



**CONCEPTION ET ETUDE DE
L'IRRIGATION TYPE « SEMI-
CALIFORNIEN » :**

**CAS DU SITE DE 20 HA A BOBORLA DANS
LA COMMUNE DE KARANGASSO-VIGUE**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER II EN
GENIE CIVIL ET HYDRAULIQUE,

SPECIALITE: Infrastructure et Réseaux Hydrauliques

Présenté et soutenu publiquement le 20 Janvier 2017 par

Samiratou YAGO

Travaux dirigés par :

Bassirou BOUBE

Enseignant en Hydraulique agricole

Et

Alimatine BOGNINI

Ingénieur du Génie Rural

Jury d'évaluation du stage

Président : Dr Dial NIANG

Membres et correcteurs : Dr Amadou KEITA

Mr Roland YONABA

Mr Bassirou BOUBÉ

Promotion 2015-2016

DEDICACE

Je dédie ce mémoire à :

- Mes parents :

***Mon père**, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Merci pour les valeurs nobles transmises et reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

***Ma mère**, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie. Merci pour l'éducation et le soutien permanent venus de toi.*

***Mes frères et sœurs** qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité. Merci de vous être saignés pour moi. Puissiez-vous être fiers !*

- Mes professeurs de 2iE qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis. Au-delà de la formation vous avez contribué à mon éducation.

***Les camarades de promo**, vous avez su être des frères.*

REMERCIEMENT

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à l'aboutissement de ce mémoire de fin d'études. Je tiens à remercier particulièrement

- Le **Groupe BOGNINIA Tout Ing (GBTI)**, pour nous avoir accueilli au sein de leur structure pour la réalisation de ce travail. Nous y avons trouvé un environnement propice et les moyens nécessaires pour notre travail.
-
- Mr **SANOU M. Rodrigue**, Ingénieur du Génie Rural, pour sa disponibilité et son amabilité qui nous ont facilité notre insertion dans la structure d'accueil.
- Mr **BOGNINI Alimatine**, Ingénieur du Génie Rural, qui a accepté diriger ces travaux. J'ai pu malgré ses nombreuses occupations bénéficier de sa constante disponibilité, d'une riche documentation, de ses précieux conseils, et directives et également ses encouragements. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.
- Mr **BOUBE Bassirou**, enseignant en Hydraulique agricole pour son co-encadrement, son soutien, ses conseils, et son engagement dans ce travail
- Dr **KEITA Amadou**, enseignant en hydraulique agricole pour ses pertinentes remarques qui ont permis d'améliorer ce travail
- Mr **YONABA O. Roland**, enseignant en hydraulique et doctorant au département génie civil et eau (LEAH), pour les remarques et explications
- **Tout le corps professoral de 2iE**, pour la qualité de la formation qu'ils m'ont livrée
- **A toutes les personnes ressources**, pour leurs conseils et encouragement

RESUME

Le Programme d'Appui aux Filières Agro Sylvo Pastorales (PAFASP) est un programme structurel qui intervient dans la promotion et dans l'appui de la petite irrigation. Il vise à traduire les objectifs du Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté (CSLP) et de la Stratégie de Développement Rural (SDR) en matière de croissance du secteur agricole et de réduction de la pauvreté, en termes d'accroissement de la compétitivité des filières agricoles, sylvicoles et pastorales. C'est donc dans le cadre de ses activités que ce programme a décidé de cette étude d'aménagement d'un site communautaire à Boborla, village situé dans le département de Karangasso Vigué (province du Houet). Le site présente une superficie aménageable de 20 ha. L'objectif globale de cette est de contribuer à l'amélioration des conditions de vie des populations du village de Boborla, par l'augmentation des revenus annuels des producteurs. Plus spécifiquement, l'étude vise l'accroissement de la production agricole à travers des cultures de contre saison et l'écoulement total de cette production.

Pour la tenue de cette étude nous avons procédé en deux phases essentielles : l'étude diagnostique et l'étude de dimensionnement. L'étude diagnostique s'est réalisée en trois points essentiels à savoir la revue documentaire, le diagnostic du site et les études de bases. Quant à l'étude de dimensionnement, elle commence par la proposition d'un plan d'aménagement, puis le dimensionnement à proprement dit et pour finir l'évaluation environnementale et économique. Le plan d'aménagement proposé dans ce mémoire comporte quatre blocs autonomes avec 80 parcelles, chacune d'une superficie de 0,25 ha. **Le réseau d'irrigation est de type semi californien** du fait de son efficience en termes d'économie d'eau et de finance. La spéculation envisagée est la **banane douce** du fait de sa valeur agronomique et financière élevées. L'évaluation des besoins en eau a abouti à **611 mm/mois** pour les besoins bruts et un débit maximal de pointe d'environ **5,5 l/s/ha**. Le tour d'eau est fixé à **deux jours** et la dose réelle d'irrigation est de **40mm**. Les conduites de distribution sont en PVC de diamètre 160 mm, et les conduites de refoulement ont un diamètre de 180 mm et sont aussi en PVC PN 6. Par ailleurs, il a été mis en place une station de pompage dotée de quatre groupes motopompes (chacune pour un bloc) alimentés par un groupe électrogène de puissance apparente 31 kVA. Le cout de réalisation du projet est de trois millions cinq cent vingt-huit mille cent quatre-vingt-dix-huit (**3 528 198**) francs CFA à l'hectare.

Mots clés : Aménagement hydro agricole, Semi californien, Bougouriba, Banane, PAFASP.

ABSTRACT

The Support Program for Agricultural Forestry and Pastoral (PAFASP) is a structural program that promotes and supports small scale irrigation. It aims to transpose the objectives of the Strategic framework for fight against poverty (CSLP) and the Rural Development Strategy (SDR) in terms of agricultural sector growth and poverty reduction, in terms of increasing the competitiveness of agricultural, forestry and pastoral sectors. It is therefore within the framework of its activities that this program decided on this study to develop a community site in Boborla, a village in the department of Karangasso Vigué (Houet province). The site has a suitable area of 20 ha. The overall objective of this is to contribute to the improvement of the living conditions of the populations of the village of Boborla, by increasing the annual income of the producers. More specifically, the study aims to increase agricultural production through off-season crops and the total flow of this production.

In order to carry out this study we proceeded in two essential phases: the diagnostic study and the design study. The diagnostic study was carried out in three main areas: document review, site diagnosis and baseline studies. As for the design study, it starts with the proposal of a management plan, then the sizing and finally the environmental and economic evaluation. The management plan proposed in this submission contains four autonomous blocks with 80 parcels, each with an area of 0.25 ha. The irrigation system is semi-Californian because of its efficiency in terms of water saving and finance. The speculation contemplated is sweet banana because of its high agronomic and financial value. The water needs assessment has resulted in 611 mm / month for gross requirements and a maximum peak flow of about 5.5 l / s / ha. The water tower is set at two days and the actual dose of irrigation is 40mm. The distribution pipes are made of PVC with a diameter of 160 mm, and the discharge pipes have a diameter of 180 mm and are also made of PVC PN 6. In addition, a pumping station with four pump units (each for one block) was installed, powered by a generator with an apparent power of 31 kVA. The cost of the project is three million five hundred and twenty-eight thousand one hundred and ninety-eight (3,528,198) CFA francs per hectare.

Key words: Hydro - agricultural development, Semi - Californian, Bougouriba, Banana, PAFASP.

PRESENTATION DU PROMOTEUR

Le Programme d'Appui aux Filières Agro-Sylvo-Pastorales (PAFASP) est mis en œuvre depuis janvier 2007 par le gouvernement du Burkina Faso à travers le Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources halieutiques (MAHRH) avec le soutien de la Banque Mondiale. Le PAFASP vise à traduire les objectifs du Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté (CSLP) et de la Stratégie de Développement Rural (SDR) en matière de croissance du secteur agricole et de réduction de la pauvreté, en termes d'accroissement de la compétitivité des filières agricoles, sylvicoles et pastorales. D'un coût global de 46 milliards de francs CFA, le PAFASP est exécuté sur une période de 6 ans (2007 à 2012).

La finalité du PAFASP, qui traduit la vision du gouvernement pour le secteur rural, est de promouvoir un secteur agricole productif, compétitif, lié au marché et intégrant les petits exploitants et les groupes vulnérables dans les filières de production de transformation et de commercialisation.

L'objectif de développement du PAFASP est d'accroître la compétitivité des filières ciblées sur les marchés nationaux, sous régionaux et internationaux, en vue de contribuer à une croissance agricole partagée. Cet objectif sera atteint à travers la réalisation des objectifs spécifiques suivants :

- Renforcer les capacités des organisations professionnelles et interprofessionnelles à élaborer et mettre en œuvre des stratégies de développement des filières orientées par le marché;
- Développer des infrastructures productives et de mise en marché pour accroître la productivité, la qualité des produits agricoles et les liens avec les marchés;
- Améliorer l'offre et la qualité de services d'appui aux filières, incluant l'amélioration du cadre institutionnel, légal et réglementaire pour l'investissement privé.

Le PAFASP a une couverture nationale; cependant pour une meilleure synergie avec les interventions en cours, le PAFASP intervient dans neuf (9) régions regroupées en trois antennes (PAFASP, 2016) dont les sièges sont situés respectivement à Bobo-Dioulasso (antenne de l'Ouest regroupant les régions des Cascades des Hauts-Bassins et de la Boucle du Mouhoun) , Koudougou (antenne du Centre regroupant les régions du Centre Ouest, du Centre Sud et du Plateau Central) et Ouahigouya (antenne du Nord regroupant les régions du Nord, du Centre Nord et du Sahel) . Il peut intervenir dans les quatre régions non couvertes (Centre, Centre Est,

Est, Sud-Ouest) en collaboration avec les projets ayant des objectifs similaires et intervenant dans ces zones, principalement le PROFIL, le PADAB2, le PDA, ATP et le MCA. Il convient de souligner cependant, que compte tenu de la nature des interventions du projet orienté principalement par le marché, la région du centre est largement couverte par celles-ci.

La stratégie d'intervention du projet est fondée sur l'approche filière et les actions sont donc entreprises au niveau de l'ensemble des maillons de la filière que sont : la mise sur le marché, la transformation, le conditionnement, le transport et la production. Les principes essentiels qui guident les interventions du PAFASP sont :

- Le développement des filières orienté par le marché et la réalisation des activités à la demande des acteurs des filières, organisés ou non;
- Le partenariat Public-Privé;
- La flexibilité pour s'adapter en fonction du degré d'évolution des filières;
- Les arrangements contractuels afin d'intégrer les producteurs aux marchés;
- Le partenariat/collaboration avec les programmes et projets similaires.

LISTES DES SIGLES ET ABREVIATIONS

Liste des Sigles

BNDA	Banque Nationale de Développement Agricole
BUNASOLS	Bureau National des sols
CIEH	Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques
DGRE	Direction Générale des Ressources en Eau
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
GBTI	Groupe Bogninia Tout Ing
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
IGB	Institut Géographique du Burkina
INSD	Institut National de la Statistique et de la Démographie
ISO	Organisme International de Normalisation
MAHRH	Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques
MASA	Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire
MCA	Millenium Challenge Account
MEF	Ministère de l'Economie et des Finances
ONEA	Office National de l'Eau et de l'Assainissement
ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer
PAFASP	Programme d'Appui aux Filières Agro Sylvo Pastorales
WRB	World Reference Base

Liste des abréviations

cm	centimètre
Cr	Coefficient de ruissellement
CSLP	Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté
Dr	Dose réelle
ETM	Evapotranspiration maximale
ET0	Evapotranspiration de référence
g	gramme
GPS	Global Positioning System
ha	hectare
HMT	Hauteur Manométrique Totale
J	jour
Kc	Coefficient cultural
kg	kilogramme
Kj	kilojoule
km	kilomètre
kW	kilowatt
l	litre
mm	millimètre
NPSH	Net Positive Suction Head
P	Puissance
pH	Potentiel hydrogène
PHE	Plus hautes Eaux

PIB	produit intérieur brut
PN	Pression Nominale
PNDES	Plan National de Développement Economique et Social
PVC	Polychlorure de vinyle
rpm	Rotation par minute
RFU	Réserve Facilement utilisable
RU	Réserve Utile
s	seconde
SDR	Stratégie de Développement Rural
UTM	Universal Transverse Mercator

SOMMAIRE

DEDICACE	ii
REMERCIEMENT	iii
RESUME	iv
ABSTRACT.....	v
PRESENTATION DU PROMOTEUR	vi
LISTES DES SIGLES ET ABREVIATIONS	viii
SOMMAIRE	x
LISTES DES TABLEAUX	xiii
LISTES DES FIGURES	xiv
I. INTRODUCTION	1
II. PROBLEMATIQUE	3
III. OBJECTIFS DE L'ETUDE	4
IV. METHODOLOGIE.....	6
IV.1 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	6
IV.1.1 Localisation du site	6
IV.1.2 Le milieu humain	7
IV.1.3 Le milieu physique.....	8
IV.2 APPROCHE METHODOLOGIQUE	14
IV.2.1 La revue documentaire.....	14
IV.2.2 Le diagnostic de la zone d'étude.....	14
IV.2.3 Les études de base.....	14
IV.3 ETUDE DE L'AMENAGEMENT	16
IV.3.1 Présentation de l'aménagement	16
IV.3.2 Présentation des ouvrages annexes	20
IV.3.3 Détermination des besoins en eau.....	20
IV.3.4 Principe de dimensionnement et de calage	24
IV.3.5 Evaluation environnementale.....	30
IV.3.6 Evaluation économique.....	30
V. RESULTATS.....	32
V.1 CHOIX DE LA SPECULATION	32
V.1.1 Justification du choix de la culture	32
V.1.2 Caractéristiques agro-morphologiques de la Banane.....	33

V.2	CHOIX DU SYSTEME D'IRRIGATION.....	38
V.2.1	Justification du choix du système d'irrigation de type semi californien	42
V.2.2	Description du système d'irrigation de type semi californien	42
V.3	SYNTHESE DES ETUDES PREALABLES	43
V.3.1	Résultats étude diagnostic.....	43
V.3.2	Synthèse des études de base.....	43
V.4	EVALUATION DES BESOINS EN EAU ET DES PARAMETRES d'irrigation ..	45
V.4.1	Evaluation des besoins en eau.....	45
V.4.2	Paramètres d'irrigation.....	46
V.5	LA RESSOURCE EN EAU	49
V.5.1	Disponibilité de la ressource	49
V.5.2	Qualité de l'eau d'irrigation.....	51
V.6	DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES	51
V.6.1	Chenal d'amenée.....	51
V.6.2	Station de pompage.....	52
V.6.3	Les Bassins répartiteurs	56
V.6.4	Prise parcellaire.....	57
V.6.5	Vidange	57
V.6.6	Dimensionnement des conduites.....	57
V.6.7	Dimensionnement des ouvrages annexes.....	60
V.7	EVALUATION ENVIRONNEMENTALE	63
V.7.1	Prévision des impacts.....	63
V.7.2	Analyse des impacts.....	64
V.7.3	Mesures d'atténuation	64
V.8	EVALUATION ECONOMIQUE	66
V.8.1	Cout estimatif du projet	66
V.8.2	Etude de rentabilité	68
VI.	DISCUSSION ET ANALYSE	69
	Le système d'irrigation mis en place.....	69
	La disposition générale du périmètre	69
	Les besoins en eau.....	69
	Cout de réalisation du projet	70
VII.	CONCLUSION.....	71
VIII.	RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES	73

IX. BIBLIOGRAPHIE	76
ANNEXE	79
ANNEXE 1 : RESULTATS DE L'ETUDE PEDOLOGIQUE	80
ANNEXE 2 : PARAMETRES D'IRRIGATION	82
ANNEXE 3 : CALAGE DES BASSINS REPARTITEURS	84
ANNEXE 4 : DIMENSIONNEMENT DES POMPES	88
ANNEXE 5 : OUVRAGES ANNEXES	90
ANNEXE 6 : ETUDE DE RENTABILITE ECONOMIQUE	91
ANNEXE 7 : PLAN DE MASSE DE L'AMENAGEMENT	92
ANNEXE 8 : PLAN DE RESEAU DE L'AMENAGEMENT	93
ANNEXE 9 : PLANS DES BASSINS REPARTITEURS	94
ANNEXE 10 : STATION DE POMPAGE	95
ANNEXE 11 : PLANS DES OUVRAGES ANNEXES	96

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1: Caractéristiques des blocs et répartition des superficies.....	18
Tableau 2: Valeurs de Réserve utile selon le type de sol par Isrealson et Hansen	22
Tableau 3: Caractéristiques agro-morphologiques de la banane douce	34
Tableau 4: Avantages et inconvénients des différents systèmes d'irrigation.....	40
Tableau 5: Coordonnées UTM des bornes de station (Polygonale).....	44
Tableau 6: Récapitulatif de l'évaluation des besoins en eau de la banane pour la campagne sèche.....	45
Tableau 7: Paramètres d'irrigation.....	47
Tableau 8: Dimensions du chenal d'aménagé	51
Tableau 9: dimensions du puits d'aspiration	52
Tableau 10: Caractéristiques requises pour le choix des motopompes	53
Tableau 11: Caractéristiques des groupes motopompes choisis.....	54
Tableau 12: Caractéristiques du groupe électrogène	55
Tableau 13: dimensions des Bassins répartiteurs	56
Tableau 14: Tableau récapitulatif du calage des bassins répartiteurs	56
Tableau 15: dimensionnement des conduites de refoulement.....	57
Tableau 16: Tableau prévisionnel des impacts environnementaux du projet	63
Tableau 17: Mesures d'atténuations des impacts du projet sur l'environnement.....	64
Tableau 18: Récapitulatif Recommandations et Acteurs ciblés	73
Tableau 19: Caractéristiques analytiques du profil n°POA3.....	80
Tableau 20: Qualités et facteurs diagnostics par type de sol.....	81
Tableau 21: Aptitudes des types de sols à la culture de la banane	81
Tableau 22: La Réserve utile	82

LISTES DES FIGURES

<i>Graphique 1: Diagramme PLUIE - ET0 de la zone d'étude.....</i>	<i>10</i>
<i>Graphique 2: Volume écoulé annuellement par la Bougouriba.....</i>	<i>13</i>
<i>Graphique 4: Graphique comparatif des débits écoulés et des débits prélevés.....</i>	<i>50</i>
<i>Graphique 5: Répartition des couts de l'aménagement.....</i>	<i>68</i>
<i>Figure 1: Récapitulatif des objectifs et activités du projet.....</i>	<i>5</i>
<i>Figure 2: situation du site de l'étude</i>	<i>6</i>
<i>Figure 3: Vue aérienne du site.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 4: Répartition des activités socio-économiques à Karangasso-Vigué.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 5: Zones climatiques du Burkina</i>	<i>9</i>
<i>Figure 6: Relief de la zone d'étude</i>	<i>11</i>
<i>Figure 7: Hydrographie de la zone d'étude.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 8: Prise d'eau directe réalisée sur le cours d'eau.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 9: Plan d'aménagement du site</i>	<i>19</i>
<i>Figure 10: les différents systèmes d'irrigation ;</i>	<i>39</i>
<i>Figure 11: Organisation de l'arrosage pour un tour d'eau</i>	<i>48</i>
<i>Figure 12: Profil en travers du chenal d'amenée</i>	<i>52</i>
<i>Figure 13: Processus de calcul des diamètres des conduites de distribution</i>	<i>58</i>
<i>Figure 14: Détermination du coefficient de ruissellement</i>	<i>61</i>
<i>Figure 15: Profil en travers de la colature de ceinture.....</i>	<i>62</i>
<i>Figure 16: Profil en travers du drain</i>	<i>63</i>
<i>Photo 1: Cultivar de la Petite Naine (Banane douce).....</i>	<i>34</i>
<i>Photo 2: motopompe</i>	<i>54</i>
<i>Photo 3: Groupe électrogène.....</i>	<i>55</i>

I. INTRODUCTION

Malgré le recul de la faim dans le monde, la situation en Afrique Subsaharienne demeure alarmante : le quart de la population est toujours sous-alimenté, selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO, 2015). Cette situation est d'autant plus criarde au Burkina Faso où près de 46, 4% de la population vit dans la pauvreté (estimé en 2014 à moins de 153 530 FCFA / an (PNDES, 2016)) (MAHRH, 2004). Le pays observe une forte croissance démographique, environ 3,1%, que la croissance économique, avoisinant 7% (MEF, 2014), n'arrive pas à compenser.

