu Physique			Milieu Biologique		Socio-économique		
		Air	sol	Eau	Végétation	Faune	Emploi	Santé	Autre
A. Pendant la phase d'installation et travaux									
Phase d'installation	Destruction des habitats des espèces fauniques					×			
	Migration des espèces fauniques en raison du bruit généré par les activités					×			
Travaux de terrassement et d'aménagement du site de réalisation des ouvrages (canaux, prises, etc..)	Modification de la topographie du site		×						
	Destruction des formes existantes de végétation				×				
	Pertes d'habitats et d'espèces à statut particulier				×	×			
Transport de matériaux de construction	Emission de gaz à effet de serre (CO2)	×						×	
	Augmentation de la pollution atmosphérique	×						×	
Acquisition de terres et création	Destruction des cultures présentes dans l'emprise du projet et expropriation de terre				×				×
Utilisation de machine et activité générant le bruit	Pollution visuelle							×	
	Nuisance sonore							×	×
B. Pendant la phase d'exploitation									
L'utilisation des intrants (engrais et pesticide)	Pollution chimique des eaux			×		×		×	

Activité/sources d'impacts	Impacts	Milieu Physique			Milieu Biologique		Socio-économique		
		Air	sol	Eau	Végétation	Faune	Emploi	Santé	Autre
Extension des eaux du barrage servant à l'irrigation	La prolifération d'autres espèces végétales indésirable qui trouvent des conditions de vie et de reproduction favorables dans le nouvel environnement				×				
Utilisation de la ressource en eau d'irrigation	Conflits entre agriculteurs								×

Tableau XXIV: Identification et évaluation des impacts positifs à toutes les phases

Activité/sources d'impacts	Impacts	Milieu Physique			Milieu Biologique		Socioéconomique		
		Air	sol	Eau	Végétation	Faune	Emploi	Santé	Autre
A. Pendant la phase d'installation et travaux									
Activités d'aménagement et de construction	Développement d'activités commerciales								×
	Source d'emplois (jeunes, femmes et entreprises locales)						×		
B. Pendant la phase d'exploitation									
Extension des eaux du barrage servant à l'irrigation	Le développement de la pêche artisanale et de la pisciculture			×					
	L'accès facile à la protéine animale (poisson).								×

Activité/sources d'impacts	Impacts	Milieu Physique			Milieu Biologique		Socioéconomique		
		Air	sol	Eau	Végétation	Faune	Emploi	Santé	Autre
Irrigation du périmètre	Développement de la production agricole						×		×
	Augmentation du revenu des agriculteurs								×
Activités de gestion Du périmètre	Développement d'activités commerciales								
	Création d'emploi						×		

Tableau XXV: Synthèse des impacts positifs à toutes les phases

Activité/source d'impact	Impacts	Durée d'importance de l'impact
Création d'un écosystème artificiel	- Développement d'une nouvelle biodiversité dans le réservoir (faune et flore aquatiques adaptées aux conditions nouvelles)	longue
Extension des eaux du barrage servant à l'irrigation	- Le développement de la pêche artisanale et de la pisciculture - L'accès facile à la protéine animale (poisson).	longue
Irrigation du périmètre	- Développement de la production agricole - Augmentation du revenu des agriculteurs - Sécurité alimentaire	longue

Tableau XXVI: Synthèse des impacts négatifs à toutes les phases

Activité source d'impact	Impacts	Durée d'importance de l'impact
Base chantier, emprise des travaux, Communautés locales	Dysfonctionnement général du chantier	Courte
Débroussaillage Abattages des arbres	- Destruction des habitats des espèces fauniques - Migration des espèces fauniques en raison du bruit généré par les activités	Moyenne
Travaux de terrassement et d'aménagement du site de réalisation des ouvrages (canaux, prises, etc..)	- Modification de la topographie du site - Destruction des formes existantes de végétation, - Pertes d'habitats et d'espèces à statut particulier	Longue
Transport de matériaux de construction	- Emission de gaz à effet de serre (CO2) - Augmentation de la pollution atmosphérique	Moyenne
Activités d'aménagement et de construction	- Risques d'accident	Moyenne
Acquisition de terres	- Destruction des cultures présentes dans l'emprise du projet et expropriation de terre	Moyenne
Installation d'infrastructures, utilisation de machines et activités générant du bruit	- Pollution visuelle - Nuisance sonore	Moyenne

IX.3 Mesures d'atténuation et de bonification proposées

Comme son nom l'indique les mesures d'atténuation sont les dispositions envisagées pour éviter ou réduire dans la mesure du possible les effets négatifs induits par le projet et les mesures de bonification sont les actions positives complémentaires à prendre volontairement pour renforcer les impacts positifs. Les mesures sont consignées dans les tableaux ci-dessous.

Tableau XXVII: Mesures d'atténuation des impacts pendant toutes les phases

Activité source d'impact	Impacts	Mesures d'atténuations
A. Pendant la phase d'installation et travaux		
Base chantier, emprise des travaux, Communautés locales	- Dysfonctionnement général du chantier	- Recruter un Spécialiste en HSE au sein de chaque entreprise des travaux
Débroussaillage Abattages des arbres	- Destruction des habitats des espèces fauniques - Migration des espèces fauniques en raison du bruit généré par les activités	- Gérer adéquatement les bruits afin de minimiser les effets sensoriels ou d'abandon des habitats de faunes imposés par les activités du projet ; - Opter pour l'utilisation de lampes jaunes lorsque disponible car moins attractive pour les invertébrés que la lumière blanche lors des travaux de nuit ; - Interdire toute forme de chasse et sensibiliser le personnel sur la préservation de la faune.
Travaux de terrassement et d'aménagement du site de réalisation des ouvrages (canaux, prises, etc..)	- Modification de la topographie du site - Destruction des formes existantes de végétation ; - Pertes d'habitats et d'espèces à statut particulier	- Réduire l'emprise du projet par la délimitation stricte des zones de travaux et un processus interne d'approbation avant travaux ; - Mettre en place un programme de réhabilitation et de re-végétalisation des zones dénudées avec des espèces locales dès la première phase des opérations ; - Sensibiliser les travailleurs à la préservation des paysages, y compris la flore.
Transport de matériaux de construction	- Emission de gaz à effet de serre (CO2) - Augmentation de la pollution atmosphérique	- Utiliser les véhicules qui polluent moins - Encourager le transport de nuit

Activités d'aménagement et de construction	- Risques d'accidents	- Instaurer des lignes de visibilité et l'installation de panneaux appropriés ; - Instaurer un contrôle strict de la limitation de la vitesse des véhicules empruntant la voie de transport et les pistes d'accès.
Acquisition de terres	- Destruction des cultures présentes dans l'emprise du projet - Expropriation de terre	- Indemniser les producteurs pour les cultures affectées selon les dispositions prévues par la réglementation ivoirienne ; - Initier des activités de restauration des moyens de subsistance au profit des personnes affectées.
Installation d'infrastructures, utilisation de machines et activités générant du bruit	- Pollution visuelle - Nuisance sonore	- Limiter les horaires de travail aux heures non sensibles ; - Installer des barrières acoustiques autour des machines bruyantes.
B. Pendant la phase d'exploitation		
L'utilisation des intrants (engrais et pesticide)	- Pollution chimique des eaux	Créer des canalisations et des bassins de sédimentation d'eau au niveau des zones altérables afin de contrôler la qualité des eaux de ruissellement avant leur rejet dans les cours d'eau ;
Extension des eaux du barrage servant à l'irrigation	- La prolifération d'autres espèces végétales comme animales qui trouvent des conditions de vie et de reproduction favorables dans le nouvel environnement ; - Le développement de la pêche artisanale et de la pisciculture ; - L'accès facile à la protéine animale (poisson) ;	- Faire le contrôle périodique de la qualité des eaux de ce barrage ; - Restaurer les fonctions de l'écosystème par le biais des crues artificielles ; - Maintenir un débit minimum écologique à 10% du débit moyen annuel afin de minimiser les impacts des changements dans les régimes ; - Enlever les végétaux aquatiques envahissant et les recycler en compost, en fourrage ou en biogaz ; - Contrôler les déversements d'eaux usées et l'application d'engrais et de pesticides dans le bassin versant ;

Installation d'infrastructures, utilisation de machines et activités générant du bruit	<ul style="list-style-type: none"> - Pollution visuelle - Nuisance sonore 	<ul style="list-style-type: none"> - Limiter les horaires de travail aux heures non sensibles ; - Installer des barrières acoustiques autour des machines bruyantes.
--	---	--

Tableau XXVIII: Mesures de bonification pendant toutes les phases

Activité/source d'impact Composante du milieu affecté	Impacts	Mesures de bonification
A. Pendant la phase d'installation et travaux		
Activités d'aménagement et de construction	<ul style="list-style-type: none"> - Source d'emplois (jeunes, femmes et entreprises locales) - Développement d'activités commerciales 	<ul style="list-style-type: none"> - Inciter les entreprises retenues, à privilégier le recrutement des jeunes de la zone du projet surtout pour les emplois non qualifiés ; Permettre aux femmes d'avoir accès aux emplois par la création de postes dédiés uniquement aux femmes.
B. Pendant la phase d'exploitation		
Utilisation de la ressource en eau d'irrigation	<ul style="list-style-type: none"> - Le développement de la pêche artisanale et de la pisciculture ; - L'accès facile à la protéine animale (poisson) ; 	Mettre en place un Comité de gestion du périmètre et accompagnement des producteurs.

X. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'étude d'aménagement du périmètre de Gbahanla met en lumière la faisabilité technique, économique et environnementale d'un projet ambitieux de 132 ha de terres agricoles tenant compte des spécificités pédologiques, topographique et hydrologique du site. L'intégration du système d'irrigation gravitaire est bien plus adaptée pour la riziculture et celle par micro-aspersion permet une gestion rationnelle de l'eau. Le projet propose une mesure d'accompagnement en l'occurrence l'aménagement d'étangs piscicoles à des fins de commerce de consommation.

Au-delà de l'impact agronomique, l'aménagement de Gbahanla représente une opportunité de développement socio-économique pour les populations locales. Il renforce la sécurité alimentaire et favorise l'amélioration des conditions de vie des populations locales en générale. Toutefois, il doit être s'accompagner d'une gestion rigoureuse, d'un entretien rigoureux des ouvrages ainsi que d'un fort engagement communautaire.

Pour une viabilité du projet, les recommandations suivantes sont faites :

- Mise en place d'un comité de gestion participatif regroupant les exploitants, les autorités locales et les techniciens pour assurer une répartition équitable, la surveillance des infrastructures et régler les éventuels conflits.
- Mener une étude d'actualisation des prix pour prendre en compte les fluctuations ou baisse de prix qui pourraient se produire ;
- Prévoir un système de traitement des excès d'eau avant leur rejet dans le drain principal (la rivière) ;
- Concevoir le système de récupération des eaux de vidange de l'étang à des fins de réutilisation pour l'irrigation ;
- Renforcer les capacités locales par des formations continues en gestion de l'irrigation, entretien des ouvrages, bonnes pratiques agricoles et piscicoles ;
- Application rigoureuse des mesures d'atténuation d'impacts négatifs et de bonification des impacts positifs.

XI. BIBLIOGRAPHIE

Références bibliographiques

- AG Coche, JF Muir. (1994). Pisciculture continentale, les etangs et leurs ouvrages.
- B. Alphonse, N. Achiayé, Kéli Z., Yoboué N. & Yayha Coulibaly Manga, N'guessan Placide. (2005, Aout). Comment bien cultiver le riz irrigué. Centre Nationale de Recherche Agronomique (CNRA).
- Bernard, N. A. A. (2012). Changements climatiques, agriculture et sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne : le cas de la Côte d'Ivoire.
- Carballo, E., van Eer, A., van Schie, T., & Hilbrands, A. (2008). La pisciculture à petite échelle en eau douce.
- Chourghal, D. N. (2020). Hydraulique des écoulements à ciel ouvert.
- Deboissezon J. (1985). Hydraulique en charge.
- FAO. (1977). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1977). Crop Water Requirements.
- FAO. (1987). Les besoins en eaux d'irrigation (C. Brouwer et M. Heibloem) Gestion des eaux en irrigation, Manuel de Formation.
- Fernand, D. Y. G. (2024). Rapport provisoire pédologique des sites de Gbahanla et Wahiré.
- Guiton, P. (1962). Cavitation dans les pompes. La Houille Blanche, 48(6), 701-727. <https://doi>
- Institut National de la Statistique. (2022). Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2021.
- Keller J, Bliesner, RD. (1990). Sprinkle and trickle irrigation. Chapman and Hall, New York.
- Kouadio. (2022). PIB par secteur d'activité et des recettes d'exploitation de la Côte d'Ivoire.
- Kouakou, K. E. (2017). Caractérisation des saisons des pluies dans un contexte de changement climatique : Cas du bassin versant de Sassandra (Côte d'Ivoire).

Mammeri, R. (2017). Faculte de génie électrique et d' informatique departement d'électrotechnique.

Ouoya, M. Z. (2019). Business sector, level of education and access to credit : what influences on vulnerability to rural households poverty in côte d'ivoire? Studies and scientific researches. Economics edition, 30.

SYLLA. (2024). La région du Kabadougou : Un environnement aux conditions biophysiques favorables au développement des activités économiques et à l'installation humaine.

Webographie

Estelle. (2024, décembre 25). Comment bien choisir son groupe électrogène—Génie électrogène. <https://genie-electrogene.fr/bien-choisir-son-groupe-electrogene/>

World bank. (2021). Ivory Coast—Arable Land (hectares)—2025 Data 2026 Forecast 1961 2021 Historical. <https://tradingeconomics.com/cote-d-ivoire/arable-land-hectares-wb-data.html>

XII. ANNEXES

ANNEXE B : NOTE DE CALCUL PERIMETRE RIZICOLE	59
ANNEXE C: NOTE DE CALCUL POUR LE PERIMETRE MARAICHER	60
ANNEXE D : ETUDE FINANCIERE.....	67
ANNEXE E: PLANS D'AMENAGEMENT DU PERIMETRE.....	75

ANNEXE A : CALCUL DES BESOINS EN EAU

Les besoins en eau évalués sont ceux du riz, de la tomate et de l'oignon. Les coefficients culturaux utilisés sont les suivants :

Tableau 1 : Coefficients culturaux du riz

Décade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
KC _{riz}	1	1,1	1,1	1,15	1,15	1,15	1,15	1,2	1,2	1,2	1,2	1

Tableau 2 : Coefficients culturaux de la tomate

Décade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
KC	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	1,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,8	0,8	0,8

Tableau 3 : Coefficients culturaux de l'oignon

Stade de développement	Stade initiale (15 jours)	Stade de développement (25 jours)	Stade de mi-saison (70 jours)	Stade s'arrière-saison (40 jours)
Coefficient culturaux	0,5	0,75	1,05	0,85

(Brouwer C. et Heidbloem M. FAO 1986)

Tableau 4 : Besoin en eau de l'oignon au premier cycle

Mois	Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre		
Décade	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Nombre de jours	10	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10	8	10	10	11	10	10	10
Calendrier	Semis			Phases de développement de la culture														
ETP mensuelle (mm)	134.00			122.40			121.10			124.00			128.00			72.69		
Pluie moyenne mensuelle (mm)	154.53			271.88			338.53			242.77			141.51			30.79		
Pluie efficace mensuelle (mm)	82.42			217.50			270.82			194.22			113.21			24.63		
KC	0.625			0.95			1.05			1.05			0.90			0.85		
ETM mensuelle (mm)	83.75			116.67			127.16			130.20			115.41			61.79		
Besoins net (mm)	1.33			-100.83			-143.67			-64.02			2.20			37.15		
Besoin net réel (mm)	1.334			0.00			0.00			0.00			2.20			37.15		
Efficiencce du réseau	0.75			0.75			0.75			0.75			0.75			0.7		
Besoins Brut (mm)	1.778666667			0.00			0.00			0.00			2.93			53.08		
Besoin en eau totale (mm)	57.79																	
Besoin en eau totale (m3/ha)	577.88																	