Par ailleurs, l'économie burkinabé est essentiellement basée sur l'agriculture qui occupe près de 86% de la population active et contribue pour environ 30% à 40% du produit intérieur brut (PIB) (MASA, 2013). Pourtant, ces dividendes générés par l'agriculture ne se sont malheureusement pas traduites par une amélioration significative des conditions de vie des populations. En effet, près de 87% des producteurs pratiquent une agriculture de subsistance qui ne leur permet pas d'obtenir des revenus significatifs (MAHRH, 2004).

C'est donc dans le cadre de l'accroissement de la production agricole afin d'atteindre la sécurité alimentaire et le développement économique, que l'Etat burkinabé a décidé de la mise en place de programmes structurels pour le développement de l'agriculture tel le PAFASP. En effet, au vu de l'importance du secteur agricole dans l'économie du pays, toute stratégie de réduction de la pauvreté doit inclure la croissance agricole comme objectif clé.

Cependant, les conditions climatologiques du pays ne sont pas favorables à une activité agricole intensive malgré le grand potentiel en terre aménageable. En effet, il connaît un climat tropical à deux saisons contrastées : une longue saison sèche d'octobre à avril et une saison pluvieuse de mai à septembre. Le climat est caractérisé par une grande variabilité interannuelle et une mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluviométrie.

En outre, l'agriculture de façon générale (pluviale et irriguée) occupe 2,6 millions d'hectares soit 29 % des terres agricoles utiles estimées à 9 millions d'hectares (33% de la superficie totale du pays) (KISSOU R., 2002). Ce faible taux s'explique par la non-maitrise de la ressource en eau et de l'insuffisance des aménagements des bas-fonds.

C'est ainsi que l'irrigation se présente comme la solution adéquate à travers des projets d'aménagement hydro agricole à l'aval des barrages et aux abords des cours d'eau pérennes.

C'est dans ce cadre donc que s'inscrit cette étude sur le thème « Conception et étude de l'irrigation type semi californien, cas du site de 20 ha à Boborla dans la commune de Karangasso-Vigué».

Il s'agit là d'aménager un site communautaire, entièrement financé par le PAFASP, en vue de permettre l'agriculture tant en saison pluvieuse qu'en saison sèche avec utilisation du fleuve *Bougouriba* comme ressource en eau. Pour se faire, nous proposerons un plan d'aménagement du site, caractériserons le réseau en fonction des cultures qu'auront choisi les exploitants et proposerons un plan de gestion du site.

Dans la suite de ce document, nous présentons les objectifs visés par cette étude, la méthodologie et les matériels utilisés. De même, nous présenterons une synthèse des résultats obtenus et pour finir des perspectives afin d'améliorer la gestion du site.

II. PROBLEMATIQUE

Le Burkina Faso est fortement confronté au défi de la pauvreté et la principale activité économique du pays, l'agriculture, ne permet pas d'en venir à bout. En effet, Les activités agricoles sont dominées par une agriculture de subsistance à l'échelle des petites exploitations familiales. L'entrepreneuriat rural est très faiblement développé, réduisant les possibilités de valorisation, de diversification et de commercialisation des produits nationaux. La faible productivité agricole s'explique par le fait que l'agriculture burkinabé demeure encore dépendante à plus de 75% des productions pluviales (MAHRH, 2004).

Cependant le Burkina regorge d'énormes potentialités et de réelles opportunités notamment la disponibilité des terres aménageables et des ressources halieutiques non encore exploitées, la jeunesse de la main d'œuvre, l'accroissement de la demande de produits agricoles etc.

Dans ce contexte de pauvreté et face aux aléas climatiques les autorités du pays ont défini une politique de développement durable de l'agriculture irriguée.

Le présent projet d'aménagement hydro agricole contribuera donc à augmenter la production agricole nationale, surtout en saison sèche, pour ainsi faire face aux besoins locaux voire permettre une exportation de nos produits.

III. OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'objectif global de ce projet est de contribuer à l'amélioration des conditions de vie des populations du village de Boborla, par l'augmentation des revenus annuels des producteurs. Ce projet s'inscrit dans la stratégie de lutte contre la pauvreté et au développement en milieu rural.

Plus spécifiquement cette étude vise l'atteinte des objectifs suivants :

- L'augmentation de la production agricole en permettant des cultures de contre saison
- L'écoulement total et rapide des productions agricoles.

Pour l'atteinte de ces objectifs spécifiques de nombreuses activités seront menées à savoir :

- La mise en place d'un système d'irrigation qui s'articulera sur trois points : la réalisation d'une étude technique (choix des spéculations, évaluation des besoins globaux pour une saison, évaluation de la ressource en eau, dimensionnement de l'ensemble du système, proposition d'un plan d'exploitation et un calendrier d'irrigation), la réalisation d'une étude financière (la réalisation d'un devis quantitatif et estimatif de l'aménagement, la réalisation d'un compte d'exploitation, l'évaluation de la durée de retour sur investissement) et la rédaction d'une notice d'impact environnemental et sociétal (prévision et analyse des impacts pouvant surgir tout au long du projet et proposition des mesures d'atténuation à ces impacts) ;
- Un accompagnement sur les premiers mois (03) à travers des entretiens de sensibilisation et formation sur la gestion de système d'irrigation afin d'optimiser les rendements agricoles ;
- La mise en place de circuit de distribution afin d'écouler plus facilement les produits agricoles.

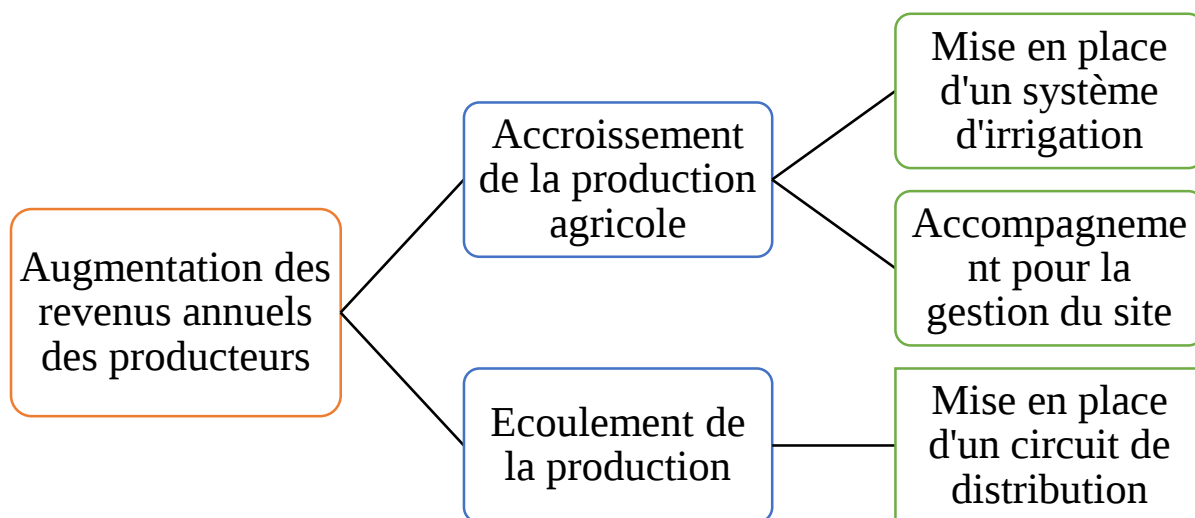


Figure 1: Récapitulatif des objectifs et activités du projet

IV. METHODOLOGIE

IV.1 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

IV.1.1 Localisation du site

Le périmètre mis à disposition pour cette étude se trouve à 1 km des habitations du village de Boborla. Boborla est un village rattaché à la préfecture de Karangasso-Vigué, dans la province du Houet, région des Hauts-Bassins à l'Ouest du Burkina Faso.

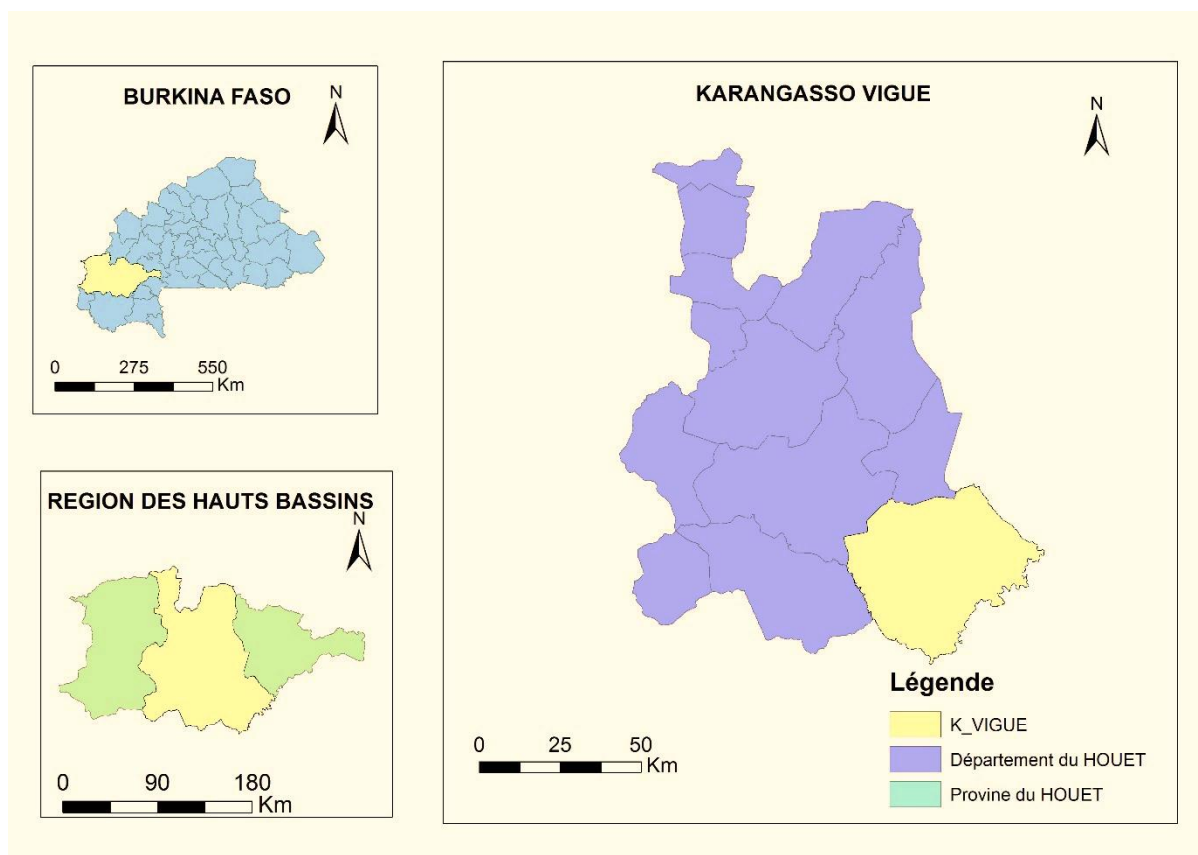


Figure 2: situation du site de l'étude

Le périmètre est situé sur la rive gauche de la *Bougouriba*, à environ 300 m du lit mineur et est à plus de 100 m des traces visibles des Plus Hautes Eaux (PHE). On y accède par la Nationale N°27, puis environ 38 km de route bitumée du carrefour Bobo-Dioulasso-Yégueréso, puis une bifurcation à droite sur la route en terre régionale R22 de 10 km environ carrossable en toute saison jusqu'au chef-lieu de la commune de Karangasso-Vigué, le village de Boborla est à environ 22 km (route impraticable) au Sud-Ouest via Bassotomo et Massasso.

Les coordonnées géographiques du site sont 10°43'52.9"N et 3°59'47.2"O.



Figure 3: Vue aérienne du site

Source : Google Earth

IV.1.2 Le milieu humain

IV.1.2.1 Population

Selon les données du dernier recensement, la population de la province du Houet est de 902 662 habitants (INSD, 2007) pour les seize communes (207 villages) la constituant. Le département de Karangasso Vigué comptait au dernier recensement 76570 habitants pour 25 villages (INSD, 2007). On peut donc estimer la population à Boborla à un peu plus de 3000 habitants.

Le taux de croissance de la population est d'environ 4,4 % donc la population actuelle peut être estimée à environ 5000 habitants.

Cette population est fortement jeune, environ 66,08 % de moins de 25 ans (MED, 2005), ce qui s'avère être un avantage certain pour les activités économiques.

IV.1.2.2 Activités socio-économiques

L'agriculture est sans conteste l'activité principale dans les villages de la région. Elle représente la première activité économique dans presque tous les villages (96,6%). A côté de cette première activité principale, sont bien pratiquées des activités comme l'élevage (2ème activité principale pour 68,7%) et le commerce (3ème activité principale dans plus de 57% des villages) (INSD, 2007).

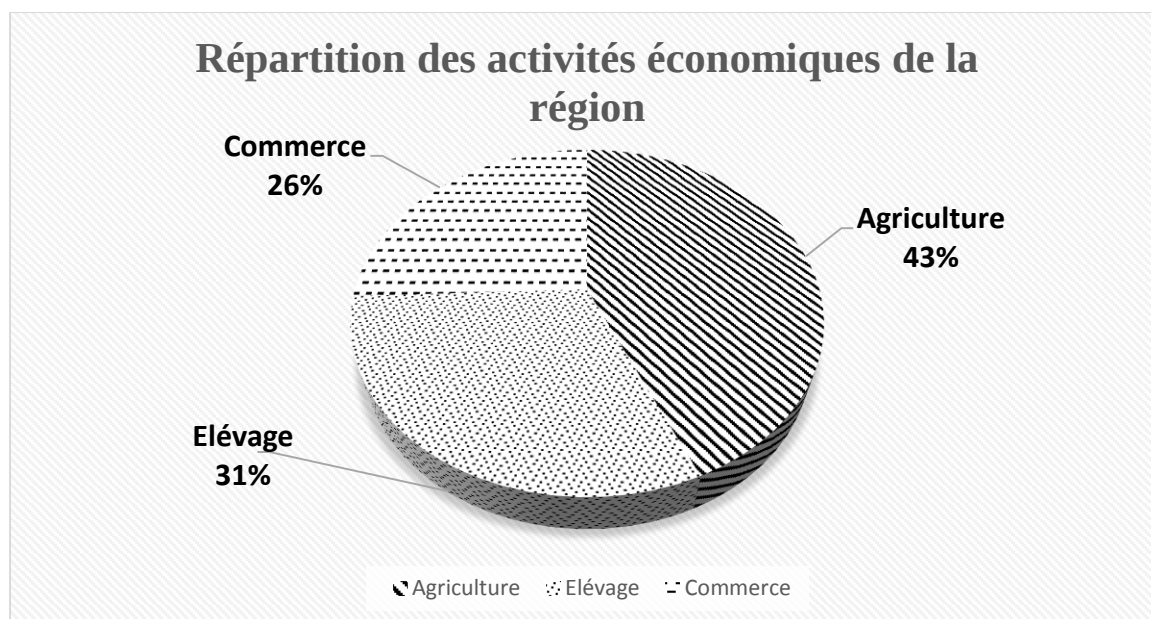


Figure 4: Répartition des activités socio-économiques à Karangasso-Vigué

Les principales cultures pratiquées sont le coton, les céréales notamment le maïs, le sorgho, et les fruits et légumes tels la mangue, les agrumes et la banane.

IV.1.3 Le milieu physique

IV.1.3.1 Climat

Le site étant localisé dans la province du Houet, il est donc soumis au même régime climatique. Ainsi, la zone d'étude est caractérisée par un climat de type Sud Soudanien et se caractérisant par une longue saison sèche (octobre à avril) et une saison pluvieuse d'une durée de 5 mois (mai à septembre).

La saison sèche se compose d'une période froide (novembre à janvier) et d'une période chaude (février à avril).

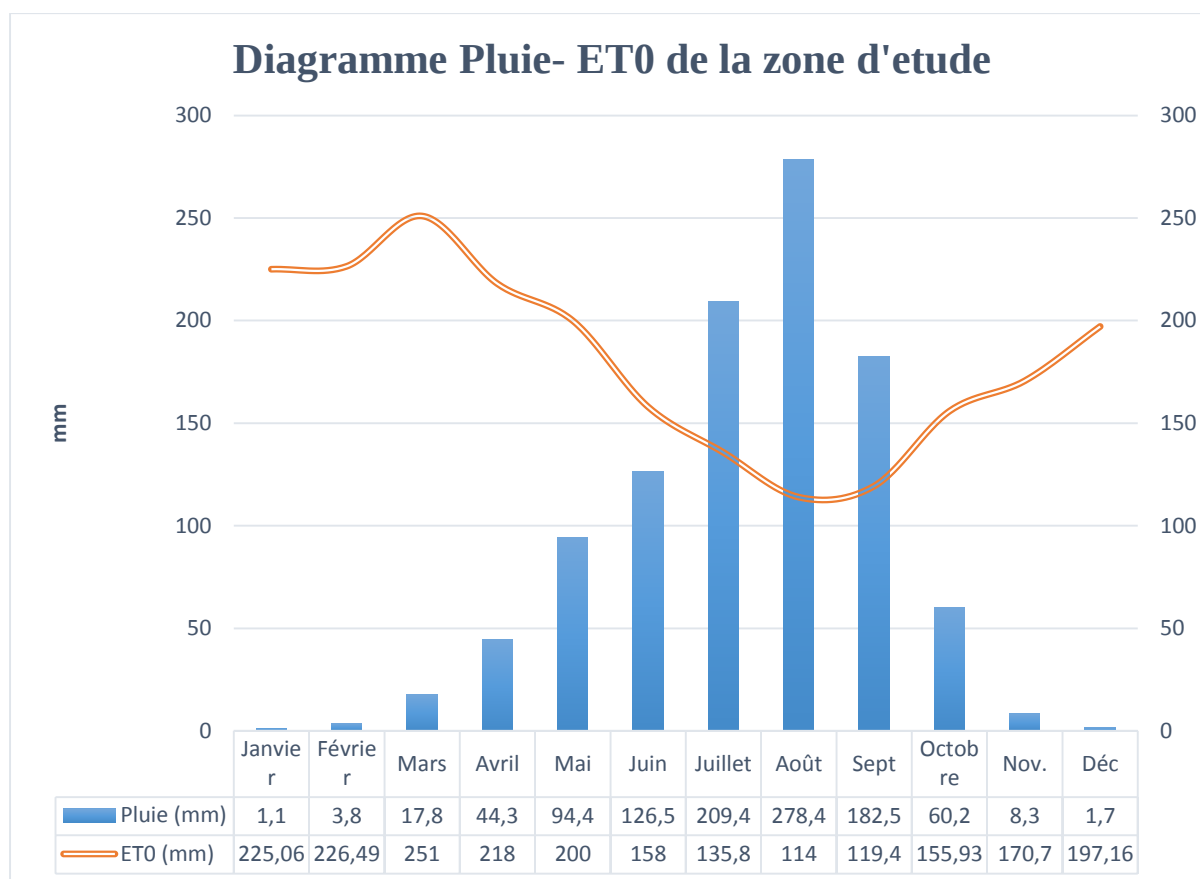
Les pluies sont relativement abondantes mais inégalement réparties dans le temps et dans l'espace. Il tombe annuellement environ 1 000 mm d'eau.