RECOLTE

Tableau 5 : Besoin en eau de l'oignon au second cycle

Mois	Décembre			Janvier			Février			Mars			Avril			Mai		
Décade	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Nombre de jours	10	10	11	10	10	11	10	10	8	10	10	11	10	10	10	10	10	11
Calendrier	Semi			Phases de développement de la culture														
ETP mensuelle (mm)	107.70			119.1			137			147.5			149			144		
	100.00																	
ETP réel		107.70		119.1			137			147.5			149			46.452		
Pluie moyenne mensuelle (mm)	6.31			4.44			11.73			32.18			75.62			118.51		
Pluie moyenne réelle (mm)		75.6		4.44			11.73			32.18			75.62			45.875		
Pluie efficace mensuelle (mm)		60.48		3.55			9.38			25.74			60.50			94.81		
KC	0.63			0.96			1.05			1.05			0.85			0.85		
ETM mensuelle (mm)			67.74	114.68			143.85			154.87			126.65			122.4		
Besoins net (mm)			107.27	111.13			134.47			129.13			66.15			27.59		
Besoin net reel (mm)			107.27	111.129			134.46			129.13			66.15			27.59		
Efficiencie du réseau			0.75	0.75			0.75			0.75			0.75			0.75		
Besoins Brut (mm)			0	148.17			179.28			172.17			88.20			36.78		
Besoin en eau totale (mm)	624.630																	
Besoin en enau totale (m ³ /ha)	6246.303																	

RECOLTE

Tableau 6 : Calcul des besoins de la tomate pour le premier cycle

Mois	Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
Décade	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
Nombre de jours	10	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	10	
Calendrier	Semis																		
ETP mensuelle (mm)	134.2			122.4			121.1			124			128			118.6			
ETP décadaire (mm)	44.73	44.73	44.73	39.48	39.48	43.43	39.06	39.06	42.97	41.33	41.33	41.33	41.29	41.29	45.42	39.53			
Pluie mensuelle (mm)	154.53			271.88			338.54			242.77			141.51				30.79		
Pluie réelle (mm)		103.02			271.88			338.54			242.77			141.51		10.26		RECOLTE	
Pluie efficace mensuelle (mm)	82.42			217.50			270.83			194.22			113.21			8.21			
KC		0.50		0.60		1.50		1.10			0.80								
ETM mensuelle (mm)		44.73			69.49			113.68			136.40			114.79		31.63			
Besoins nets (mm)		17.32			-	148.01		-	157.15		-57.82			1.58		23.42			
Besoin nets réels (mm)		17.32			0.00			0.00			0.00			1.58		23.42			
Efficienc du réseau		0.75			0.75			0.75			0.75			0.75		0.75			
Besoins Bruts (mm)		23.09			0.00			0.00			0.00			2.11		31.22			
		230.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.05	0.00	312.21			
Besoin en eau totaux (mm)	564.17																		

Tableau 7 : Besoin en eau de la tomate au deuxième cycle

Mois	Décembre			Janvier			Février			Mars			Avril			Mai		
Décade	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Nombre de jours	10	10	11	10	10	11	10	10	8	10	10	11	10	10	10	10	10	11
Calendrier	Semis																	
ETP mensuelle (mm)	107.7			119.1			137			147.5			149			144		
ETP décadaire (mm)	34.7419	34.7419	38.2161	38.4194	38.42	42.26	48.93	48.93	39.14	47.58	47.58	52.34	49.67	49.67	49.67	46.45	RECOLTE	
Pluie mensuelle (mm)	6.31			4.44			11.73			32.18			75.62			118.51		
Pluie réelle (mm)		4.27452			4.44			11.73			32.18			75.62		38.229		
Pluie efficace mensuelle (mm)		3.41961			3.55			9.38			25.744			60.496		30.5832		
KC		0.5			0.6			1.5			1.1			0.8				
ETM mensuelle (mm)		36.48			67.62			145.81			162.25			134.10		37.16		
Besoins nets (mm)		88.06			64.07			136.42			136.51			73.60		6.58		
Besoin nets réels (mm)		88.06			64.07			136.42			136.51			73.60		6.58		
Efficiéce du réseau		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75		
Besoins Bruts (mm)		135.48			98.56			209.88			210.01			105.15		8.77		
		1354.76	0.00	0.00	9853.63	0.00	0.00	2098.82	0.00	0.00	2100.1	0.00	0.00	1051.49	0.00	87.71		
Besoin en eau totale (mm)	7678.5																	

Tableau 8 : Besoin en eau du riz au deuxième cycle

MOIS	Décembre			Janvier			Février			Mars			Avril			Mai		
Décades	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Nombre de jours	10	10	11	10	10	8	10	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10	11
Calendrier	Préparation du sol			Repiquage	Reprise			Développement et tallage			Montaison et épiaison			Maturation				
ETP Mensuelle (mm)	107.7			119			137			146			149			144		
ETP décade (mm)				38.39	42.23	48.93	48.93	39.14	48.67	48.67	48.67	48.06	48.06	52.87	48	RECOLTE		
Kc				1	1.1			1.15			1.2			1				
ETM (mm) = (1) *(2)				84.84			155.10			170.49			178.80		48			
Saturation (mm)	100	50	50															
Remplissage des casiers (mm)				75		50	50			25								
Entretien des casiers (mm)					50		50	50	75	50	50	50	50					
Besoins à la parcelle (mm)	150.00			259.84			305.10			370.49			278.80			48		
Pluie moyenne mensuelle	6.31			4.44			11.73			32.18			75.62			39.50		

(mm)													
Pluie efficace (mm)	5.05		3.55		9.38		25.74		60.50		31.60		
Besoins nets parcelles (mm)	144.95		256.28		295.72		344.75		218.30		16.40		
Besoins Brutes (mm)	144.95		256.28		295.72		344.75		218.30		16.40		
Efficience de l'irrigation	0.65		0.65		0.65		0.65		0.65		0.65		0.65
Besoins totaux réseau (mm)	223.00		394.28		454.95		530.38		335.85		25.23		
Besoins totaux réseau (m ³ /ha)	2230.03		3942.82		4549.53		5303.78		3358.52		252.31		
BESOINS TOTAUX DU CYCLE (m ³ /ha)	19 637.00												

Tableau 9 : Besoin en eau rizicole premier cycle

MOIS	Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre		
Décades	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Nombre de jours	10			10			10			10			10			10		
Calendrier	Préparation du sol			Repiquage			Reprise			Développement et tallage			Montaison et épiaison			Maturation		
ETP Mensuelle (mm)	134.2			122			121			124			128			119		
ETP décade (mm)				39.35		43.29	39.03		42.94	41.33		41.33	41.29		45.42	39.67		RECOLTE
Kc				1		1.1			1.15			1.2			1			
ETM (mm) = (1) * (2)				88.07					152.39			169.67			180.77		47.02	
Saturation (mm)	100		50															
Remplissage des casiers (mm)				75			50	50				25						
Entretien des casiers (mm)						50			50	50	75	50	50	50				
Besoins à la parcelle (mm)	150			263.07					302.39			369.67			280.77		47.02	
Pluie moyenne mensuelle	154.53			271.88			338.54			242.77			141.51			10.26		

(mm)																
Pluie efficace (mm)	123.624			217.504			270.832			194.216			113.208			8.208
Besoins nets parcelles (mm)	26.376	0	0	45.5702	0	0	31.56	0	0	175.454	0	0	167.562	0		38.812
Besoins nets parcelles réels (mm)	26.376			45.57			31.56			175.45			167.56			38.81
Efficiéce de l'irrigation	0.65			0.65			0.65			0.65			0.65			0.65
Besoins totaux réseau (mm)	40.58			70.11			48.55			269.93			257.79			59.71
Besoins totaux réseau (m ³ /ha)	405.78			701.08			485.51			2699.29			2577.88			597.11
BESOINS TOTAUX DU CYCLE (m ³ /ha)	7 466.65															