Figure 5: Zones climatiques du Burkina

Du fait des températures élevées et du fort ensoleillement l'évapotranspiration réelle est élevée dans cette zone (en moyenne 5,94mm/j). Elle varie de 3,69mm/j à 8,11mm/j. La valeur maximale étant celle du mois d'Avril.

Pour les besoins de ce projet, nous avons utilisé les données fournies par les stations de **NASSO (1961-2015)** pour la pluviométrie et de **BOBO-DIOULASSO (Aéroport) (1961-2015)** pour l'évapotranspiration. Les moyennes enregistrées à ces stations sur plus de 50 ans ont permis de représenter le graphique suivant :



Graphique 1: Diagramme PLUIE - ET0 de la zone d'étude

Commentaire : On remarque que la période pluvieuse va du mois de Juin jusqu'en Septembre. La période de culture de contre saison envisagée par les exploitants du site va du mois de Novembre jusqu'en Juin. En cette période l'évapotranspiration est nettement supérieure à la pluviométrie ce qui dénote clairement le besoin d'irrigation. En nous basant sur ces données, nous déterminerons donc les besoins en eau d'irrigation pour la spéculatation.

IV.1.3.2 Végétation et faune

On rencontre deux types de végétation : anthropique et naturelle.

La végétation naturelle est de type Sud Soudanien constituée de savanes boisées, de savanes arborées et arbustives. Les principales espèces rencontrées sont les ligneuses avec une prédominance de *Vitellaria paradoxa* (karité), *Burkea africana*, *Terminalia avicennioides*, *Combretum nigricans*, *Detarium microcarpum*, *Terminalia sp* et *Anogeissus leiocarpus*. Et les espèces pourvoyeuses de produits forestiers non ligneux sont *Saba senegalensis*, *Lannea microcarpa*, *Ximenia americana*, *Tamarindus indica* et *Adansonia digitata* qui sont essentiellement collectées et commercialisés par les femmes.

La végétation anthropique est celle plantée et entretenues par les riverains, elle est constituée de cultures pluviales : sorgho, coton, maïs, arachide, niébé et sésame, des vergers composés essentiellement de manguiers et d'agrumes, et de bosquets constitués d'espèces telles que *Azadiratcha indica* (neem), *Eucalyptus camadulensis* (eucalyptus), *Cassia sibeririana* (cassia), *Tectona grandis* (teck).

Cette importante végétation renferme une faune multiple et variée parmi lesquelles on retrouve des espèces de la grande chasse comme le Cobra, le Waterbuck, les bubales, etc. Et de la petite chasse (phacochères, céphalophes, ourébis, etc.), de même que des oiseaux (outardes, pintades, francolins, etc.). La zone constitue un refuge pour bon nombre d'espèces en saison sèche à cause de la présence d'eau dans les mares pérennes (MCA, 2001). Cependant on note de plus en plus une dégradation de l'environnement due à l'action entropique (migrants, feux de brousse). Les espèces fauniques sont donc en nette régression.

IV.1.3.3 Relief et sols

Le relief est très peu accidenté : les altitudes varient de 200 à 300 m (figure 6), et se caractérise par une plaine qui borde le cours d'eau (Bougouriba). Aux alentours de Karangasso- Vigué les sols rencontrés sont majoritairement de type ferrugineux tropical lessivé.

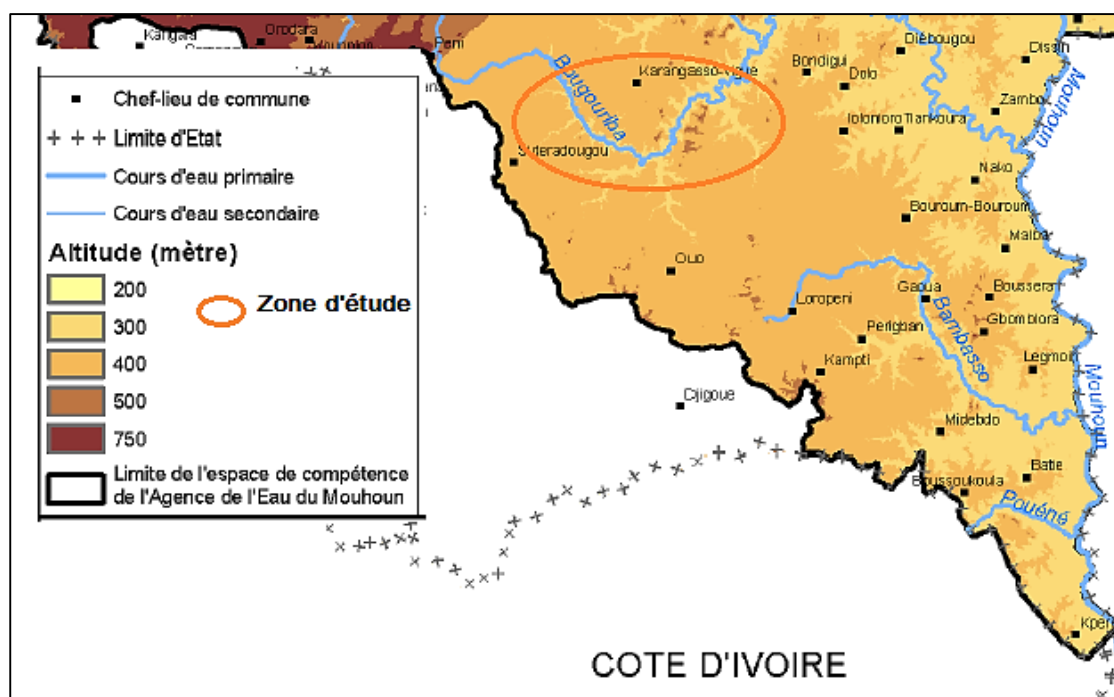


Figure 6: Relief de la zone d'étude

Source : DGRE, IGB, SRTM

IV.1.3.4 Ressource en eau

La source d'eau dans le cadre de ce projet est le fleuve *Bougouriba*, un des affluents du fleuve *Mouhoun*. Il constitue le cours d'eau le plus important de la province. Il prend sa source dans la province de la Comoé, non loin de Lokosso (Département de Loropéni), coule d'abord du Sud au Nord puis décrivant une courbe très sinueuse, se dirige à l'Est pour rejoindre le Mouhoun aux alentours de Boukéro (Département de Nako). Le réseau hydrographique est hiérarchisé mais en saison sèche les ruisseaux tarissent ; quant au grand cours d'eau, la *Bougouriba*, il forme un chapelet de mares pérennes de la jonction du Dan jusqu'à Guéguéré.

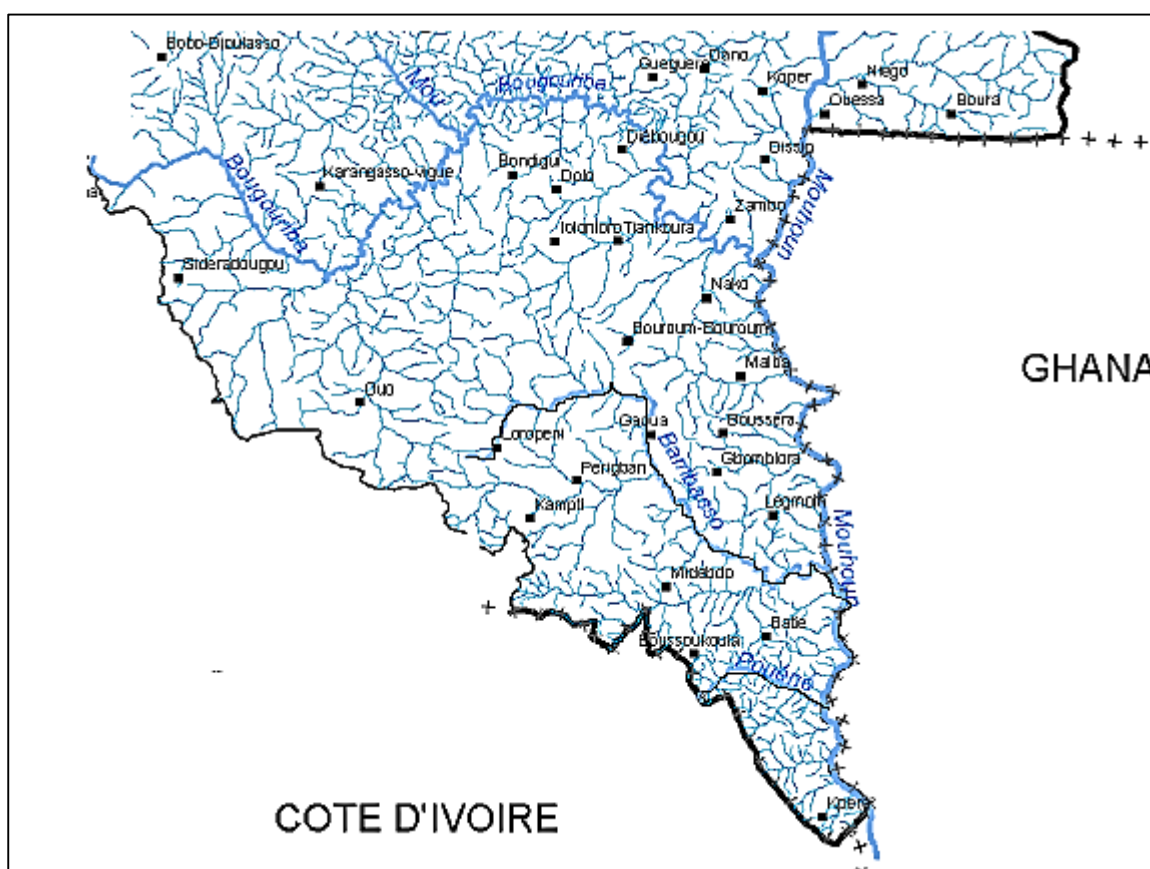


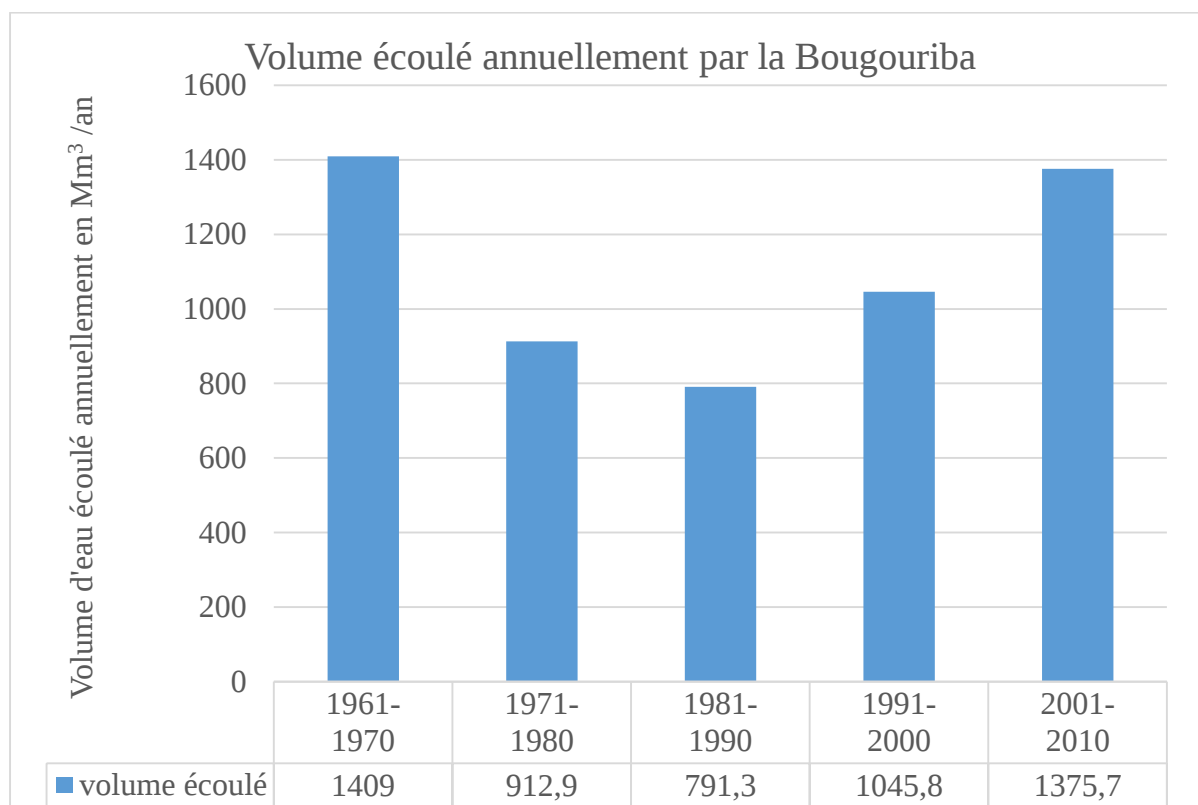
Figure 7: Hydrographie de la zone d'étude

(Source: DGRE, IGB MCA-BF-AD9 1_COWI Mars, 2012)

Selon le rapport sur l'état des lieux des ressources en eau du Burkina (DGRE, 2001), la Bougouriba draine un bassin versant d'une superficie de 16 425km².

L'évaluation des quantités d'eau dans la *Bougouriba* a été faite à partir des données hydrométriques de la station de Dan vu que c'est la plus proche de la zone d'étude. Le débit spécifique moyen (1961-2010), est de **62mm/an**.

Les données collectées sur les volumes écoulés au niveau des stations hydrométriques représentent dans leur état brut les volumes d'eau disponibles après les pertes qui se produisent dans le bassin versant concerné. De fait, il a fallu corriger les valeurs mesurées par les « pertes » connues (les prélèvements et l'évaporation au niveau des retenues d'eau) (MCA, 2012). Les données sur les volumes d'eau disponibles pour la *Bougouriba* sont alors regroupées par décennies et représentées par le graphique suivant :



Graphique 2: Volume écoulé annuellement par la Bougouriba

Le volume d'eau minimal écoulé est de l'ordre de 791 Mm³/an et correspond à la décennie 1981-1990. Cela pourrait s'expliquer par les poches de sécheresse des années 70.

IV.2 APPROCHE METHODOLOGIQUE

IV.2.1 La revue documentaire

Elle a consisté à réunir des informations sur la zone d'étude c'est-à-dire les caractéristiques physiques, les aspects socio-économiques et aussi des données sur les techniques employées pour le dimensionnement.

Les données sur le milieu physique ont été obtenues grâce aux rapports de l'Agence de l'Eau du Mouhoun, la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE), les cartes de l'Institut Géographique du Burkina (IGB), les cartes morphopédologiques réalisées par le BUNASOLS plus particulièrement celle de la province du Houet.

Pour les informations sur les techniques et équipements d'irrigation nous avons eu recours aux cours, livres, articles, publications et catalogues de fabricant.

IV.2.2 Le diagnostic de la zone d'étude

Le diagnostic s'est déroulé en deux phases essentielles après la documentation sur la zone : la visite de site et l'entretien avec les exploitants.

IV.2.2.1 La visite de site

La visite s'est effectuée avec les promoteurs de l'aménagement c'est-à-dire le PAFASP, quelques exploitants du groupement avec à leur tête Mr OUATTARA Adama chef de terre. Elle a consisté à repérer les limites du site, la limite des plus hautes eaux (PHE) et quelques particularités pour constituer une donnée de base pour les topographes et les pédologues.

IV.2.2.2 L'entretien avec les exploitants

Il a été organisé une rencontre avec les membres du groupement, leur chef et les promoteurs. Elle a permis d'énumérer les futurs besoins des exploitants comme les spéculations, les règles dans la conception, réseaux de circulation, et le plan de gestion du site.

IV.2.3 Les études de base

Elles concernent les sols et leur adéquation pour le choix des cultures à travers la pédologie, l'hydrologie pour la disponibilité de la ressource en eau et les données climatiques, la topographie afin de déterminer les contraintes à surpasser en terme de pression et prévoir le réseau de drainage afin d'éviter la submersion des plantes.

IV.2.3.1 Topographie

Les études topographiques se basant sur la visite de terrain ont consisté à implanter la polygonale de base du site. Ensuite les topographes ont procédé au chainage à la trainée. Le levé complet fut réalisé par nivellement direct avec utilisation des matériels comme le niveau, le théodolite, le trépied, la mire etc. les résultats du levé ont permis la réalisation du plan d'état des lieux du site.

IV.2.3.2 Pédologie

L'étude des sols a été réalisée par des pédologues qui à partir des indications fournies sur les limites par les personnes ressources, ont entièrement parcouru le site pour mieux le connaître physiquement. Il a été ensuite procédé à un quadrillage à raison d'une observation par hectare. Les observations sont soit des fosses pédologiques ouvertes, soit des constats visuels ou encore des tranchées naturelles ou artificielles. Les coordonnées géographiques des profils ont été relevées au GPS. Les informations collectées concernent les données de surface et celles internes au sol.

- les données de surface sont relatives à l'environnement du profil, à l'utilisation actuelle du sol, à la végétation naturelle ou anthropique, aux formes d'érosion, aux affleurements de cuirasse ou de roches, etc. ;
- les données internes au sol concernent la profondeur du sol, la couleur des horizons, la présence de taches, la texture, les éléments grossiers, la structure, la consistance, la porosité, le système racinaire, l'activité d'origine biologique.

Les profils pédologiques sont décrits selon les directives FAO (1994) et classifiés selon les systèmes français CPCS (1967) et WRB (2006). Deux (02) échantillons ont été prélevés sur un (01) profil pour les analyses de laboratoire. Ils concernent les couches de 0-20 cm et 20-40 cm.

Les paramètres déterminés au laboratoire selon les normes ISO sont : la matière organique, l'azote total, le phosphore assimilable, le potassium disponible, le pH eau, la somme des bases échangeables et la capacité d'échange cationique. Leur interprétation s'inspire des normes FAO résumées dans le manuel pour l'évaluation des terres (BUNASOLS, 1990).

IV.2.3.3 Hydrologie

La *Bougouriba* constitue la principale ressource en eau d'irrigation dans le cadre de cette étude. Les données du bassin versant sont obtenues grâce aux études menées par l'Agence de l'Eau du Mouhoun et de la DGRE. Quant aux données relatives aux débits écoulés par le fleuve, elles

sont fournies par la station synoptique de Dan. Ces données permettent d'évaluer la disponibilité de la ressource en eau.

Par ailleurs, la qualité de l'eau est connue grâce aux suivis réalisés par l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA).

IV.3 ETUDE DE L'AMENAGEMENT

IV.3.1 Présentation de l'aménagement

Pour l'aménagement de ce site, il sera réalisé un réseau d'irrigation de type semi californien avec utilisation du fleuve la *Bougouriba* comme ressource en eau. Ce type d'aménagement comporte un certain nombre d'ouvrages que nous tenterons de décrire dans cette section.

IV.3.1.1 Mobilisation et captage de l'eau

La mobilisation en eau d'irrigation de cet aménagement se fera par pompage dans la *Bougouriba*. Il sera installé une station de pompage en tenant compte de la stabilité des berges et du niveau des plus hautes eaux (PHE) etc.

Pour le captage, une prise d'eau directe est réalisée sur le cours d'eau. C'est un ouvrage de dérivation destiné à faire passer une partie de l'eau du fleuve dans le chenal d'amenée.

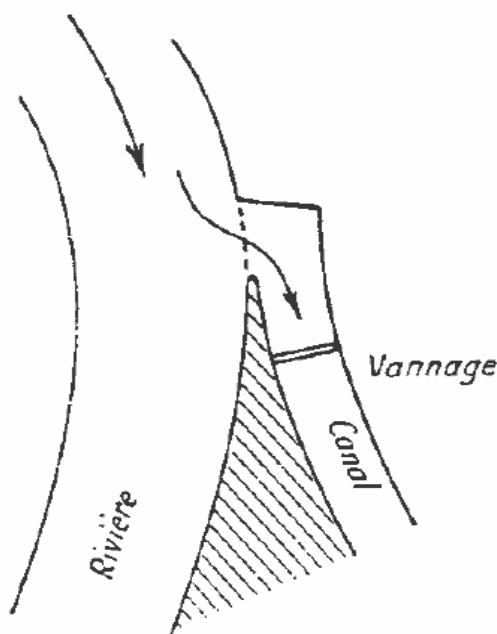


Figure 8: Prise d'eau directe réalisée sur le cours d'eau

Source : (Ollier et Poirée, 1983)

IV.3.1.2 Le refoulement

L'eau captée dans le cours d'eau est ensuite acheminée vers une station de pompage. De la station de pompage l'eau est véhiculée sous pression dans des conduites en PVC enterrées.

IV.3.1.3 Les ouvrages de relais

Station de pompage : le chenal d'amenée qui véhicule l'eau de la source abouti à un puits d'aspiration d'où les groupes motopompes sont chargés d'aspirer et de refouler l'eau au périmètre. La station de pompage est constituée d'un puits d'aspiration, d'une plateforme de pompage et des groupes motopompes.

Bassin répartiteur : ce sont des ouvrages statiques de répartition de débit et de mise en charge. Ils jouent aussi un rôle tampon comme des réservoirs permettant un fonctionnement minimum des motopompes. Ils reçoivent l'eau refoulée par les pompes et les répartissent ensuite dans les conduites de distribution pour l'alimentation en eau des parcelles. En effet, l'eau captée est refoulée jusqu'aux bassins répartiteurs qui sont placés en tête de blocs.

Prise parcellaire : l'alimentation en eau des parcelles est faite à partir de prises parcellaires. Elles reçoivent l'eau des conduites principales grâce à un té tourné vers le haut allongé d'un PVC et fait de même diamètre que celle de la conduite principale. L'ouvrage de prise est l'ensemble constitué par la sortie de la conduite et sa fermeture et les constructions en génie civil. Selon la disposition des parcelles à l'intérieur des blocs, nous utiliserons des prises à deux sorties et des prises à sortie unique.

Ouvrage de vidange : Les ouvrages de vidange sont réalisés à l'extrémité aval de la conduite arroseuse. Ils sont implantés juste à l'aval de la dernière prise parcellaire et sont dotés d'un bouchon de fermeture. Ils sont installés dans un regard pour y accéder en cas de besoin et pour les opérations courantes d'entretien.

IV.3.1.4 Les blocs et les quartiers hydrauliques

Le levé topographique a abouti à une superficie totale d'environ 30 ha. Sur le site nous avons noté la présence d'une zone fortement boisée. L'aménagement du site tenant compte de cette zone, des besoins en réseau de circulation, de pépinière, d'aire de séchage et autres besoins pour la bonne marche de l'irrigation, a abouti au parcellement du périmètre en quatre blocs distincts avec fonctionnement autonome. Les caractéristiques de chaque bloc étant résumées dans le tableau suivant :

Tableau 1: Caractéristiques des blocs et répartition des superficies

Caractéristiques	Superficie (ha)	Nombre de Parcelles	Quartiers hydrauliques	Superficie des quartiers hydrauliques (ha)	
Bloc 1	4	16	2	Quartier 1	2
				Quartier 2	2
Bloc 2	5,5	22	3	Quartier 1	2
				Quartier 2	2
				Quartier 3	1,5
Bloc 3	6	24	3	Quartier 1	1
				Quartier 2	2,5
				Quartier 3	2,5
Bloc 4	4,5	18	4	Quartier 1	1,5
				Quartier 2	1
				Quartier 3	1
				Quartier 4	1

A l'issue de l'entretien avec le groupement et les promoteurs, il a été décidé **une superficie parcellaire de 0,25 ha** par exploitant. Nous avons donc une **superficie totale réellement exploitable de 20 ha**, comprenant **quatre (04) blocs** et **80 parcelles de 0,25 ha** chacune.

IV.3.1.5 Les superficies dominées

La distribution à la parcelle se fait gravitairement à partir des conduites arroseuses. Les superficies dominées sont alors déterminées par bloc.

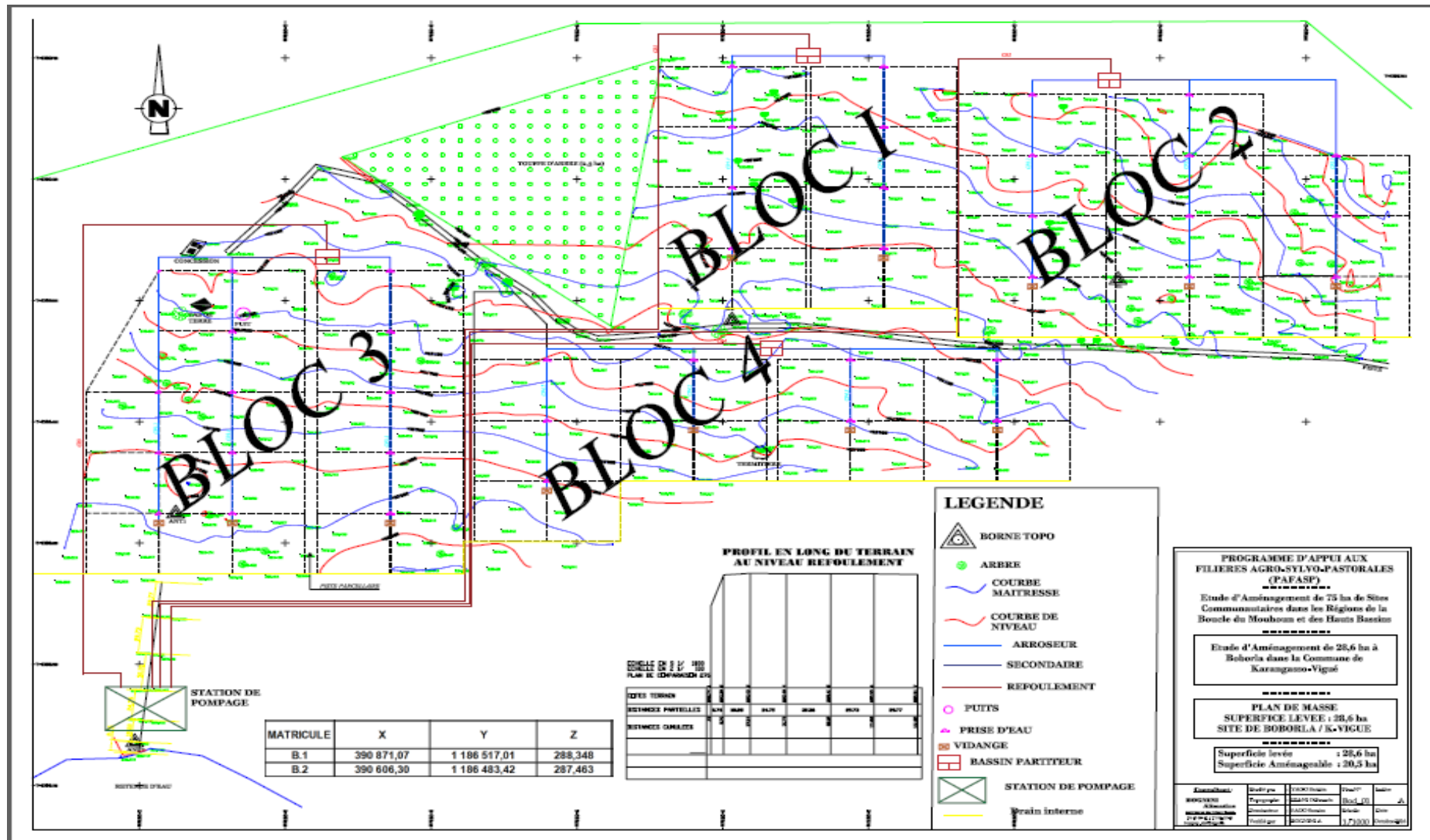


Figure 9: Plan d'aménagement du site

IV.3.2 Présentation des ouvrages annexes

Afin d'assurer le bon fonctionnement du périmètre et la protection des équipements tant en saison sèche qu'en saison pluvieuse, nous avons mis en place des ouvrages annexes tels que :

IV.3.2.1 Colature

Il est placé à l'extérieur du périmètre une colature de ceinture chargée d'intercepter les eaux sauvages provenant des ruissellements d'eau de pluie des terres hautes dominant le périmètre.

IV.3.2.2 Drain

A l'intérieur du périmètre, nous avons réalisé un réseau de drains internes qui ont pour rôle de permettre l'assainissement agricole par évacuation des excès d'eau de pluie ou d'eau d'irrigation hors du périmètre. Dans notre cas ils sont surtout conçus pour l'évacuation des excès d'eau de pluie.

IV.3.2.3 Pistes

Le réseau de circulation mis en place est principalement constitué de piste parcellaire **d'une largeur moyenne de six mètres (6 m).**

IV.3.3 Détermination des besoins en eau

IV.4.1.1 Estimation des Besoins en eau

Besoin en eau de la plante

Le besoin en eau de la plante correspond à son évapotranspiration maximale (ETM), et est déterminé par la relation **ETM= Kc x ET0**

Avec ET0 : évapotranspiration de référence fournie par les données de la station météorologique de Bobo Dioulasso

Kc : Coefficient cultural caractéristique de la culture et de son stade végétatif. Il est obtenu grâce aux données de la FAO. Toutefois le stade végétatif de la culture ne correspondant pas toujours avec le calendrier, nous avons procédé à une pondération pour déterminer le coefficient cultural par mois. D'où $K_{c\text{mois}} = \frac{\sum K_{ci} \times N_i}{N}$

Kci : coefficient cultural de la phase i

Ni : nombre de jours de la phase i pour le mois considéré

N : nombre de jours du mois concerné

Besoin en eau d'irrigation

On distingue trois types de besoins en eau d'irrigation :

Le besoin net (Bn): c'est la quantité d'eau qu'il faut apporter à la plante pour satisfaire ses besoins en tenant compte de l'eau déjà à sa disposition c'est-à-dire la pluie et le stock (négligé)

$$\mathbf{Bn\ (mm/mois) = ETM\ (mm/mois) - Pe\ (mm/mois)}$$

Pe : pluie efficace

Selon la FAO (1984) $\mathbf{Pe=0,8 \times P}$ si $\mathbf{P \geq 75mm/mois}$ et $\mathbf{Pe =0,6 \times P}$ si $\mathbf{P < 75mm/mois}$

Le besoin brut (Bb) : c'est la quantité d'eau réelle à apporter en tenant compte de l'efficience du système.

$$\mathbf{Bb\ (mm) = \frac{Bnet\ (mm)}{Eg}}$$

Avec : Bnet : besoin net

Eg : efficience globale du système

$$\mathbf{Eg=Er \times Ep}$$

Er = efficience du réseau prise égale à 95%. De fait, l'eau est véhiculée dans des conduites enterrées et le chenal d'amenée est revêtu limitant ainsi les pertes d'eau par infiltration et par évaporation.

Ep = efficience à la parcelle prise égale à 50%. En effet, à la parcelle, l'eau sera apportée par raie, et selon RIEUL L. (1997), les rendements hydrauliques de l'irrigation de surface peuvent passer de moins de 50 % en irrigation traditionnelle (canaux en terre) à 70-80 % en irrigation modernisée (systèmes dits « californiens »). De plus, HOWELL (2002) cité par KAMBOU et al. (2014), affirmait que l'efficience au champ pour une irrigation à la raie variait de 50% à 80%. Pour des raisons de sécurité dans le dimensionnement nous prenons donc la valeur de 50% comme efficience à la parcelle.

Besoin de pointe (BMP) : il correspond au besoin maximal de la culture pendant la campagne et il servira de base de calcul pour le dimensionnement.

IV.3.3.2 *Dose d'irrigation*

Réserve utile (RU): c'est la quantité d'eau disponible dans la zone racinaire pour les plantes. Elle dépend de la nature du sol en place et des valeurs des humidités caractéristiques. Toutefois en l'absence de données sur les humidités (comme dans notre cas), il existe des études empiriques qui donnent les valeurs de Réserve utile en fonction de la nature du sol. Nous utiliserons les résultats obtenus par Isrealson et Hansen (1967) présentés par le tableau N°2.

Tableau 2: Valeurs de Réserve utile selon le type de sol par Isrealson et Hansen

Type de sol	RU (mm/m)
Sableux	70-100
Sablo-limoneux	90-150
Limoneux	140-190
Argilo-limoneux	170-220
Limono-argileux	180-230
Argileux	200-250

Source : Sawa et al., 2001

Réserve facilement utilisable (RFU) : c'est la fraction de la réserve utile disponible à une tension suffisamment faible pour que la plante transpire à l'ETM.

$$RFU \text{ (mm)} = p \times z \text{ (m)} \times RU \text{ (mm/m)}$$

Avec : p : facteur de tarissement dépendant de la culture, de son groupe et de l'évapotranspiration maximale mensuelle mais pris égal à 2/3.

Z : profondeur d'enracinement de la plante

RU : Réserve utile

IV.3.3.3 *Durée d'irrigation (Nh)*

C'est la durée admissible d'irrigation arrêtée en accord avec les usagers. Elle tient compte de la pénibilité du travail, de la disponibilité des irrigants, et des besoins en entretien du réseau d'irrigation. Dans le cadre de ce projet, la durée d'irrigation journalière maximale est fixée à 12 h. Toutefois la durée d'irrigation varie selon la période suivant les besoins en eau de la culture.

IV.3.3.4 Fréquence d'irrigation (N)

C'est le nombre de fois qu'il faut irriguer par mois pour maintenir l'humidité du sol dans les limites acceptables.

Elle déterminée par la relation $N = \frac{Bb(mm)}{RFU(mm)}$

Bb : besoins bruts du mois

RFU : Réserve facilement utilisable du sol

NB : N est arrondi à la valeur immédiatement supérieure pour obtenir un entier. On en déduit alors la valeur de la dose d'irrigation Dr.

IV.3.3.5 Le tour d'eau (T)

C'est l'intervalle de temps compris entre deux arrosages sur une même parcelle. Elle peut être définie par la formule $T \text{ (jours)} = E\left(\frac{Nj \text{ (période)}}{N}\right)$; Nj : nombre de jours de la période et N : fréquence.

Remarque : Pour cette étude le tour d'eau sera fixé et la fréquence en sera alors déduite et de là, la dose réelle d'irrigation (Dr) à apporter.

$Dr = \frac{Bb(mm)}{N}$ et $Dr_{max} = \frac{BMP(mm)}{N}$ N : fréquence

IV.3.3.6 Débit fictif continu (DFC)

C'est le débit qu'il faut apporter de manière continue 24 H sur 24 et sur toute la période d'irrigation pour satisfaire les besoins en eau des plantes.

$$DFC(l/s/ha) = \frac{Bb(m^3/ha) \times 10000}{Nj \times 24 \times 3600}$$

IV.3.3.7 Débit maximal de pointe (DMP)

C'est le débit maximal qu'il faut apporter à la plante en tenant compte du nombre de jours réels d'irrigation et de la durée réelle d'irrigation pendant la journée.

$$DMP(l/s/ha) = \frac{BMP(m^3/ha) \times 10000}{Njr \times Nh \times 3600}$$

Où : BMP : Besoin maximal de pointe

Njr : nombre de jours réels d'irrigation

Nh : durée d'irrigation journalière

IV.3.3.8 Choix de la main d'eau m (l/s)

La main d'eau est le débit fixe mis à la disposition de l'exploitant. La valeur de la main d'eau est fixée en prenant en compte la nature du sol (vitesse d'infiltration), afin de permettre une bonne infiltration tout en minimisant les pertes par percolation et l'érosion du sol.

IV.4.2.5 Durée du poste d'irrigation par hectare

C'est le temps mis à chaque rotation pour apporter la dose à une même parcelle d'un hectare avec un débit égal au module (main d'eau).

$$t (s) = \frac{Dr (m^3/ha)}{m(m^3/s)}$$

IV.3.4 Principe de dimensionnement et de calage

IV.3.4.1 Des ouvrages

Chenal d'amenée

Le chenal d'amenée, est un canal à ciel ouvert. Il est réalisé en béton. Pour la détermination des dimensions, nous avons utilisé la formule de Manning Strickler.

$$Q = Ks * S * Rh^{2/3} * \sqrt{I}$$

Avec

Ks : Rugosité du canal

Q : le débit qui transite dans le canal

S : section mouillée du canal

Rh : Rayon Hydraulique

I : pente du canal

Afin de minimiser la section mouillée et le périmètre mouillé dans le but de trouver un compromis économique, nous dimensionnerons le canal suivant les formules de la section hydrauliquement favorable.

$$y = \left(\frac{2^{2/3} * Q}{\lambda * Ks * \sqrt{I}} \right)^{3/8} \quad \text{avec : } y : \text{tirant d'eau dans le canal}$$

$$S = \lambda y^2 \quad b : \text{largeur au radier}$$

$$b = 2y(\sqrt{1 + m^2} - m)$$

$$P = 2\lambda y \quad \lambda = 2\sqrt{1 + m^2} - m$$

$$Rh = \frac{y}{2} \quad m : \text{fruit de berge}$$

Bassin répartiteur

Le dimensionnement des bassins répartiteurs consiste à déterminer le volume des bassins et la hauteur d'élévation nécessaire pour la distribution de l'eau d'irrigation.