ANNEXE B : NOTE DE CALCUL PERIMETRE RIZICOLE

Tableau 10 : Dimensionnement des canaux primaires

Rive	Tronçon	Q (m ³ /s)	Vitesse (m/s)	Section mouillée (m)	Ks	Pente	Base (m)	fruit de berge	Tirant d'eau	Revanche (m)
Gauche	T1	0.32	0.96	0.33	70	0.0015	0.5	1	0.4	0.2
	T2	0.27	0.92	0.29	70	0.0015	0.5	1	0.35	0.2
	T3	0.225	0.83	27	70	0.0015	0.5	1	0.3	0.2
	T4	0.18	0.87	0.25	70	0.0015	0.5	1	0.3	0.2
	T5	0.12	0.83	0.21	70	0.0015	0.4	1	0.3	0.2
Rive droite	T1	0.21	0.81	0.26	70	0.0013	0.5	1	0.3	0.2
	T2	0.175	0.78	0.22	70	0.0013	0.4	1	0.3	0.2
	T3	0.145	0.75	19	70	0.0013	0.4	1	0.3	0.2
	T4	0.115	0.7	0.16	70	0.0013	0.4	1	0.2	0.2
	T5	0.75	0.63	0.12	70	0.0013	0.3	1	0.2	0.2

Tableau 11 : Dimensionnement des canaux secondaires

Rive	Canal secondaire	Q (m ³ /s)	Vitesse (m/s)	Section mouillée (m)	Ks	Pente	Base (m)	Fruit de berge	Tirant d'eau	Revanche (m)	Longueur (m)
Gauche	CS1-RG	0.055	0.56	0.096	70	0.0015	0,4	1	0.2	0.2	815.7
	CS2-RG	0.045	0.55	0.082	70	0.0015	0,4	1	0.2	0.2	113.9
	CS3-RG	0.06	0.58	0.1	70	0.0015	0,4	1	0.15	0.2	113.9
	CS4-RG	0.03	0.49	0.06	70	0.0015	0,4	1	0.15	0.2	810.1
Rive droite	CS1-RD	0.06	0.58	0.1	70	0.0013	0,4	1	0.15	0.2	230.5
	CS2-RD	0.04	0.53	0.075	70	0.0013	0,4	1	0.18	0.2	703
	CS3-RD	0.04	0.53	0.075	70	0.0013	0,4	1	0.18	0.2	724.4
	CS4-RD	0.035	0.51	0.068	70	0.0013	0,4	1	0.17	0.2	252.4

Tableau 12 : Caractéristiques du drain principal

Largeur (gueule) (m)	Revanche (m)	Profondeur Totale (m)	Q (m ³ /s)	Vitesse (m/s)	Section mouillée (m ²)	Coeff. De rugosité Ks	Pente I	B (plafond)	Fruit m	Tirant d'eau Yn
8,41	0,2	1,96	23,29	2,118	10,998	35	0,003	4,5	1,00	1,76

Largeur (gueule) (m)	Revanche (m)	Profondeur Totale (m)	Q (m ³ /s)	Vitesse (m/s)	Section mouillée (m ²)	Coeff. De rugosité Ks	Pente I	B (plafond)	Fruit m	Tirant d'eau Yn
5,6	0,2	1,96	24,00	3,94	6,077	35	0,003	1,7	1,00	1,76

ANNEXE C: NOTE DE CALCUL POUR LE PERIMETRE MARAICHER

Tableau 13 : Design préliminaire pour 4ha

Désignation	Valeur calculée	Valeur retenue
RU (mm)	100.0	100.0
Zr_tom	0.7	0.7
RFU(mm)	66.7	46.7
Besoin max mensuel (mm)	210.0	210.0
(Besoin max. journalier de pointe) BMP (mm/j)	6.8	6.8
Frequence F(j)	9.8	9.8
Tour d'eau (j)	3.0	3.0
Dose réelle (mm)	20.3	20.3
Pr	0.3	0.3
Efficiencie	0.75	0.75
Dose brute (mm)	27.1	27.1
Surface Totale(ha)	4.0	4.0
Surface parcelle(ha)	0.25	0.25
Volume réel (m ³)	812.9	812.9
Longueur parcelle (m)	50	50
Largeur parcelle (m)	50	50
Denivelée totale	0.85	0.85
Dfriction	0.34	0.34
Ptot	1.19	1.19
Pnom (m)	5.95	5.95
Pnom (bar)	0.60	0.60
Pnom (bar) catalogue	1.5	1.5
Diamètre mouillé (m)	8	8
Débit qasp(l/h)	100	100
Ecartement rampe Erp (m)	4	4
Vérification	4	Oui
Nombre de rampes sur le porte rampe	12.5	12
Ecartement asperseurs Easp(m)	4	4
Nombre d'asperseur sur la rampe	12.5	12
Pluviométrie de l'asperseur(mm/h)	6.25	6
Temps par poste Ts (h)	4.335	4.335

Désignation	Valeur calculée	Valeur retenue
Twmax(h)	18	18
Nombre de postes par jour Ns	4.151785714	4.151785714
Nombre de rampes en fonctionnement simultanée	1.004	1
Débit d'equip Qe (l/s/ha)	1.394	1.394
Débit d'équip périmètre Qep (l/s)	5.575	5.575
Débit d'équipement parcellaire(l/s/parcelle)	0.348	0.348
Débit rampe (l/h)	1 200	1 200
Débit porte rampe (l/h)	2 400	2 400
Débit tube secondaire(l/h)	9 600	9 600
Débit tube primaire(l/h)	19 200	19 200

Tableau 14 : Détermination des pertes de charge dans les conduites sur les 4ha

Calcul des diamètres préliminaires		
Désignation	Diamètre théorique	Diamètre commercial
Diamètre _rampe (mm)	16.825	25
Diamètre _porte-rampe (mm)	23.794	32
Diamètre _tube-secondaire (mm)	47.588	50
Diamètre _tube-primaire (mm)	67.300	75
Calcul des pertes de charges		
Désignation	Valeur calculée	
Perte de charges simples _rampe(m/m)	0.0250	
Perte de charges simples _porte-rampe (m/m)	0.0271	
Perte de charges simples _tube-secondaire (m/m)	0.0400	
Perte de charges simples _tube-primaire (m/m)	0.0201	

Tableau 15 : Choix des diamètres des conduites sur le périmètre de 4ha

Dimensionnement des conduites		
Désignation	Diamètre théorique	Diamètre commercial
Longueur _rampe (m)	50	
Longueur _porte-rampe (m)	50	
Longueur _tube-sec (m)	200	
Longueur _tube-prim (m)	68	
Facteur correction _rampe	0.394	
Facteur correction _porte-rampe	0.394	
Facteur correction _secondaire	0.486	
Facteur correcteur _primaire	0.639	
Diamètre _rampe (mm)	22.632	25
Diamètre _porte-rampe (mm)	28.910	32
Diamètre _tube-secondaire (mm)	73.755	75
Diamètre _tube-primaire (mm)	116.224	125