- Le volume : il est déterminé en prenant en compte le rôle de tampon que joue le bassin.
- La hauteur d'élévation : Le principe de calage du bassin partiteur repose sur la nécessité d'assurer la charge hydraulique nécessaire au fonctionnement de la prise parcellaire c'est à dire la hauteur d'eau au niveau du bac pour assurer un débit demandé au niveau de chaque prise du réseau. Les facteurs de détermination de la charge de fonctionnement du réseau sont :
 - La main d'eau utilisée (débit transitant dans la conduite) ;
 - Le diamètre de la conduite de transport (vitesse d'eau dans les conduites);
 - La longueur de la conduite (en relation avec les pertes de charge linéaires)
 - Les caractéristiques des conduites (nature) en relation avec le coefficient de pertes de charge linaires) ;
 - Le terrain naturel

Le calage des bassins se fait selon l'algorithme suivant :

- 1) Calcul des pertes de charges linéaires J_L engendrées par l'écoulement dans les conduites de distribution par la formule

$$J_L = \frac{10.29 * Q^2 * L}{Ks^2 * D^{\frac{16}{3}}}$$

Avec : J : pertes de charge linéaire en m

Q : Débit en m³/s

L : longueur de la conduite en m

Ks : coefficient de rugosité

D : diamètre de la conduite en m

- 2) Calcul des pertes de charges totales J_T

$J_T = J_S + J_L$ avec J_S perte de charges singulières estimées à 10% des pertes de charge linéaires.

D'où $J_T = 1,1 * J_L$

3) Calcul de la cote minimale du radier du bassin

La cote minimale du radier qui peut être considérée comme la plus grande charge hydraulique sur la ligne de distribution est donnée par les contraintes du terrain (ZTN prise), les pertes de charges tout au long de la conduite jusqu'à la prise considérée et la pression minimale requise au niveau de la prise.

La pression minimale au niveau de la prise est fixée à 0,4m

$Z_{radier} = ZTN + JT + \text{Pression minimale}$

4) Calcul de la hauteur d'élévation du bassin partiteur

La hauteur d'élévation est donnée par la relation **$H = Z_{radier} - ZTN_{bassin}$**

Colature de ceinture

Leur conception consiste en premier lieu à évaluer les débits à évacuer puis à calculer les sections de passage.

Pour évaluer les débits à évacuer, on procède à l'étude hydrologique des micro-bassins ou bassins à partir des photographies aériennes obtenues à partir de cartes topographiques à grande échelle, les photographies aériennes et les visites de terrain.

Cependant la visite de terrain n'a révélé aucun passage d'eau susceptible de dégrader les installations du futur aménagement. Il ne se présentait donc pas de micro bassin significatif. Nous avons alors choisi à partir des visites de terrains une largeur (l) suffisante de bande de terre dont les apports de ruissellement sont susceptibles d'alimenter la colature de ceinture.

Le calcul se faisant pour chaque 100 ml de limite de colature à drainer : la bande de surface à drainer est donc de 100 x l.

Par ailleurs on se fixe comme base de calcul du débit, le ruissellement décennal à évacuer pendant une durée de temps t.

Connaissant alors la pluie décennale maximale journalière et en se fixant la valeur du coefficient de ruissellement, on calcul pour chaque 100 ml de colature de ceinture

$$q(m^3/s) = \frac{C(\%) \times P_{10}(mm) \times (100 \times l)m^2 \times 10^{-3}}{t(h) \times 3600(s)} \quad (\text{Source : COMPAORE L. (1998)})$$

Avec : q : débit à évacuer

C : coefficient de ruissellement

P_{10} : pluie journalière décennale

l : largeur de bande dont les apports peuvent alimenter la colature ; t : temps d'évacuation

Les dimensions de la section de la colature sont données par la formule de Manning Strickler pour une section hydrauliquement favorable (Voir chenal d'amenée).

Drains internes

Les dimensions des drains sont obtenues à partir de l'estimation des débits de crue qui prend en compte le seuil de tolérance de durée d'inondation des cultures, la pluie ponctuelle exceptionnelle et les superficies. En général, on néglige dans le sens de la sécurité l'évaporation et l'infiltration. La pluie exceptionnelle ponctuelle considérée est la pluie décennale journalière.

Le débit est alors

$$q_s \left(\frac{l}{s} / ha \right) = \frac{P_{10}}{t(h) \times 0,36} \quad (\text{Source : COMPAORE L. (1998)})$$

Avec : q_s : débit spécifique à évacuer

P (mm) : pluie décennale journalière

$T(h)$: temps d'évacuation

Après la détermination du débit spécifique nous avons évalué le débit à évacuer par drain en multipliant par la superficie drainée. Ce qui donne des valeurs de débit à évacuer par bloc.

Le dimensionnement des sections des drains internes se fait sur la même base que celle des colatures de ceinture, en utilisant Manning Strickler.

IV.3.4.2 Des motopompes

Le dimensionnement de la station de pompage, a consisté à déterminer les caractéristiques des pompes qui conviendraient pour le refoulement de l'eau du puits d'aspiration vers les bassins partiteurs. Ces caractéristiques sont le débit, la hauteur manométrique totale, le NPSH et la Puissance absorbée.

- Le débit : il est fonction du besoin en eau des cultures sur une superficie considérée

- La Hauteur Manométrique Totale (HMT) : c'est la hauteur nette d'élévation ou énergie globale qu'il faut mettre en jeu au départ de la pompe pour élever l'eau jusqu'au Bassin. Elle correspond à la hauteur géométrique à laquelle nous ajoutons les pertes de charges engendrées à l'aspiration et au refoulement. La hauteur géométrique est égale à la différence entre les plans d'eau à l'aspiration et au refoulement (dans le bassin). Les pertes de charges regroupent celles linéaires et celles provoquées par les singularités ; les pertes de charge singulières seront prises égale à 10% des pertes de charges linéaires.

$$HMT = H_{geo} + \sum P_{dc}$$

Avec HMT : Hauteur Manométrique Totale en m

H_{geo} : Hauteur géométrique en m

P_{dc} : pertes de charge totale en m

- Le NPSHd (Net Positive Suction Head disponible) est la charge nette d'aspiration. C'est le critère qui sert à définir la pression nécessaire à l'aspiration pour obtenir un bon fonctionnement de la pompe, c'est à dire pour maintenir en tout point du fluide une pression supérieure à la pression de vapeur saturante. Le NPSHd est donc la différence entre la pression totale à l'entrée et la pression de vapeur saturante.

$$NPSH_d = \frac{P_{atm} - P_v}{\rho g} - H_a - J_a \quad (\text{source OUEDRAOGO B. (2010)})$$

Avec : P_{atm} : pression atmosphérique en bars

P_v : pression de vapeur saturante en bars

H_a : hauteur d'aspiration en m

J_a : perte de charges à l'aspiration en m

De fait, en plus du débit et de la HMT, le choix des pompes doit tenir compte de la condition de non cavitation. C'est-à-dire que le **$NPSH_d > NPSH_r + 0.5$**

Le NPSH Requis est la hauteur minimum de liquide (supposé à sa température d'ébullition), nécessaire au-dessus de l'aspiration, pour empêcher la cavitation. Il dépend du type et du point de fonctionnement de la pompe. Il est donné par le fabricant de la pompe sous forme d'une courbe donnant le NPSH requis en fonction du débit. Il est indépendant du liquide. Il est toujours positif et généralement de quelques mètres (2 à 5mètres).

Pour qu'une pompe fonctionne normalement (sans cavitation), il suffit que le NPSH disponible (calculé) soit supérieur au NPSH requis (indiqué par le constructeur).

Mais en pratique, on y ajoute une marge de sécurité de 0,5m d'où la condition de non cavitation $NPSH_d > NPSH_r + 0,5m$.

- La puissance absorbée Pabs : la pompe est un groupe (moteur + pompe), nous nous assurerons que le moteur fourni avec la pompe est adéquat. Pour se faire nous allons calculer la puissance absorbée par le moteur, puissance requise par le moteur pour faire fonctionner la pompe.

$$P(kW) = \frac{Q\left(\frac{m^3}{h}\right) * HMT(m) * \omega\left(\frac{kg}{dm^3}\right)}{367 * \eta} \quad (\text{Source OUEDRAOGO B. (2010)})$$

Avec : Q : débit de la pompe

HMT : hauteur manométrique totale

η : efficacité de la pompe

ω : Masse volumique de l'eau

L'efficacité globale de pompage η est d'environ 0,7

IV.3.4.3 Des conduites de refoulement

Les dimensions des conduites de distribution sont données en utilisant les formules de Bresse, Bresse modifié et Munier.

Bresse : $D(m) = 0,5 * Q^{0,5}(m^3/s)$

Bresse modifié : $D(m) = 0,8 * Q^{1/3}(m^3/s)$

Munier : $D(m) = (1 + 0,02n) \times Q^{0,5}(m^3/s)$; n : nombre d'heures de pompage

La valeur du diamètre est choisie après comparaison des pertes de charges, des vitesses et coût engendrés par chacune des valeurs trouvées par les relations citées plus haut.

IV.3.4.4 Des conduites de distribution

Les diamètres des conduites de distribution ont été calculés en utilisant la relation suivante :

$$\phi = \left(\frac{Q}{1.57}\right)^{\frac{1}{2.308}} \quad (\text{Source : MAR L (2003)})$$

Avec Φ : diamètre de la conduite en mm

Q : débit transitant dans la conduite en m³/s

Remarque : le diamètre retenu est obtenu après plusieurs itérations. En effet, dans le choix des sections des conduites de distribution on recherche un diamètre suffisamment grand pour minimiser les pertes de charges et ainsi réduire la hauteur d'élévation des bassins répartiteurs, tout en ayant une section suffisamment petite pour permettre l'écoulement à une vitesse acceptable évitant ainsi les dépôts dans les conduites.

IV.3.5 Evaluation environnementale

Les périmètres sont des réalisations complexes et leur création participe par ailleurs à une politique d'aménagement du territoire. Cependant, l'irrigation a toujours des impacts multiformes sur le milieu physique (site du projet), sur le milieu humain et sur les domaines social et économique.

L'Etude d'Impact Environnementale sera conduite depuis la phase d'identification du projet jusqu'à l'élaboration du projet d'exécution.

Sans être exhaustif, nous collecterons les données de sorte à fournir des réponses sur :

- les tendances d'évolution actuelle du milieu (niveau de conservation et de dégradation des ressources foncières, hydriques, fauniques, sylvicoles, forestières, biodiversité, etc)
- les recommandations sur la conservation et l'amélioration durable des potentialités environnementales existantes ;
- l'examen de la compatibilité des aménagements projetés (périmètres irrigués et équipements annexes) avec une gestion durable de l'environnement ;
- l'examen à court, moyen et long terme des bienfaits et des méfaits des périmètres à créer sur les hommes, les animaux, les sols, les forêts, etc. ;
- les mesures d'accompagnement nécessaires ou indispensables permettant d'atténuer ou d'enrayer les effets pervers de l'aménagement

IV.3.6 Evaluation économique

Elle se fera en deux phases :

IV.3.6.1 Le devis quantitatif et estimatif

Il a consisté en l'énumération de tous les ouvrages et des quantités nécessaires pour la réalisation de l'aménagement. Son établissement a permis l'évaluation du coût de réalisation du projet.

IV.3.6.2 L'étude de rentabilité économique

Afin d'évaluer la rentabilité du projet, nous établirons tout d'abord un compte d'exploitation qui résumera pour une campagne les charges d'exploitation encourues pour la production c'est-à-dire les travaux préparatoires, les intrants, les produits phytosanitaires et d'entretien.

Par la suite, nous estimerons le chiffre d'affaire (CA) par campagne que pourrait réaliser le périmètre, à travers l'estimation de la production (rendement agricole de la spéculation) et du prix de vente des produits au niveau du producteur.

$$\text{CA (FCFA)} = \text{Production (kg)} \times \text{prix de vente (FCFA/kg)}$$

De là, découle le bénéfice net (différence entre le chiffre d'affaire, sans impôts, et les charges)

$$\text{Bénéfice} = \text{CA} - \text{Charges d'exploitation}$$

Le calcul de la durée de retour sur investissement (DRI) consiste à établir le rapport entre l'investissement initial et les bénéfices financiers perçus annuellement (par campagne).

$$\text{DRI} = \frac{\text{cout de réalisation}}{\text{Bénéfice annuel}}$$

Remarque : l'étude de rentabilité concerne uniquement la campagne sèche.

V. RESULTATS

V.1 CHOIX DE LA SPECULATION

Pour la mise en valeur de l'aménagement, la spéculation envisagée par les exploitants est la **Banane douce** pour la campagne sèche et le **Maïs** pour la saison pluvieuse.

Le calendrier cultural pourrait être le suivant :

	Janv	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Maïs												
Banane												

Légende



En culture



Sans Culture

V.1.1 Justification du choix de la culture

De nombreux facteurs ont motivé les exploitants pour le choix de la Banane douce. Entre autres, il s'agit de :

- **Sa valeur économique élevée** : En présentant un fort rendement agricole, la banane engendre des revenus dans le milieu de la production et de la commercialisation. Le ministre délégué auprès du MARH en 2008, Abdoulaye Combary, désignait la filière banane comme une arme efficace dans le noble combat contre la pauvreté et pour l'amélioration des conditions de vie et de travail en milieu rural. En effet, la production totale en 2007 au Burkina a été estimée à 13 000 tonnes pour une valeur brute d'environ 1 685 000 000 de F CFA.
- **Sa capacité de création d'activités économiques** : La banane joue également un rôle économique assez important : depuis la promotion de la culture bananière au Burkina Faso, elle est devenue une activité économique qui permet la création d'emplois. De fait, la production de la banane permet le maintien des activités de production et de commercialisation, donc d'emplois, sur toute l'année.
- **Sa forte demande sur le marché** : Le bananier est une plante alimentaire cultivée pour son fruit la banane "douce" ou banane "dessert". La banane douce est un fruit hautement énergétique, elle constitue une importante source d'hydrates de carbone (425 kJ/100 g de banane douce) (MEMENTO, 2002). De ce fait, la banane est un produit très convoité présentant une forte demande locale que la production nationale n'arrive pas à satisfaire (Jexco, 2004). Ce projet en permettant une forte production de la banane contribuera à satisfaire la demande locale et ainsi assainir le marché local de la banane importée.

- **L'expérience des exploitants quant à la mise en culture de la banane** : Par ailleurs, la zone d'étude (hauts- bassins) est la première région de production de banane (ZONGO, 2008). Les différents aménagements hydro agricoles (FARA, BAMA, TENASSO) constituent des sources d'expérience pour les exploitants du site de Boborla, ils sont donc familiers à la culture de la banane.
- **Des possibilités qu'offre la filière banane** : En outre, la filière banane est en pleine émergence : la production burkinabé est convoitée par le Niger et le Mali offrant ainsi des possibilités d'exportation.

En conclusion, le choix de la culture de la banane dans cette localité se justifie par sa forte valeur agronomique et sa valeur marchande élevée. Les études de base détermineront l'adaptabilité de l'environnement (sol, climat) et les mesures à prendre pour atténuer d'éventuelles contraintes.

V.1.2 Caractéristiques agro-morphologiques de la Banane

Le bananier est une plante originaire de l'Asie du Sud-est. Les cultivars se sont ensuite répandus dans toute la zone inter-tropicale humide et chaude, et même dans certaines zones sub-tropicales (MEMENTO, 2002). Les cultivars de banane ont été introduits au Burkina Faso à partir de la Côte-d'Ivoire (FESTAS, 1996).

Le bananier est classifié botaniquement comme une plante Monocotylédone, de l'ordre des Scitaminales, de la famille des Musacées, du genre *Musa*, de l'espèce *Musa acuminata* et de la sous-espèce *Musa acuminata ss-esp malaccensis* (CHAMPION, 1967).

Il existe plus d'une centaine de cultivars de banane douce connus actuellement à travers le monde (RAEMAEEKERS, 2001). D'après FESTAS (1996) et COULIBALY (1999) les cultivars de banane douce rencontrés au Burkina Faso sont: la "Petite Naine", la "Grande Naine", la "Poyo", et 1' "Americani". La "Petite Naine" est le cultivar le plus répandu (IDANI et al. , 1994). D'après les études menées par NANEMA (2004), dans les villages avoisinant le site (FARA, BAMA, TENASSO), sur l'ensemble des exploitations étudiées, 87,32% produisent uniquement le cultivar "Petite Naine" pour une superficie représentant 42,68% de la superficie totale.

La FAO fournit les caractéristiques agro-morphologiques de la banane de façon générale. Elles sont présentées dans le tableau N°3 :

Tableau 3: Caractéristiques agro-morphologiques de la banane douce

Phase	Phase initial	Phase de croissance	Phase de mi-saison	Phase de récolte
Durée phase (cycle 240 jours)	60 jours	60 jours	75 jours	45 jours
Coefficient cultural Kc	1,0	1,2	1,2	1,1

Source : Cropwat 8.0 FAO

V.1.2.1 Description du cultivar la "Petite Naine"

La "Petite Naine" est une plante herbacée dont le pseudo-tronc mesure entre 1,5 et 2,1 m de haut pour une circonférence moyenne de 55,9 cm (CHAMPION 1967). D'après le même auteur, le limbe peut mesurer 156 cm de long et 78,3 cm de large et le régime peut porter 12 à 14 mains, 76 à 243 fruits pour un poids moyen compris entre 10 et 28,73 Kg.



Photo 1: Cultivar de la Petite Naine (Banane douce)

V.1.2.2 *Environnement requis*

Climat : le bananier est une plante qui exige une forte hygrométrie. Il pousse bien dans un climat tropical humide avec une pluviométrie relativement élevée de l'ordre de 1200 à 1400 mm/an bien répartie. Le bananier préfère également les climats chauds, avec des températures comprises entre 15 et 40°C (l'optimum est de 25 à 30°), et bien ensoleillés (1900 à 2300 heures d'insolation par cycle).

Les bananiers doivent aussi être protégés du vent. Les vents permanents peuvent réduire les rendements et les vents violents, en provoquant la cassure ou la chute du pseudo-tronc, peuvent interdire la production (MEMENTO, 2002).

Sols : Le bananier aime les sols relativement légers (sol sablo-argileux et sablo-limoneux) d'une profondeur d'au moins 30 à 40 cm, si possible riche en matières organiques et éléments minéraux (azote et potassium en particulier) et dont la nappe phréatique ne remonte pas à moins de 70 cm. Les besoins sont plus importants en azote (N) et en potassium (K) que pour les autres éléments minéraux (RAEMAEEKERS, 2001). Le bananier supporte des pH variant entre 3,5 et 8 et une salinité des eaux d'irrigation allant jusqu'à 300mg/l de NaCl (MEMENTO, 2002). Le pH optimum est de 6 à 7 (BNDA-Mali)

V.1.2.3 *Mode de culture*

Selon la fiche technique de la banane rédigée par le BNDA-Mali, le mode de culture recommandé est le suivant :

Multipliation : Le bananier se multiplie par Rejet (œilleton) de 50 cm de haut. Le rejet pousse au pied de chaque plant. Il doit être vigoureux donc bien choisi :

- Le séparer du pied mère avec outil bien tranchant
- Le préparer par suppression des œilletons, des feuilles situées au-dessus du faux tronc et de la terre qui peut contenir des nématodes
- Le désinfecter

Préparation du sol :

- Défrichage et dessouchage suivis d'un labour moyen permettant d'enfouir la végétation spontanée et la fumure de fond.