Tableau 16 : Dimensionnement préliminaire pour le périmètre de 3 ha

RU (mm)	100.0	100.0
Zr_tom	0.7	0.7
RFU (mm)	66.7	46.7
Besoin max mensuel (mm)	210.0	210.0
(Besoin max. journalier de pointe) BMP (mm/j)	6.8	6.8
Fréquence F(j)	9.8	9.8
Tour d'eau (j)	3.0	3.0
Dose réelle (mm)	20.3	20.3
Pr	0.3	0.3
Efficiencie	0.75	0.75
Dose brute (mm)	27.1	27.1
Surface Totale(ha)	4.0	4.0
Surface parcelle(ha)	0.25	0.25
Volume réel (m3)	812.9	812.9
Longueur parcelle (m)	50	50
Largeur parcelle (m)	50.00	50.00
Dénivelée totale	1.3	1.3
Dfriction	0.52	0.52
Ptot	1.82	1.82
Pnom (m)	9.1	9.1
Pnom (bar)	0.91	0.91
Pnom (bar) catalogue	2	2
Diamètre mouillée (m)	8	8
Débit qasp(l/h)	100	100
Ecartement rampe Erp (m)	4	4
Vérification	4	Oui
Nombre de rampes sur la porte rampe	12.5	12
Ecartement asperseurs Easp (m)	4	4
Nombre d'asperseurs sur la rampe	12.5	12
Pluviométrie de l'asperseur (mm/h)	6.25	6
Temps par poste Ts (h)	4.335	4.335
Temps maximum de travail (h)	18	18
Nombre de poste par jour Ns	4.15	4.15
Nombre de rampes en fonctionnement simultanée	1.004	1
Débit d'equip Qe (l/s/ha)	1.394	1.394
Débit d'équipement périmètre Qep (l/s)	5.575	5.575
Débit d'équipement parcellaire(l/s/parcelle)	0.348	0.348
Débit rampe (l/h)	1200	1200
Débit porte rampe (l/h)	1 200	1 200
Débit tube secondaire 1(l/h)	9 600	9 600
Débit tube secondaire 2(l/h)	4 800	4 800
Débit tube primaire(l/h)	14 400	14 400

Tableau 17 : Calcul des pertes de charges dans les conduites sur le périmètre de 3 ha

Calcul des diamètres préliminaires		
Désignation	Diamètre théorique	Diamètre commercial
Diamètre _rampe (mm)	16.82	25
Diamètre _porte-rampe (mm)	23.79	32
Diamètre _tube-secondaire 1 (mm)	47.58	50
Diamètre _tube-secondaire 2 (mm)	33.65	50
Diamètre _tube-primaire (mm)	58.28	63
Calcul des pertes de charges		
Désignation	Valeur calculée	
Pertes de charges simples _rampe(m/m)	0.0250	
Pertes de charges simples _porte-rampe(m/m)	0.0271	
Pertes de charges simples _tube-secondaire 1(m/m)	0.0400	
Pertes de charges simple _tube-secondaire 2 (m/m)	0.0112	
Pertes de charges simples _tube-primaire (m/m)	0.0276	

Tableau 18 : Choix des diamètres des conduites sur le périmètre de 3 ha

Dimensionnement des conduites		
Désignation	Diamètre théorique	Diamètre commercial
Longueur rampe (m)	50	
Longueur porte-rampe (m)	50	
Longueur tube-secondaire 1 (m)	150	
Longueur tube-secondaire 2 (m)	200	
Longueur tube-primaire (m)	68	
Facteur de correction rampe	0.394	
Facteur de correction porte-rampe	0.394	
Facteur de correction tube-secondaire 1	0.486	
Facteur de correction tube-secondaire 2	0.639	
Facteur de correction tube primaire	0.639	
Diamètre de rampe (mm)	22.63	25
Diamètre de porte-rampe (mm)	28.91	32
Diamètre de tube-secondaire 1(mm)	69.53	75
Diamètre de tube-secondaire 2 (mm)	96.97	90
Diamètre de tube-primaire (mm)	97.76	110

Asperseur sélectionné

型号 Item No.	GDCL120	GDCL140	GDCL160	GDCL180
口径 (mm) Diameter	1.2	1.4	1.6	1.8
流量 (L/h) Discharge	75	100	130	170
工作压力 (Bar) Working Pressure	1.5-2.5	1.5-2.5	1.5-2.5	1.5-2.5
喷洒半径 (m) Spraying Radius	4-5	4-5	4-5	4-5

Vérification de la condition de Christiansen

Tableau 19 : Vérification pour les conduites sur le périmètre de 4 ha

4ha										
	Parcelle 1 à 4		Parcelle 5 et 8		Parcelle 9 et 12		Parcelle 13 et 16		Secondaire	Primaire
	Porte rampe	Rampe	Porte rampe	Rampe	Porte rampe	Rampe	Porte rampe	Rampe		
Pertes de charges conduites	0.8	0.1	0.8	0.1	0.8	0.1	0.8	0.1	2.6	0.6
Dénivelée	2.0	1.5	-2.0	1.0	-1.0	0.0	-1.0	0.0	1.5	0.5
Variation de pression	-1.2	-1.4	2.8	1.0	1.8	0.1	1.8	0.1	1.1	0.1
Pertes de charges admissibles	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Condition de Christiansen	Oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui

Tableau 20 : Vérification pour les conduites sur le périmètre de 4 ha

3 ha														
Paramètres	Parcelle 1 à 2		Parcelle 3 et 4		Parcelle 5 et 6		Parcelle 7 et 8		Parcelle 9 et 10		Parcelle 11 et 12		Secondaire	Primaire
	Porte rampe	Rampe	Porte rampe	Rampe	Porte rampe	Rampe	Porte rampe	Rampe	Porte rampe	Rampe	Porte rampe	Rampe		
Pertes de charges	0.79	0.15	0.79	0.15	0.79	0.15	0.79	0.15	0.79	0.15	0.79	0.15	1.93	0.56
Dénivelée	-2.00	1.50	-2.00	-1.50	-0.50	-1.00	-0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	2.00	0.50
Variation de pression	2.79	-1.35	2.79	1.65	1.29	1.15	1.29	-0.85	0.29	-0.85	0.29	-0.85	-0.07	0.06
Pression admissible	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Condition de Christiansen	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

Pompe sélectionnée



Version avec accouplement

- Corps de pompe, bride de raccordement et roue en fonte 250 UNI ISO 185.
- Garniture mécanique en carbone/carbure de silice conforme à la norme DIN 24960 avec joint OR en EPDM.
- Brides PN 16 conformes à la norme DIN 2533. Les brides en DN 200 sont PN 10 conformes à la norme DIN 2532.
- Moteur 2 pôles asynchrone pour version 2 900 tr/min et 4 pôles pour version 1 450 tr/min, de type fermé à ventilation extérieure, de construction B5 ou B3/B5 selon normes CEI 2-3.
- Moteur triphasé (à partir de 0,75 kW) haut rendement.
- Une protection moteur, conforme aux normes électriques en vigueur, est impérative.
- Les pompes sont en conformité avec les Directives Européennes 89/392, 73/23 et 89/336.
- Liquide pompé : propre, exempt de substances solides ou abrasives, non visqueux, non agressif, non cristallisé et chimiquement neutre, proche des caractéristiques de l'eau.
- Pression maxi. d'utilisation : 16 bars (10 bars pour le DN 200).
- Installation : fixe en position horizontale ou verticale à condition que le moteur soit positionné au-dessus de l'hydraulique.
- Plage de températures des liquides : de - 15 °C à + 140 °C.
- Température ambiante maxi. : + 40 °C.
- Indice de protection : IP 55.

Dimensionnement des panneaux solaires

L'équation qui suit a servi à calculer la puissance minimale à installer.

$$P_c = \frac{\text{Besoin journalier}}{K_p \times H_i \times R}$$

Avec :

R : Rendement du système photovoltaïque, évalué à 80%

H_i (kWh/m²/j) : Irradiation moyenne estimée à 4,8

Nombre de modules en série (N_s)

$$N_s = \frac{V_{\text{syst}}}{V_{\text{nom}}}$$

Nombre de modules branchés en parallèle (N_p)

$$N_p = \frac{P_{\text{cmin}}}{N_s \times P_{\text{mod}}}$$

Puissance totale à installer (P_c)

$$P_c = N_s \times N_p \times P_{\text{mod}} \geq P_c$$

Le tableau ci-dessous permet de connaître la tension des panneaux recommandés après calcul de la puissance d'installation.

Puissance du champ photovoltaïque (kWc)	0-0,5	0,5-2	2-10	>10
Tension recommandée (V)	12	24	48	>48

Nombre totale des modules PV à installer N_{mod}

$$N_{\text{mod}} = N_s \times N_p$$

Choix des caractéristiques de la batterie

$$N_{\text{bats}} = \frac{V_{\text{sys}}}{\text{Tension nominal des batteries}}$$

Nombre batteries en parallèle

$$N_{\text{bats}} = \frac{C_{\text{battmin}}}{\text{Capacité batterie}}$$

Capacité totale des batteries

$$C_{\text{bat}} = N_{\text{batp}} \times \text{Capacité batterie} \geq C_{\text{batmin}}$$

Nombre total batteries totales (N_{battotal})

$$N_{\text{battotal}} = N_{\text{batp}} \times N_{\text{bats}}$$

Tableau 21 : _Récapitulatif de calculs

Paramètres	Valeur calculée	Valeur retenue pour un sous périmètre	Valeur retenue périmètre
Puissance nominale pompe (kw)	3		
Durée moyenne d'ensoleillement (h)	8		
Besoin énergétique	24		
Irradiation (Kwh)	4.8		
Rendement global	0.8		
Rendement des batterie	0.8		
Puissance crête (kW)	7.8125		
Tension du système (V)	48		
Panneaux solaires			
Puissance (W)	615		
Tension (V)	45.69		
Courant (A)	13.46		
Nombre en Série	1.05	2	
Nombre en parrallèle	6.35	7	
Puissance installée	8610		
Nombre de modules de panneaux solaires		14	28
Batterie			
Capacité min	200		
Tension (V)	28.4		
Capacité totale	781.25		
Nombre total		4	8
Onduleur			
Puissance (W)	6000		
Tension (V)	48		
Nombre	1.435	2	4
Nombre/Panneau solaire	7	7	

ANNEXE D : ETUDE FINANCIERE

Tableau 22 : Devis quantitatif et estimatif du périmètre maraicher

PERIMETRE MARAICHER				
Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total TTC (FCFA)
Préparation du terrain				
Défrichage et essouchement en zone de savane (arbuste, buisson)	ha	8	195 000	1 560 000
Labour et pulvérisation	ha	7	65 000	455 000
Réalisation de billon	ha	7	5 000	35 000
Total				2 050 000
Station de pompage				
Pompe NKP-G 50-125	u	2	1 170 000	2 340 000
Pompe NKP-G 50-160	u	2	2 275 000	4 550 000
Conduite asp/ ref PVC DN 125	ml	76	18 500	1 406 000
Conduite refoulement PVC DN 115	ml	76	17 400	1 322 400
Ventouse double effet	u	1	200 000	200 000
Divergent 225-160	u	2	15 600	31 200
Filtre à tamis 1/2"	u	1	30 000	30 000
Total				9 879 600
Source d'énergie				
Panneau solaire	u	28	86 050	5 475 600
Batterie	u	8	985 000	18 525 000
Onduleurs	u	4	380 000	2 496 000
Maisonnette	u	1	1 500 000	1 500 000
Groupe électrogène 15 kVA	u	1	3 900 000	3 900 000
Couverture du groupe électrogène	ff	1	400 000	400 000
Total				31 796 600
Asperseurs et accessoires				
Micro-asperseurs	u	4 032	2 000	8 064 000
Support asperseur	Barre (6m)	200	5 000	1 000 000
Embout	u	85	1 000	85 000
Manchon	u	85	1 000	85 000
Tuyau PVC 115 PN 10	ml	400	13 200	5 280 000
Tuyau PVC 110 PN 10	ml	350	12 100	4 235 000
Tuyau PEHD 50 PN 10	ml	700	10 200	7 140 000
Tuyau PEHD 32 PN 10	ml	16 800	3 500	58 800 000
Total				84 689 000
Accessoires de connexion				
Vanne 32	u	168	7 150	1 201 200
Bouchon 180		4	7 908	31 632
Bouchon 160	u	2	7 150	14 300
Bouchon 50	u	14	1 300	18 200

PERIMETRE MARAICHER				
Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total TTC (FCFA)
Té	u	14	1 950	27 300
Coude	u	3	3 250	9 750
Réducteur 110/175		1	5 200	5 200
Réducteur 125/75		2	7 800	15 600
Réducteur 90/50		6	2 600	15 600
Réducteur 75/50		2	1 300	2 600
Réducteur 50/32		14	1 200	16 800
Total				1 358 182
Puisard et équipement d'arrosage				
Béton de propreté dosé à 150 kg/m ³	m ³	0	75 000	25 500
Béton dosé à 350 kg/m ³	m ³	5	195 000	934 050
Acier à haute adhérence	kg	215	1 500	323 190
Coffrage Ordinaire	m ²			0
Coffrage soigné	m ²	20	3 500	69 230
Total				1 351 970
Réseau de drainage				
Collature principale	ml	2 500	6 500	16 250 000
Collature secondaire	ml	1 460	5 500	8 030 000
Total				24 280 000
Réseau de circulation				
Piste d'accès	ml	50	10 000	500 000
Piste transversale	ml	565	7 500	4 237 500
Piste champêtre	ml	400	5 500	2 200 000
Total				6 937 500
Transport matériel	ff	1	800 000	800 000
Imprévus				77 185 426
COÛT TOTAL MARAICHER				331 719 600

Tableau 23 : Devis quantitatif et estimatif du périmètre rizicole

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total TTC (FCFA)
AMENAGEMENT DES PARCELLES RIZICOLES				
Défrichage et essouchement en zone de savane (arbuste, buisson)	ha	80	195 000	15 600 000
Défrichage et essouchement en zone de forêt claire	ha	40	200 000	8 000 000
Labour et pulvérisage	ha	120	65 000	7 800 000
Planage	ha	120	1 050	126 000
Réalisation de diguettes et colatures associées	ml	48 000	5 000	240 000 000
TOTAL				271 526 000
CANAUX ET PISTES PERIMETRALES				
Plateforme canaux et piste périmétrale				
Décapage	m ²	84 198	750	63 148 725
Déblai	m ³	17 300	5 500	95 150 000
Remblai compacté de matériaux d'emprunt	m ³	35 000	4 800	168 000 000
Creusement des canaux primaires calibrés	m ³	7 130	2 000	14 260 000
Creusement des canaux secondaires calibrés	m ³	2 282	1 400	3 194 800
Revêtement en béton armé de canaux primaire				
Béton dosé à 350 kg/m ³	m ³	143	195 000	27 810 900
Acier à haute adhérence	m ³	4 992	1 500	7 487 550
F/P de joints bitumineux, ép.= 2cm	ml	4 170	2 300	9 591 000
Revêtement en béton armé de canaux secondaire				0
Béton dosé à 350 kg/m ³ ; épaisseur = 0.10 m	m ³	217	195 000	42 318 900
Acier à haute adhérence	m ³	8 681	1 500	13 021 440
F/P de joints bitumineux, ép.= 2cm	ml	4 170	2 300	9 591 000
Confection de Canaux d'irrigation en terre	ml	9 900	3 500	34 650 000
TOTAL				488 224 315
DRAINS ET DIGUE DE PROTECTION				
Drains				
Drain tertiaire en terre	ml	6 116	3 000	18 348 000
Curage et recalibrage du cours d'eau principal	ml	9 500	2 000	19 000 000
Curage et recalibrage des affluents	ml	2 120	2 000	4 240 000
TOTAL				41 588 000