- Tracer des lignes de plantation et procéder au piquetage pour matérialiser les emplacements des futurs pieds. La densité de peuplement peut atteindre 2500pieds/ha. L'espace recommandé pour la petite naine est de 2 x 1,75 (MAEP, 2005).
- Trouaison : Les trous doivent avoir des dimensions moyennes de 60 cm dans tous les sens.
- Apporter La fumure de fonds (20 Kg de fumier avec 250g de superphosphate par trou) et reboucher les trous avec un mélange de la matière organique et de la terre provenant trou après traitement insecticide.

Plantation : A l'emplacement de chaque trou précédemment aménagé,

- Creuser un petit trou de la largeur du bulbe, la profondeur sera tel que le collet du plant se trouve à 15 cm au-dessous du niveau naturel du sol
- Planter le rejet, combler le trou et tasser de manière à former un léger creux autour du rejet
- Arroser immédiatement

Entretien :

- Paillage des cuvettes autour des plants pour limiter l'évaporation
- Suppression régulière (une fois par mois) des rejets émis par le bananier de manière à garder le seul plant jusqu'à 6 mois après plantation
- Sarclage et binage
- Coupe du bourgeon mâle

Fertilisation : L'apport de fumure d'entretien commence deux mois après plantation et par la suite au début de chaque nouveau cycle. Les doses usuelles sont:

- 350kg/ha d'urée
- 650 kg/ha de sulfate de potasse
- 700kg/ha de phosphate d'ammoniac

Traitement des maladies et ennemies de la banane : Les parasites : Le charançon du rhizome, les nématodes (parasites des racines). On peut combattre ces attaques surtout par épandage d'insecticides à la base des pieds de bananiers.

- Les maladies : Causées essentiellement par des champignons, il faut traiter au fongicide par pulvérisation.

- Troubles divers : (1) Engorgement foliaire et engorgement de régime,

- (2) Brulures par excès d'insolation,

- (3) Coups de vents. Ces Troubles peuvent être évités par un arrosage adapté et une protection des parcelles.

Récolte : Elle doit se faire avant le début de la maturation. Le point de coupe varie de 32 à 36 mm. Le rendement moyen est 20 à 30 t/ha (variable selon les régions, les techniques et l'entretien des bananeraies).

Transformation : L'opération de mûrissage généralement opérée par les commerçants donne une couleur jaune à la banane et achève le processus de maturation du fruit.

V.2 CHOIX DU SYSTEME D'IRRIGATION

Les systèmes d'irrigation peuvent être classés en deux grandes catégories : l'irrigation gravitaire et l'irrigation sous pression. Dans la pratique, on distingue l'irrigation de surface, l'irrigation goutte à goutte, l'irrigation par aspersion et le système semi-californien.

L'irrigation de surface : elle consiste à apporter l'eau à la plante à travers des canaux à ciel ouvert en utilisant uniquement la gravité comme énergie.

L'irrigation goutte à goutte : elle consiste à apporter l'eau juste au pied de la plante, c'est-à-dire qu'on humidifie uniquement la zone racinaire.

L'irrigation par aspersion : l'eau d'irrigation est amenée aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression.

L'irrigation type semi-californien : c'est un système d'irrigation combinant les techniques d'irrigation sous pression et gravitaire. Le réseau semi californien est constitué de tubes rigides en PVC enterrés en tête de parcelle, sur lesquels on fixe des petites cheminées de sortie ou cannes qui alimentent les raies. Les cannes de sortie peuvent être munies d'un dispositif permettant de réguler le débit, tel que des manchettes souples avec pinces, ou des caches coulissants qui obstruent l'orifice de sortie (L RIEUL, 1997 cité par E. KIMA, 2009). Pour chaque système d'irrigation, il existe plusieurs moyens de mise en œuvre

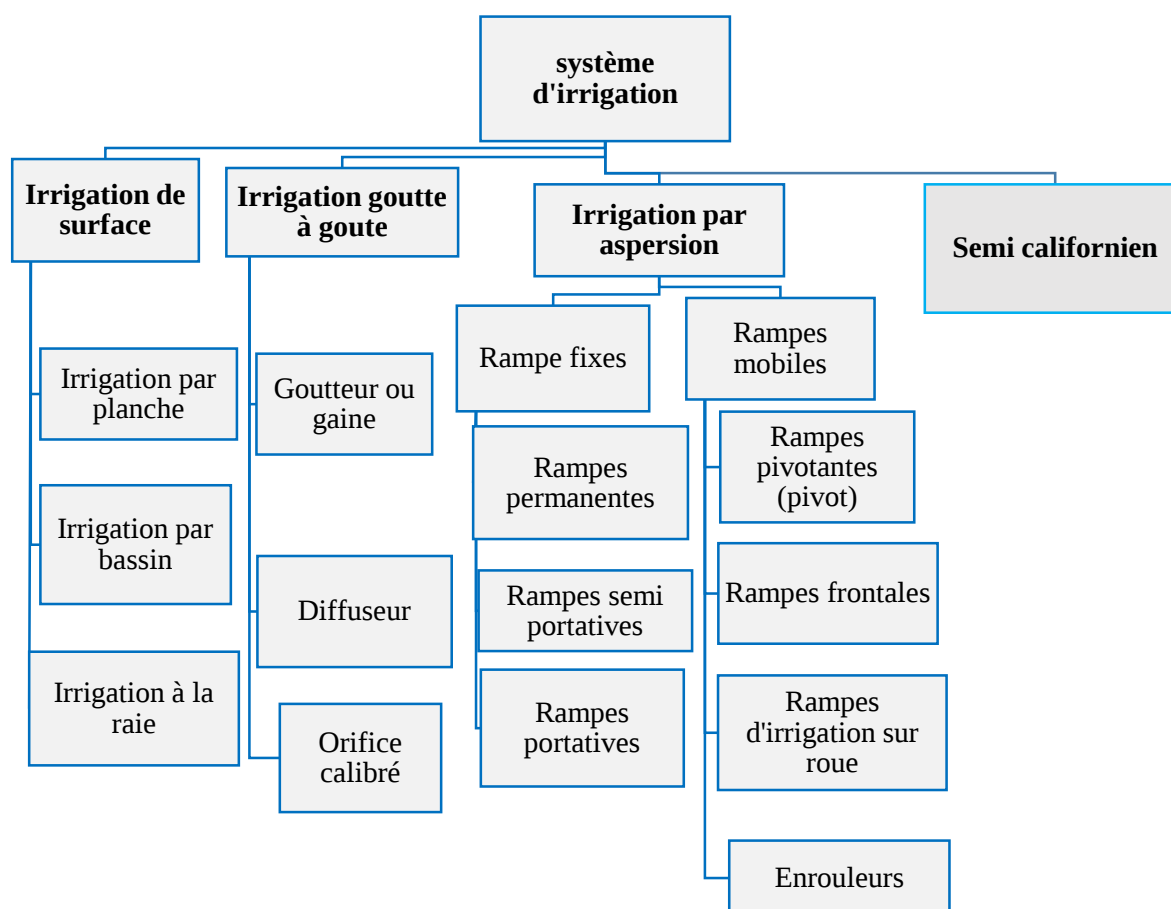


Figure 10: les différents systèmes d'irrigation ;

Source : AZOUGGAGH M., 2001

Chacun de ces systèmes d'irrigation présente des avantages et des inconvénients. Le tableau N°4 en cite quelques-uns.

Tableau 4: Avantages et inconvénients des différents systèmes d'irrigation

Système d'irrigation	Avantages	Inconvénients
Irrigation de surface	- Très faible besoin en énergie ou pas du tout - Adapté à toute qualité de l'eau d'irrigation - Permet de minimiser les risques de maladies car les végétaux ne sont pas mouillés	- Pertes d'eau d'environ 40% - Non adapté pour les sols très perméables - Besoin de nivellement du terrain pour pallier les problèmes de topographie
Irrigation par aspersion	- Utilisable sans nivelage du sol, sur sols ondulant ou en pente, sur sols de pratiquement toute nature - Possible d'appliquer des petites doses, contrairement à l'irrigation de surface - Efficience au champ de l'ordre de 90% - Elimine le besoin de faire des canaux, des diguettes, de seuils	- Nécessite une forte pression de l'ordre de 3 à 6 bars - En site trop venteux, l'évaporation peut être très importante, entraînant ainsi des pertes d'eau, et un défaut d'uniformité de l'humidification - En aspersion de surfrondaison, des maladies des cultures peuvent être favorisées - Peu recommandé lorsque l'eau d'irrigation provient de traitement d'eaux usées - Peut nécessiter une filtration si l'eau d'irrigation est chargée
Irrigation Goutte à Goutte	- Offre une très bonne efficience d'arrosage à la parcelle 95% - Insensible au vent	- Très sensible à l'obstruction (sable, limon, matière organique, précipitation d'engrais,)

	- Les végétaux ne sont pas mouillés, ce qui est favorable sur le plan phytosanitaire - Nécessite moins d'énergie que l'aspersion - Arrosage fréquent - Convient sur tous type de sols - Possibilité d'automatisation - Nécessite moins de main d'œuvre	- Besoin d'apport d'eau supplémentaire pour éviter la salinisation du sol - Nécessite une maintenance rigoureuse, en raison des risques liés à une éventuelle interruption des arrosages - Nécessite la filtration de l'eau - Fonctionne avec du matériel délicat à durée de vie relativement faible
Système semi californien	- Adapté à toute qualité de l'eau d'irrigation - Adapter à toutes les cultures - Permet une certaine économie d'eau en évitant l'évaporation et l'infiltration tout au long du transport (les pertes étant seulement dans la parcelle) - Cout de réalisation moindre par rapport aux autres systèmes d'irrigation - Ne présente aucune gêne pour les travaux agricoles - Entretien simple car ne nécessite que quelques interventions - Convient pour tout type de terrain et de sol	- Nécessite une source d'énergie (toutefois moindre que l'aspersion) - Efficience à la parcelle faible de l'ordre de 50%

Source : KEITA A. (2012), Compaoré M L. (2006), AZOUGGAGH M. (2001)

Conclusion : Au vu des avantages et inconvénients cités plus haut, et les contraintes liées au cadre de l'étude, **nous avons choisi le système dit du « semi californien ».**

V.2.1 Justification du choix du système d'irrigation de type semi californien

Le choix du système d'irrigation est motivé par plusieurs critères d'ordre technique et économique dont :

La qualité de l'eau d'irrigation : le suivi de la qualité de l'eau du fleuve est réalisé par l'office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA). Certes, le réseau de suivi et la quantité des données disponibles ne permettent pas d'établir un bilan précis de la situation de ce point de vue, toutefois, l'ONEA déclare que les matières en suspension constituent la principale préoccupation sur le cours d'eau (DGRE, 2001). Pour un système d'irrigation sous pression (aspersion ou goutteur), la filtration serait inévitable et très coûteuse, pourtant le risque de colmatage n'en serait pas réduit du fait de la forte turbidité (présence de matières colloïdales, limon etc.)

Le niveau de qualification des exploitants en termes de gestion de système d'irrigation : Par ailleurs, les exploitants ont une faible qualification. La maintenance d'un réseau sous pression par exemple le système d'irrigation goutte à goutte serait ardue, ce qui pourrait entraver la bonne gestion du site.

L'enveloppe du promoteur : Pour finir, le besoin d'économie de finance a aussi motivé le choix du semi californien. En effet, les systèmes d'irrigation gravitaire et sous pression présente un coût de réalisation un cout d'investissement plus élevé que celui du semi californien.

V.2.2 Description du système d'irrigation de type semi californien

Dans ce système d'irrigation, le transport de l'eau se fait sous pression dans des conduites en charge. Pour des raisons de coût, de maniabilité et de mise en œuvre, les matériaux les plus utilisés sont : les matériaux plastiques (le PVC et le PE) et d'autres matériaux notamment l'acier, l'acier soudé et la fonte. Le transport sous pression a lieu depuis la station de pompage jusqu'à un bac de répartition situé généralement (mais pas nécessairement) à un point haut dominant la zone aménagée. A partir de ce point, l'eau est acheminée gravitairement dans le réseau de distribution constitué par des conduites enterrées jusqu'aux prises parcellaires. Des prises, l'eau est apportée au pied de la plante à travers des raies, réalisés par les exploitants.

V.3 SYNTHÈSE DES ÉTUDES PRÉALABLES

V.3.1 Résultats étude diagnostic

V.3.1.1 Etats des lieux

Le périmètre est un site communautaire de superficie 28,6 ha au levé. Un verger de mangue de 1 ha appartenant à Monsieur **OUATTARA Adama** (chef de village et chef de terre) se trouve juxtaposé au périmètre.

A l'issue de l'entretien il est ressorti que le périmètre était précédemment exploité en culture de contre-saison notamment la culture de Banane douce dans les années 2000. Cependant à l'heure actuelle, seules les cultures pluviales y sont pratiquées.

V.3.2 Synthèse des études de base

V.3.2.1 Pédologie

Les travaux analytiques ont permis d'aboutir aux résultats suivants :

Le site est à cheval entre le lit majeur et le bas de pente du glacis. Il est utilisé en cultures pluviales : sorgho, coton, maïs, arachide, niébé et sésame. La végétation naturelle composée essentiellement d'espèces arborées et arbustives. Sur le bas de pente du glacis, on y rencontre essentiellement : *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Terminalia macroptera*, *Piliostigma reticulata*, *Piliostigma thonningii*. Le lit majeur est colonisé par *Mitragina inermis*, *Ficus gnaphalocarpa*, et *Sarcocephalus esculentus*.

Par ailleurs, on y distingue deux types de sols :

- les sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions : ce sont des sols profonds (100 cm). Ils présentent une texture limoneuse jusqu'à 18 cm, limono-argileuse sur les 44 cm suivants et argileuse au-delà. Leurs contraintes majeures sont la non disponibilité de l'oxygène, les risques d'inondation en saison pluvieuse et la structure faiblement développée. Ils sont marginalement aptes (S3wi) à la banane les contraintes étant liées à la disponibilité de l'oxygène et aux risques d'inondation en saison pluvieuse.
- les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés : ils ont une profondeur utile de 70 cm. Leur texture est limono-sableuse en surface, limono-argilo-sableuse dans l'horizon médian et limono-argileuse dans l'horizon en contact avec l'induration. Les contraintes majeures de ces sols sont la profondeur utile limitée par une cuirasse et la structure faiblement développée. Ils sont moyennement aptes (S2n) à la culture de la banane, la contrainte étant liée à la disponibilité en éléments nutritifs.

V.3.2.2 Topographie

Les terres indiquées pour cette étude ont fait l'objet d'un levé topographique et couvrent **30 ha** dont 28,6 ha pour la superficie aménageable. Les coordonnées en XYZ de l'ensemble des bornes topographiques ont été répertoriées et portées sur les plans d'état des lieux. **Globalement le site présente une pente régulière moyenne d'environ 0,4% et orienté Nord-Sud vers le fleuve.**

Tableau 5: Coordonnées UTM des bornes de station (Polygonale)

Numéro de bornes	X	Y	Z
B.1	390 871,074	1 186 517,009	288,348
B.2	390 606,301	1 186 483,418	287,463

V.3.2.3 Etude socio-économique

Le département de Karangasso Vigué comptait au dernier recensement 76570 habitants pour 25 villages (INSD, 2007). On peut donc estimer la population à Boborla à un peu plus de 3000 habitants.

Selon les études menées par l'INSD, l'agriculture est la principale activité dans laquelle exerce la population active de cette localité. Cependant l'émigration vers les pays comme la Côte d'Ivoire reste un phénomène important dans les villages des Hauts Bassins. Elle touche plus de $\frac{3}{4}$ des villages. De plus, la période de ces exodes se situe surtout pendant la période sèche. Cela s'explique par le manque d'activité en cette période.

C'est ainsi que cet aménagement se présente comme une aubaine pour cette localité. En effet, en permettant les cultures de contre saison le projet devient créateur d'emploi et permet de conserver la main valide de la localité tout en boostant leur développement économique.

Par ailleurs, les productions envisagées sont très convoitées et pourront donc être facilement commercialisées ce qui permettra de rentabiliser l'investissement.

Quant à la gestion du périmètre, la quasi-totalité des villages de la région dispose d'organisations communautaires et celles-ci présentent un niveau de dynamisme satisfaisant puisque dans 70% des villages elles organisent souvent (ou très fréquemment) des activités, c'est-à-dire au moins deux activités par an.

V.4 EVALUATION DES BESOINS EN EAU ET DES PARAMETRES D'IRRIGATION

V.4.1 Evaluation des besoins en eau

V.4.1.1 *Besoin nets*

Le besoin net mensuel maximal est : **$B_{nmax} = 290,5 \text{ mm/mois}$**

V.3.4.1 *Besoins bruts*

En tenant compte de l'efficacité globale du système d'irrigation qui est **$E_g = 95\% \times 50\% = 47,5\%$** , le besoin brut mensuel maximal est : **$B_{bmax} = BMP = 611,6 \text{ mm/mois}$**

V.3.4.2 *Le débit fictif continue*

Le débit fictif continu est **$DFC = 2,4 \text{ l/s/ha}$**

V.3.4.3 *Le débit maximal de pointe*

Le débit maximal de pointe en prenant 12h comme durée d'irrigation journalière et en considérant 6jours réels d'irrigation sur 7 est **$DMP = 5,5 \text{ l/s/ha}$**

V.3.4.4 *Besoin en eau pour une campagne de contre saison*

Les besoins en eau globaux pour toute une campagne de contre saison est **$B_g = 3480,8 \text{ mm}$**
 $\text{Soit } B_g = 34808,4 \text{ m}^3/\text{ha}.$

Le récapitulatif des besoins en eau est consigné dans le tableau suivant :

Tableau 6: Récapitulatif de l'évaluation des besoins en eau de la banane pour la campagne sèche

Banane	Nov.	Dec.	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin
Phase	initial	initial	croissance	croissance	Mi saison	Mi saison	récolte	récolte
Kc	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1
ETP (mm)	170,7	197,2	225,1	226,5	251,0	218,0	200,0	158,0
ETM (mm)	170,7	197,2	270,1	271,8	301,2	261,6	230,0	173,8
P (mm)	8,3	1,7	1,1	3,8	17,8	44,3	94,4	126,5
Pe (mm)	5,0	1,0	0,7	2,3	10,7	26,6	75,5	101,2
Bn (mm)	165,7	196,1	269,4	269,5	290,5	235,0	154,5	72,6
Eg	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Bb (mm)	348,9	412,9	567,2	567,4	611,6	494,8	325,2	152,8
DFC (l/s/ha)	1,3	1,6	2,2	2,2	2,4	1,9	1,3	0,6
Nj (j)	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7
Nh (h)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
DMP (l/s/ha)	3,1	3,7	5,1	5,1	5,5	4,5	2,9	1,4
Besoin global pour une saison	3480,84							

Nous constatons que le mois de pointe est celui de Mars où l'évapotranspiration est largement supérieure à la pluie. Ce mois correspond aussi à la phase de mi saison de la culture qui est cruciale. Le reste du dimensionnement se fera donc en tenant compte de cette valeur afin d'assurer un bon rendement agricole.