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total TTC (FCFA)
OUVRAGES D'IRRIGATION				
Partiteur				
Béton de propreté dosé à 150 kg/m ³	m ³	1	75 000	75 000
Béton dosé à 350 kg/m ³	m ³	4	195 000	780 000
Acier à haute adhérence	kg	340	1 500	510 000
Coffrage Ordinaire	m ²			0
Coffrage soigné	m ²	28	3 500	98 000
Lame métallique (L = 1,5 m et h = 0,60 m)	u	1	1 200	1 200
Vannette métallique (1 m x 1 m) y compris cadre et volant	u	2	80 000	160 000
Prises d'irrigation sur canaux primaires				
Béton de propreté dosé à 150 kg/m ³	m ³	8	75 000	600 000
Béton dosé à 350 kg/m ³	m ³	22	195 000	4 192 500
Acier à haute adhérence	kg	753	1 500	1 100
Coffrage Ordinaire	m ²			0
Coffrage soigné	m ²	20	3 500	70 000
Vannette métallique (0,4m x 0,6 m) y compris cadre	u	6	80 000	480 000
Prises d'irrigation sur canaux secondaires	u	30	200 000	6 000 000
Prises parcelaires	u	400	200 000	80 000 000
Vidanges parcelaires	u	400	200 000	80 000 000
Ouvrage de chute sur canal primaire	u	6	200 000	1 200 000
Ouvrage de chute sur canal secondaire	u	6	200 000	1 200 000
Ouvrage de chute sur canal tertiaire	u	60	200 000	12 000 000
Ouvrage de fin de canal	u	42	200 000	8 400 000
Seuil amovible	u	120	100 000	12 000 000
TOTAL				207 767 800
OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT DRAINS PRINCIPAUX ET DRAINS SECONDAIRES				
Franchissement du Drain Principal				
Construction de dalot 4x4.00x3.00				
Déblai	m ³	74	5 500	408 870
Béton de propreté dosé à 150 kg/m ³	m ³	38	75 000	2 850 000
Béton dosé à 350 kg/m ³	m ³	203	195 000	39 624 000
Acier à haute adhérence	kg	17 272	1 500	25 908 000
Coffrage Ordinaire	m ²	-	1 378	#VALEUR!

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total TTC (FCFA)
Coffrage soigné	m ²	650	3 500	2 276 050
Perré sec	m ³	32	32 000	1 024 000
Perré maconné	m ³	16	40 000	640 000
Franchissement du Drain Secondaire				
Construction de dalot 2x1.00x1.00				
Déblai	m ³	8	5 500	44 000
Béton de propreté dosé à 150 kg/m ³	m ³	3	75 000	225 000
Béton dosé à 350 kg/m ³	m ³	14	195 000	2 730 000
Acier à haute adhérence	kg	660	1 500	990 000
Coffrage Ordinaire	m ²		1 378	0
Coffrage soigné	m ²	53	3 500	185 500
Perré sec	m ³		32 000	0
Perré maconné	m ³	8	40 000	320 000
Construction de dalots 2x3.50x2.00 (1)				
Déblai	m ³	36	5 500	198 000
Béton de propreté dosé à 150 kg/m ³	m ³	15	75 000	1 125 000
Béton dosé à 350 kg/m ³	m ³	95	195 000	18 525 000
Acier à haute adhérence	Kg	7 900	1 500	11 850 000
Coffrage Ordinaire	m ²			0
Coffrage soigné	m ²	300	3 500	1 050 000
Perré sec	m ³		32 000	0
Perré maconné	m ³	8	40 000	320 000
Construction de dalots 2x3.50x2.00 (2)				
Déblai	m ³	36	5 500	198 000
Béton de propreté dosé à 150 kg/m ³	m ³	15	75 000	1 125 000
Béton dosé à 350 kg/m ³	m ³	95	195 000	18 525 000
Acier à haute adhérence	Kg	7 900	1 500	11 850 000
Coffrage Ordinaire	m ²			0
Coffrage soigné	m ²	300	3 500	1 050 000
Perré sec	m ³		32 000	0
Perré maconné	m ³	8	40 000	320 000
Construction de dalots 2x3.50x2.00 (3)				
Déblai	m ³	36	5 500	198 000
Béton de propreté dosé à 150 kg/m ³	m ³	15	75 000	1 125 000
Béton dosé à 350 kg/m ³	m ³	95	195 000	18 525 000
Acier à haute adhérence	Kg	7 900	1 500	11 850 000
Coffrage Ordinaire	m ²			0
Coffrage soigné	m ²	300	3 500	1 050 000

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total TTC (FCFA)
Perré sec	m ³		32 000	0
Perré maconné	m ³	8	40 000	320 000
Construction de dalots 1x3.00x2.00 (1)				
Déblai	m ³	25	5 500	137 500
Béton de propreté dosé à 150 kg/m ³	m ³	8	75 000	600 000
Béton dosé à 350 kg/m ³	m ³	52	195 000	10 140 000
Acier à haute adhérence	Kg	4 300	1 500	6 450 000
Coffrage Ordinaire	m ²			0
Coffrage soigné	m ²	165	3 500	577 500
Perré sec	m ³		32 000	0
Perré maconné	m ³	8	40 000	320 000
Construction de dalots 1x3.00x2.00 (2)				
Déblai	m ³	20	5 500	110 000
Béton de propreté dosé à 150 kg/m ³	m ³	8	75 000	600 000
Béton dosé à 350 kg/m ³	m ³	52	195 000	10 140 000
Acier à haute adhérence	Kg	4 300	1 500	6 450 000
Coffrage Ordinaire	m ²			0
Coffrage soigné	m ²	165	3 500	577 500
Perré sec	m ³		32 000	0
Perré maconné	m ³	8	40 000	320 000
Construction de dalots 4x3.50x2.00				
Déblai	m ³	70	5 500	385 000
Béton de propreté dosé à 150 kg/m ³	m ³	30	75 000	2 250 000
Béton dosé à 350 kg/m ³	m ³	170	195 000	33 150 000
Acier à haute adhérence	Kg	14 370	1 500	21 555 000
Coffrage Ordinaire	m ²			0
Coffrage soigné	m ²	545	3 500	1 907 500
Perré sec	m ³		32 000	0
Perré maconné	m ³	8	40 000	320 000
Construction de passage busé y/c tête de buse				
Passage busé DN 800	ml	16	70 000	1 120 000
Passage busé DN 600	ml	144	50 000	7 200 000
TOTAL				287 766 920
PISTE TRANSVERSALE				
Décapage	m ²	1 175	2 500	2 937 500
Déblai	m ³	575	5 500	3 162 500
Purge de terre de mauvaise tenue	m ³	940	5 000	4 700 000
Remblai compacté de matériaux d'emprunt	m ³	1 900	4 800	9 120 000

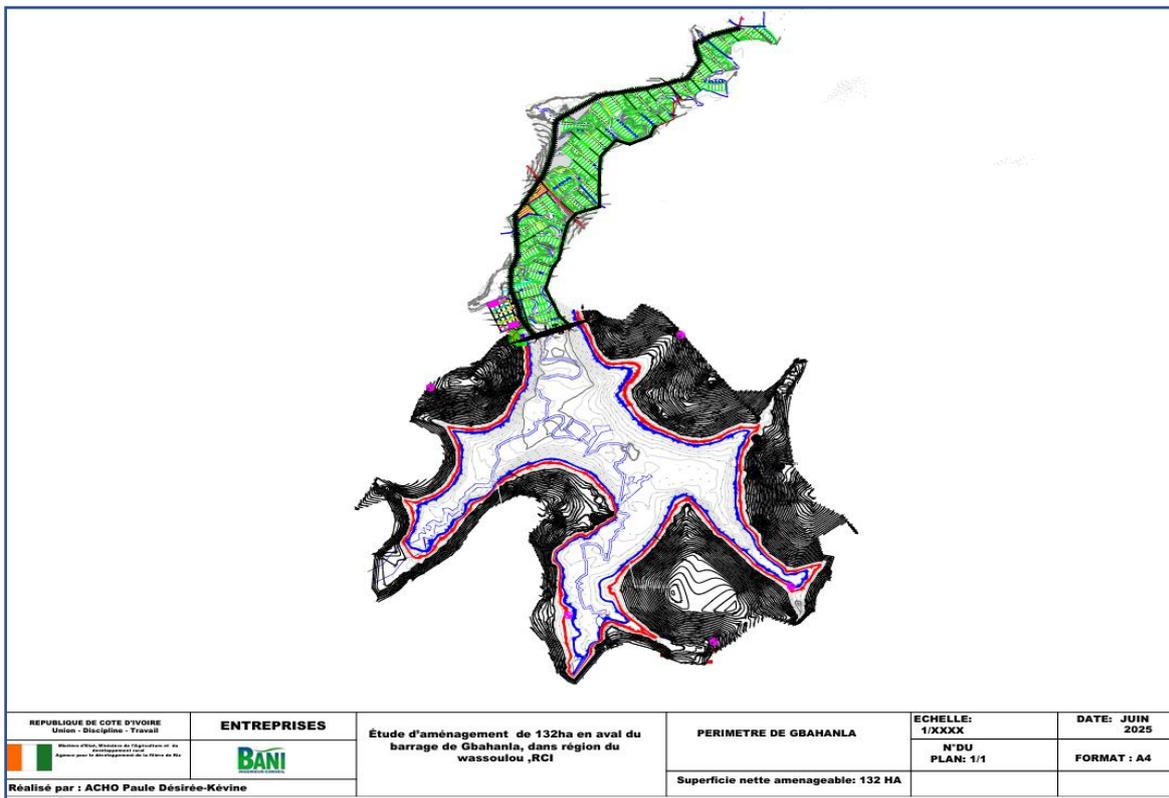
Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total TTC (FCFA)
TOTAL				19 920 000
Traversée de voie				
Fonçage Ø 800	ml	62	286 900	17 787 800
Fonçage Ø 600	ml	62	256 900	15 927 800
F/P conduite DN 800 Ep 8mm	ml	62	2 000	124 000
PUISARD AMONT ET AVAL (1,5m*1,5m)				
Déblai	m ³	20	2 250	45 000
Béton de propriété dosé a 150kg/m3	m ³	0	75 000	33 750
Béton dosé a 350kg/m3	m ³	1	195 000	290 550
Acier à haute adhérence	kg	70	1 500	105 000
Coffrage Ordinaire	m ²			0
Coffrage soigné	m ²	22	3 500	77 000
Perré sec	m ³		32 000	0
Perré maçonné	m ²	24	40 000	960 000
TOTAL				35 350 900
Imprévu				3 535 090
COUT TOTAL PERIMETRE RIZICOLE				1 355 679 025

Tableau 23 : Devis quantitatif et estimatif de l'étang piscicole

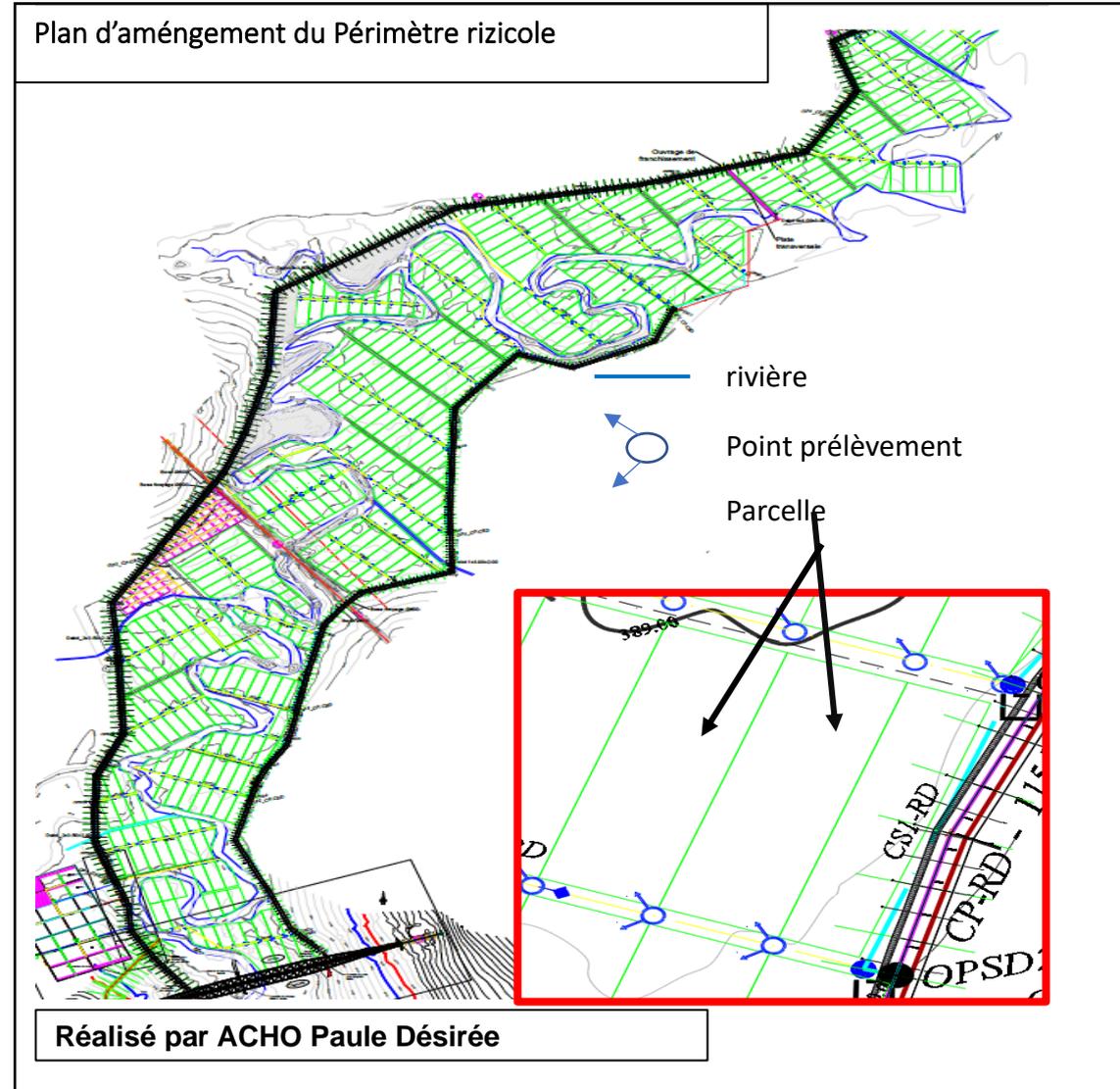
AMENAGEMENT PISCICOLE DE GBAHANLA				
Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total TTC (FCFA)
TRAVAUX PREPARATOIRE				
Défrichage et essouchement en zone de savane (arbuste, buisson)	ha	3	195 000	585 000
Décapage	m ²	32 400	1 800	58 320 000
TOTAL				58 905 000
TERRASSEMENT DES ETANGS				
Déblai	m ³	21 800	5 500	119 900 000
Remblai tout venant	m ³	10 900	1 500	16 350 000
TOTAL				136 250 000
CANAUX ET DRAINS				
Canaux d'alimentation des étangs				
Creusement des canaux secondaires calibrés	m ³	400	1 400	560 000
Revêtement en béton armé de canaux secondaire				0
Béton dosé à 350 kg/m ³	m ³	150	195 000	29 250 000

Acier à haute adhérence	m3	5 250	1 500	7 875 000
F/P de joints bitumineux, ép.= 2cm	ml	420	2 000	840 000
Drain				
Déblai	m3	1 056	5 500	5 808 000
TOTAL				44 333 000
<u>OUVRAGES</u>				
Prises d'irrigation sur canaux secondaires	u	60	200 000	12 000 000
Moines en béton armé dosé à 350 kg/m ³	u	60	150 000	200 000
TOTAL				12 200 000
PROTECTION DES DIGUES DES ETANGS				
Engazonnement y/c y compris apport de terre végétale	m2	4 500	2 000	9 000 000
TOTAL				9 000 000
Imprévu				28 358 400
COÛT TOTAL ETANG				289 046 400

ANNEXE E: PLANS D'AMENAGEMENT DU PERIMETRE



Plan d'aménagement du périmètre rizicole



Plan d'aménagement du périmètre maraîcher