V.4.2 Paramètres d'irrigation

V.4.2.1 Le tour d'eau T

Le tour d'eau est fixé à deux jours, $T= 2\text{jours}$.

V.4.2.2 La fréquence N

Le nombre d'arrosage dans un mois est donc de $N= 15$.

V.4.2.3 La Réserve facilement utilisable RFU

La réserve facilement utilisable est prise égale à 2/3 de la Réserve utile. En assumant une réserve utile $RU= 180\text{mm/m}$ pour une profondeur d'enracinement maximale $Z= 1\text{m}$ nous obtenons une Réserve facilement utilisable $RFU= 120\text{mm}$

V.4.2.4 La dose réelle Dr

La dose réelle est donnée par la relation $Dr \text{ (mm)} = \frac{BMP \text{ (mm)}}{N}$ est $Dr = 40,77\text{mm}$

V.4.2.5 La main d'eau m

Le sol en place a une texture limono- argileuse, la vitesse d'infiltration varie donc de 7 à 15 mm/h (Savva & Frenken, 2001 cité par Keita, 2012). le choix de la main d'eau est fonction de l'habitude des exploitants mais aussi de la vitesse d'infiltration du sol. Nous choisirons une main d'eau inférieure à la vitesse maximale d'infiltration c'est-à-dire $19,44 \text{ l/s/ha} < m < 41,66 \text{ l/s/ha}$. En raisonnant sur un quartier hydraulique de 0,5 ha nous avons donc choisi la valeur de la main d'eau de sorte à ce qu'elle soit comprise entre 9,72 l/s et 20, 83 l/s.

La main d'eau est prise égale à $m = 10\text{l/s}$

V.4.2.6 La durée d'arrosage par prise t

La durée d'arrosage par hectare est d'environ $t = 12\text{h}$. Les prises parcellaires sont dotées de deux sorties : une prise alimente alors deux parcelles soit une superficie de 0,5 ha d'où un temps de fonctionnement par prise d'un peu plus de 5h $t_p= 5, 66 \text{ h}$

Tableau 7: Paramètres d'irrigation

	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4
Nombre de parcelles	16	22	24	18
Tour d'eau (j)	2	2	2	2
Nombre de parcelles irriguées par jour	8	11	12	9
Nombre de prise en fonctionnement simultanée	2	3	3	4
Fréquence	15	15	15	15
Besoin brut Bb (m ³ /ha)	6116,2	6116,2	6116,2	6116,2
Dose réelle Dr (m ³ /ha)	407, 7	407, 7	407, 7	407, 7
Main d'eau m (l/s)	10	10	10	10
Temps d'irrigation par ha (h)	12	12	12	12
temps par prise (h)	6	6	6	6

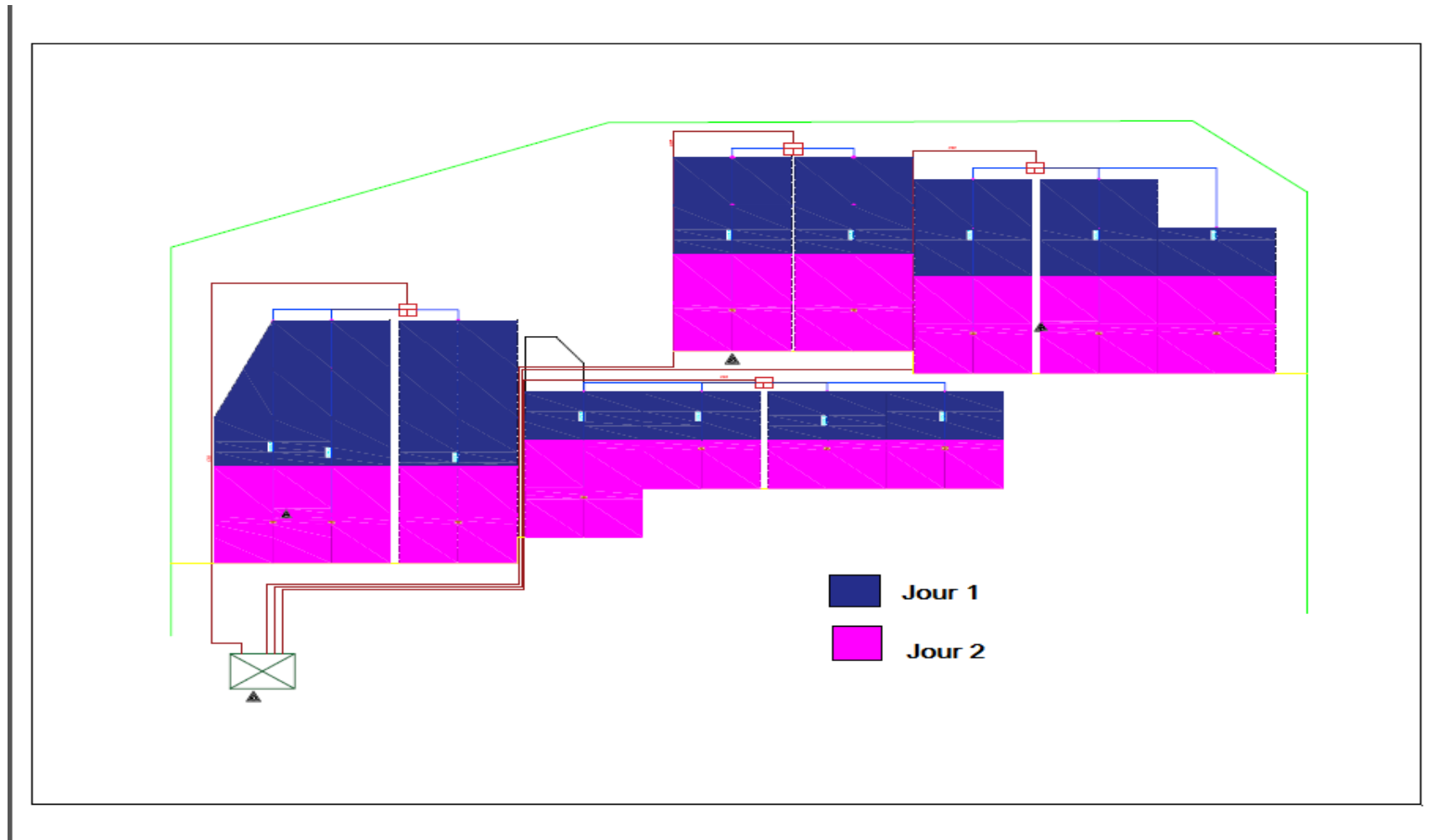


Figure 11: Organisation de l'arrosage pour un tour d'eau

V.5 LA RESSOURCE EN EAU

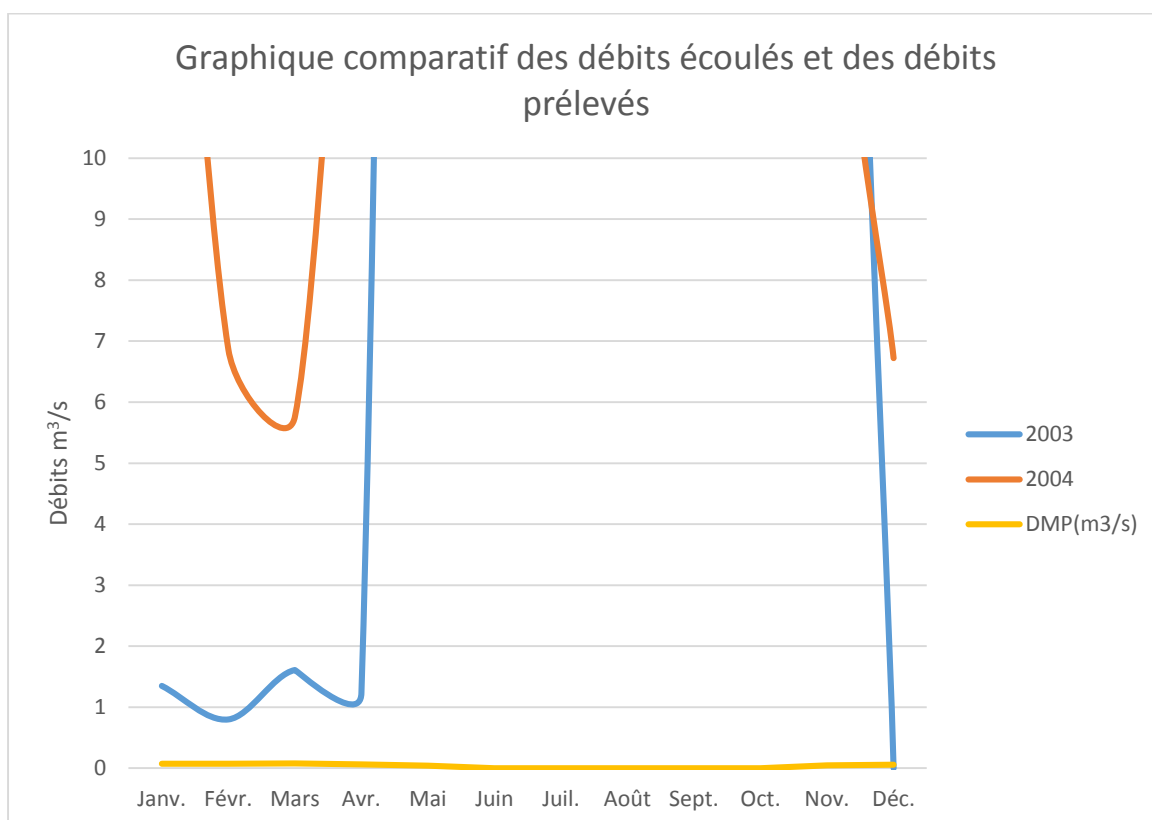
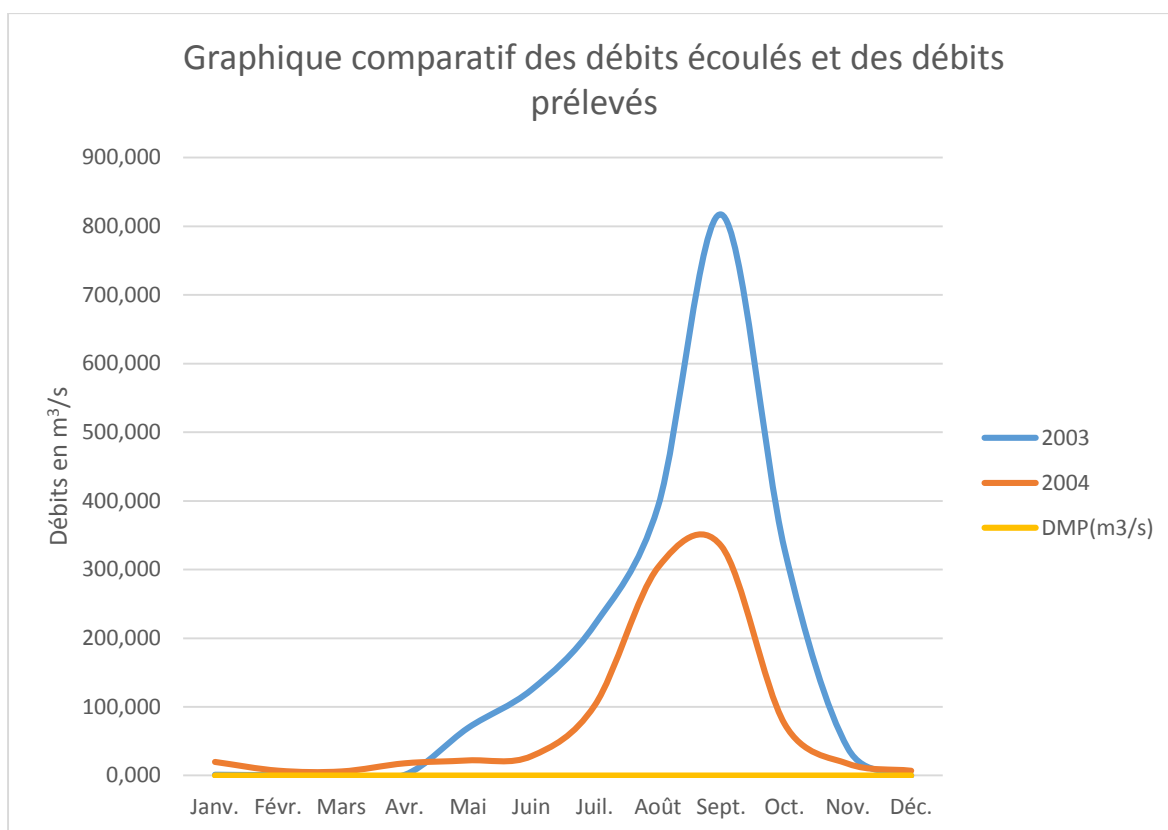
V.5.1 Disponibilité de la ressource

Le fleuve Bougouriba draine un bassin versant (Bougouriba) d'une superficie de 16 425km² divisé en deux sous bassin versant à savoir le sous bassin versant de Diébougou qui fait une superficie de 12 564 km² et le sous bassin versant de Dapola (DGRE, 2001). La zone de Karangasso-Vigué se trouve dans le sous bassin versant de Diébougou.

Afin de déterminer si la ressource en eau sera suffisante pour une campagne de contre saison, nous avons comparé les débits écoulés sur le bassin versant et le débit prélevé.

Les valeurs de débits écoulés sont fournies par la station de Dan.

année	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
2003	1,35	0,80	1,61	1,23	69,6	125	220	392	817	329	39,8	0,0
2004	19,6	6,86	5,76	17,6	21,8	28	102	303	334	74,9	17,0	6,72
DMP (l/s/ha)	3,64	3,63	3,88	3,06	2,09						2,22	2,65
DMP (m ³ /s)	0,07	0,07	0,07	0,06	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,04	0,05



Graphique 3: Graphique comparatif des débits écoulés et des débits prélevés

Source : DGRE, 2011

Conclusion : A partir du graphique, nous constatons que **les débits à prélever représentent moins de 10% du débit écoulé par le cours d'eau**¹. Nous assumons alors que **la ressource en eau sera suffisante pour une campagne de contre saison**.

V.5.2 Qualité de l'eau d'irrigation

Au niveau de l'état de la qualité des eaux, il se pose un problème de représentativité et de quantité (pour les eaux de surface) de données crédibles. Selon les données disponibles, on peut retenir les points principaux : l'eau de la source (*Bougouriba*) est de bonne qualité physico-chimique, avec des pôles de préoccupations : surtout les matières en suspension, et dans une moindre mesure le fer et les phosphates en quantités importantes, caractéristiques d'eau polluées. La qualité bactériologique et parasitologique n'est cependant pas bonne, entraînant des risques importants de maladies hydriques et infectieuses.

Les problèmes d'eutrophisation, par insuffisance de données, n'ont pu être évalués de façon précise, mais les risques existent et se manifestent déjà, notamment par le développement de la jacinthe d'eau (DGRE, 2011). Toutefois, ce problème d'eutrophisation n'est pas encore perçu sur le fleuve au niveau de Boborla. A cet emplacement, nous ne constatons pas d'effet de pollution des eaux au niveau de la ressource en eau.

V.6 DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

V.6.1 Chenal d'amenée

Le chenal d'amenée est dimensionné pour un débit légèrement supérieur à celui de la station de pompage.

La valeur du coefficient de rugosité est prise égale à **$K_s = 70$** et la pente du canal **i** est fixée à **$i = 1\%$** .

Le débit à mobiliser en tête de réseau est d'environ $400 \text{ m}^3/\text{h}$. en tenant compte des pertes d'eau dans le réseau et d'une possible extension du périmètre nous dimensionnerons le canal pour un débit dérivé de **$500 \text{ m}^3/\text{h}$** .

Les dimensions pour la section du chenal d'amenée sont les suivantes

Tableau 8: Dimensions du chenal d'amené

Dimension du chenal d'amené	
Largeur au plafond b (cm)	30
Fruit de berge	1
Tirant d'eau (cm)	50
Profondeur (cm)	70

¹ Donnée manquante pour le mois de décembre de l'année 2013

Largeur en gueule (cm)	170
------------------------	-----

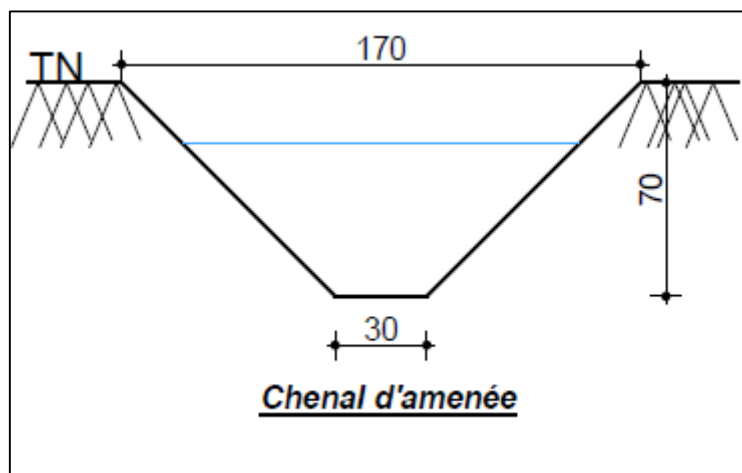


Figure 12: Profil en travers du chenal d'amenée

V.6.2 Station de pompage

La station de pompage comporte plusieurs éléments constitutifs tels le puits d'aspiration, la plateforme de pompage, les groupes motopompes. La section suivante présente les caractéristiques de ces éléments.

V.6.2.1 Puits d'aspiration

Le puits d'aspiration est dimensionné de sorte à stocker une quantité d'eau suffisante permettant l'aspiration sans jamais dénoyer les crépines d'aspiration des pompes.

Tableau 9: dimensions du puits d'aspiration

Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)
2	2	3

V.6.2.2 Plateforme de pompage

La plateforme de pompage est l'ouvrage de génie civil réalisé en béton armé et sur lesquelles reposent les pompes. Les dimensions prévues pour cette plateforme sont **2 m x 2 m et d'épaisseur 20 cm.**

V.6.2.3 Abri de la station de pompage

L'abri pour la station de pompage est un bâtiment en maçonnerie de dimensions internes 9,00 m x 3,00 m. Aux angles seront coulés des poteaux en béton armé de 15 cm x 15 cm sur une hauteur de 3 m et 3,50 m de façon à constituer une pente pour la toiture qui sera posée. Les ouvertures seront constituées d'une porte métallique grillagée de 150 cm x 220 cm et de deux fenêtres métalliques grillagées de 120 cm x 120 cm judicieusement disposées pour assurer

l'aération. La toiture en tôle bac galva sera fixée aux poteaux grâce à une charpente en IPN 80 et des chevrons 8 x 8 (PAFASP, 2012).

V.6.2.4 Les groupes motopompes

Le débit en tête de réseau est de **432 m³/h**. Ce débit est assez élevé. Pour un meilleur fonctionnement du périmètre, nous avons dimensionné les pompes par bloc. Cela permet l'autonomie des blocs, réduit les nombres de manipulateurs de pompe et nous épargne l'achat de grosses pompes dont la gestion et l'entretien est plus complexe pour nos exploitants non formés.

- Caractéristiques

Les éléments clés pour le choix de la pompe sont la Hauteur Manométrique Totale (HMT), le Débit (Q), la NPSHd et la puissance absorbée Pabs. Le calcul des caractéristiques requises pour le choix des pompes conduit aux résultats suivants.

Tableau 10: Caractéristiques requises pour le choix des motopompes

Caractéristiques	Pompe 1	Pompe 2	Pompe 3	Pompe 4
Débit (m ³ /h)	72	108	108	144
HMT(m)	16,32	20,90	11,99	17,68
NPSHd (m)	7,98	7,96	7,96	7,94
Puissance absorbée (kW)	4,57	8,78	5,04	9,91

- Choix des pompes

Les pompes choisies sont des pompes de surface monoblocs de marque Grundfos type NB. Ce choix est motivé par la fiabilité et la robustesse qu'offrent les pompes Grundfos.

En tenant compte des caractéristiques des pompes nous avons choisi dans le catalogue Grundfos, des pompes de surface dont les caractéristiques sont consignées dans le tableau

Tableau 11: Caractéristiques des groupes motopompes choisis

Caractéristiques	Pompe 1	Pompe 2	Pompe 3	Pompe 4
Gamme	NB 65-125 2poles 50Hz	NB 80-160 2poles 50Hz	NB 65-125 2poles 50Hz	NB 80-160 2poles 50Hz
Roue	127	147-127	127	147-127
Débit (m ³ /h)	72	108	108	144
HMT(m)	18	21	15,3	18,2
Rendement(%)	73,2	70	79,9	75,2
NPSHr (m)	3,5	5,3	3,9	6,5
Pabs fournie (kW)	5	9,8	5,5	10
Point de fonctionnement	Débit :78m ³ /h HMT :18m	Débit :108m ³ /h HMT :21m	Débit :115m ³ /h HMT :14,8m	Débit :145m ³ /h HMT :18m

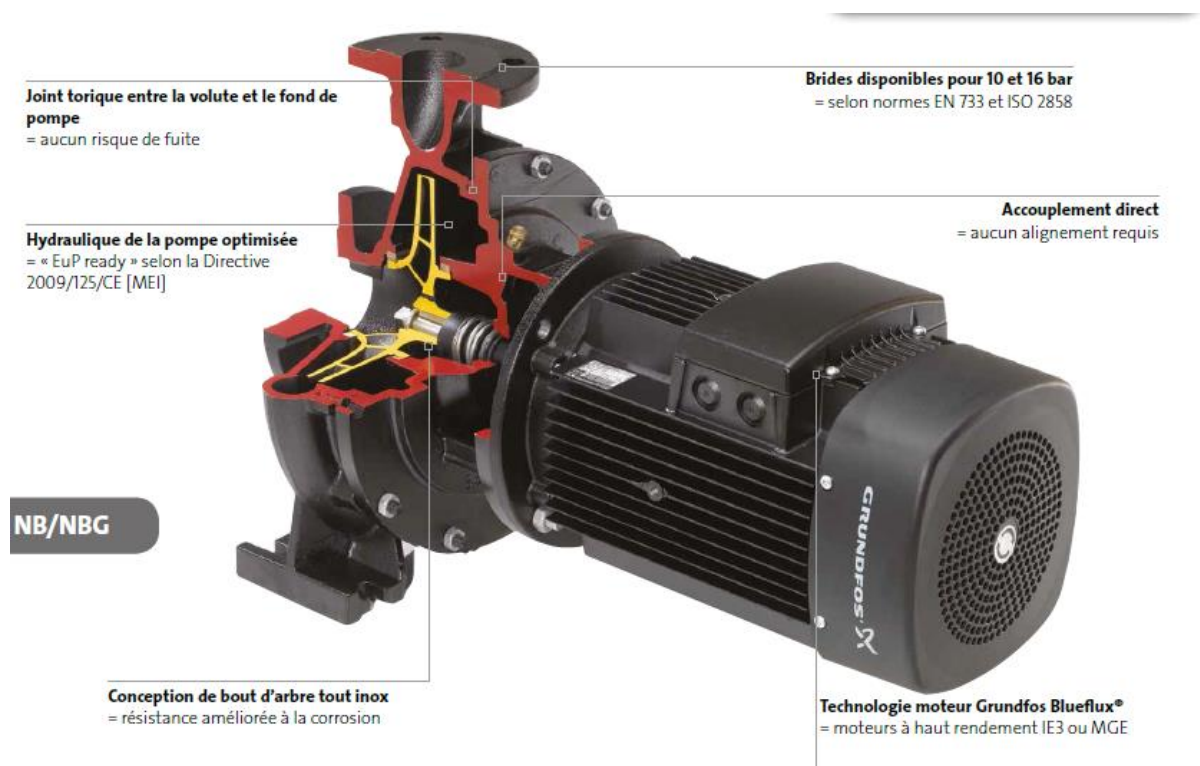


Photo 2: motopompe

V.6.2.4 Source d'énergie

Les groupes motopompes Grundfos de type NB sont des pompes électriques. Le site de Boborla ne bénéficie pas encore de l'électricité conventionnelle (SONABEL). Pour pallier à cette difficulté, nous avons décidé d'utiliser comme source d'énergie des groupes électrogènes fonctionnant au gasoil. De fait, une étude comparative des sources d'énergie thermique et photovoltaïque, pour le même système d'irrigation et une superficie similaire, a montré que l'énergie solaire présentait un cout d'installation plus élevé que l'énergie thermique

(SAWADOGO, 2016). Dans le but donc de minimiser le coût d'investissement nous préférons utiliser l'énergie thermique.

La puissance nécessaire pour le fonctionnement de la station de pompage est d'environ 22 kW. La puissance apparente est alors de $P_a = P/\cos\phi$; avec $\cos\phi=0,8$ $P_a =27,5$ kVA.

Le groupe électrogène choisi est de marque GELEC, de la gamme PANTHER et dont les caractéristiques sont présentées ci-après :

Tableau 12: Caractéristiques du groupe électrogène

Caractéristiques	Valeurs
Puissance permanente PRP (kVA)	31
Puissance de secours ESP (kVA)	35
Vitesse de rotation (rpm)	1500
Capacité du réservoir (l)	130
Nombres de cylindres	4
Démarrage automatique	intégré



Photo 3: Groupe électrogène

V.6.3 Les Bassins répartiteurs

V.6.3.1 Dimensionnement des bassins répartiteurs

Les dimensions finales retenues pour les bassins répartiteurs dépendent principalement du rôle tampon qu'ils jouent dans le système d'irrigation. De ce fait nous avons fixé une capacité de stockage minimale du bac de réception. Les dimensions qui en découlent sont :

Tableau 13: dimensions des Bassins répartiteurs

Dimensions retenues pour les bassins	
Longueur retenue par bassin (m)	2
Largeur du bac (m)	0,6
Profondeur retenue par bassin (cm)	0,5
Epaisseur du seuil e (cm)	25
Largeur totale du bassin (m)	1,4

Toutefois, le bassin répartiteur jouant aussi la fonction d'ouvrage de dissipation d'énergie et de répartition de débit, nous vérifié les dimensions minimales nécessaires pour le bon fonctionnement tant en ouvrage de dissipation qu'en répartiteur de débit à seuil.

Longueur bassin (cm)	60	65	65	70
largeur du bassin (cm)	40	50	50	60
Profondeur _bassin (cm)	20	25	25	25
épaisseur du seuil e (cm)	17	19	20	18
Hauteur du seuil s (cm)	8	9	9	8

Commentaire : les dimensions retenues pour les bassins répartiteurs sont supérieures aux dimensions minimales assurant ainsi le bon fonctionnement des bassins.

V.6.3.2 Calage des bassins répartiteurs

Après avoir déterminé et vérifier la charge en tout point de la conduite de distribution, les résultats obtenus pour les hauteurs d'élévation des différents bassins sont consignés dans le tableau ci-après :

Tableau 14: Tableau récapitulatif du calage des bassins répartiteurs

Bassin partiteur	Cote radier (m)	Hauteur d'élévation (m)
BP1	290,32	1,2
BP2	291,41	1,5
BP3	288,40	1,1
BP4	288,30	1,3

V.6.4 Prise parcellaire

Les prises parcellaires sont de dimension standard. Pour permettre une facilité de manœuvre, la partie interne de l'ouvrage de prise doit respecter certaines dimensions pour offrir un espace libre par rapport aux parois et au fond de l'ouvrage, la hauteur, la largeur et la longueur. Ainsi, sous le té, il est aménagé un blocage en moellons de 40 x 40 avec 10 cm d'épaisseur sur lequel est coulé un béton ordinaire de 8 cm suivi du lit de sable de 10 cm. Au sortir du terrain naturel, la tête du PVC reçoit un té galvanisé auquel est soudé un dispositif double d'ouverture et de fermeture sous forme de plaque muni d'un disque en caoutchouc épais de façon à créer une étanchéité : c'est le bouchon.

Sur les côtés latéraux de la prise, deux bassins en maçonnerie **callés à la côte TN+ 0,10m** alimentent les départs des arroseurs. Ces départs sont construits en béton et sont de section trapézoïdale

V.6.5 Vidange

Les vidanges sont conçues avec pour recevoir les eaux d'évacuation des conduites pour les cas de besoin de nettoyage. Ils permettent de vider ou de nettoyer la conduite. L'eau de la conduite passe dans l'ouvrage de vidange à travers un **té muni horizontal d'un bouchon**. Les dimensions fixées doivent permettre un accès pour nettoyage.

V.6.6 Dimensionnement des conduites

V.6.6.1 Refoulement

La conduite de refoulement est dimensionnée en fonction du débit maximal de la pompe.

Le choix du diamètre de la conduite refoulement relève d'un compromis entre, d'une part le souci de réaliser le moins possible d'investissement (petit diamètre) et d'autre part le souci de réduire les charges d'exploitation: faible HMT engendre moins de charges énergétiques. Les résultats obtenus en utilisant la formule de Bresse, de Bresse modifié et de Munier sont consignés dans le tableau

Tableau 15: dimensionnement des conduites de refoulement

	CR1	CR2	CR3	CR4
Débit transitant (m ³ /h)	72	108	108	144
Bresse (mm)	212,13203	259,80762	259,80762	300
Bresse modifié (mm)	217,15341	248,5786	248,5786	273,59615

Munier (mm)	164,04877	200,91789	200,91789	232
Diamètre choisi (mm) DN/Dint	160/152	180/171,2	180/171,2	180/171,2
Vitesse (m/s)	1,1	1,3	1,3	1,7

V.6.6.2 Distribution

Les conduites arroseuses sont dimensionnées de sorte à véhiculer un débit égal à la main d'eau.

Pour le calcul du diamètre nous avons utilisé la relation :

$$\varnothing = \left(\frac{Q}{1.57} \right)^{\frac{1}{2.308}}$$

Avec : $\varnothing$: diamètre de la conduite en m

Q : débit transitant dans la conduite en m³/s (main d'eau)

Les diamètres définitifs s'obtiennent après des évaluations itératives des charges minimales (ligne d'eau requise) nécessaires pour alimenter convenablement toutes les prises d'une même conduite principale. Le principe de dimensionnement est donc le suivant :

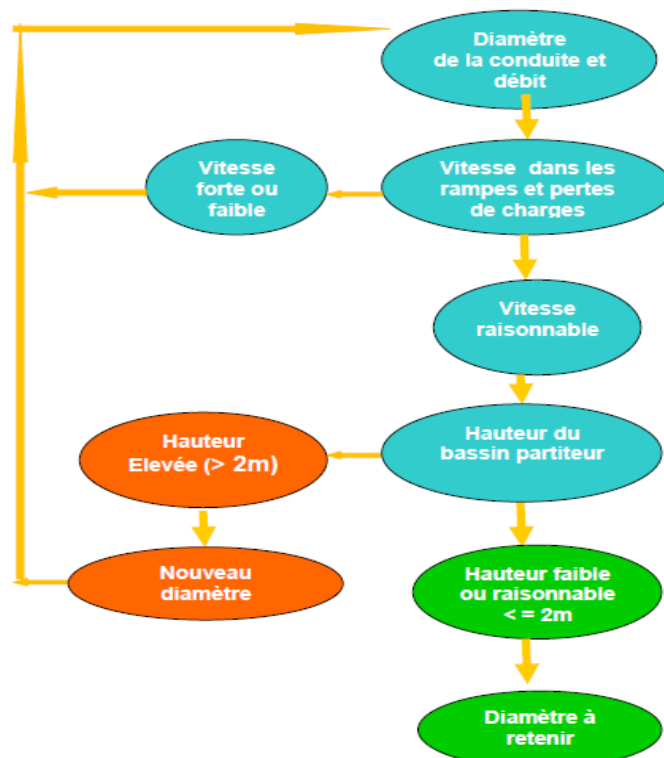


Figure 13: Processus de calcul des diamètres des conduites de distribution

Les conduites retenues pour la distribution sont en PVC de diamètre nominal 160mm.

V.6.6.3 Détermination de la pression nominale des conduites

La pression nominale des conduites est déterminée à travers la vérification des surpressions engendrées face aux phénomènes transitoires.

Calculs des valeurs de surpression et de dépression.

- La surpression est donnée par $P = \text{HMT} + \Delta H$;

- La dépression est donnée par $P = \text{HMT} - \Delta H$;

Avec ΔH : variation de pression

Les valeurs de la variation de pression dépendent fortement de la nature de la perturbation (rapide ou lente ; pour une fermeture totale ou partielle) : dans notre cas, nous ne considérons que la fermeture rapide et totale et fermeture lente et totale.

Cas 1 : fermeture rapide et totale

La variation de pression est alors donnée par la relation suivante : $\Delta H = \pm \frac{cV_0}{g}$ où V_0 (m/s) la vitesse moyenne dans la conduite et c : célérité de l'onde de choc

$$c = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{D}{E} \frac{\varepsilon}{e}}}}$$

Avec : D : diamètre intérieur de la conduite

E : module de young

e : épaisseur de la conduite

ρ : masse volumique de l'eau

ε : module d'élasticité de l'eau

Cas 2 : fermeture lente et totale

$$\Delta h = \frac{2LV_0}{gT} \text{ Avec } T=30s$$

L (m) = longueur de la conduite

T(s) = durée de la variation de vitesse (temps de fermeture d'une vanne sur la conduite de refoulement).

Résultats obtenus

Calcul de la célérité						
ε	E	Dext	Dint	e	ρ	c
2000000000	30000000000	0,18	0,1712	0,0044	1000	272,471503

Calcul des surpressions		
	variation rapide	variation lente
Δh	28,47	8,16
HMTmax	12	12
surpression	40,47	20,16
Dépression	-16,47	4,16

Conclusion : **la pression nominale choisie pour les conduites est de 60m PN 6bars**

NB : Seules les conduites de refoulement sont en PVC pression, les conduites de distribution sont en PVC évacuation.

V.6.7 Dimensionnement des ouvrages annexes

V.6.7.1 Colatures

Détermination des paramètres

- C, est le coefficient de ruissellement. Sa valeur dépend essentiellement de la nature du sol, de sa couverture végétale et de la pente du bassin versant. Dans le cas de notre étude, la zone à drainer est le bassin versant à l'amont du périmètre. La végétation y est de type savane arbustive donc la zone est considérée comme une zone de pâturage. En outre, l'étude pédologique a révélé que le sol a une texture limono-argileuse donc un taux d'infiltration moyen. La valeur du coefficient de ruissellement est donc prise égale à **CR=0,35 (NIANG D, 2012)**

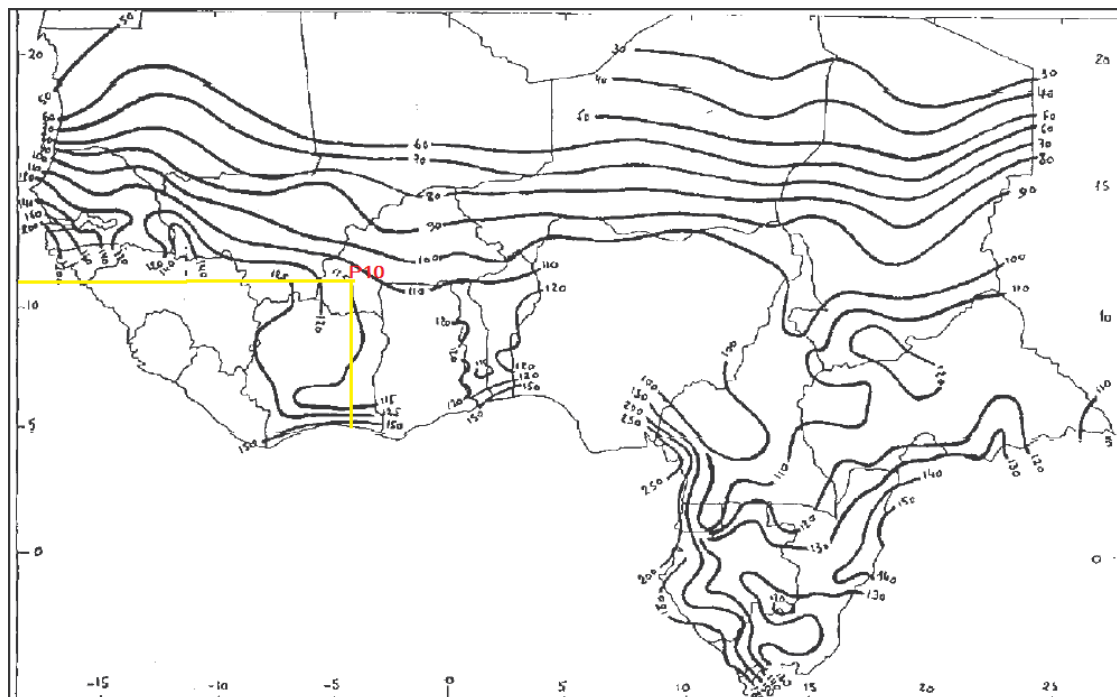
Type de sol	Couverture du versant		
	Cultures	Pâturages	Bois, forêts
A fort taux d'infiltration; sols sableux ou graveleux	0,20	0,15	0,10
A taux d'infiltration moyen; limons et sols similaires	0,40	0,35	0,30
A faible taux d'infiltration; sols lourds, argileux; sols peu profonds sur fond imperméable	0,50	0,45	0,40

VALEUR DE CR CORRESPONDANTE

Figure 14: Détermination du coefficient de ruissellement

Source : Niang D, 2012

- La largeur de bande de terrain considérée est de 1200m
- La durée d'évacuation des eaux est fixée à douze (12) heures.
- La pluie décennale journalière est obtenue grâce aux cartes du CIEH



Le calcul du débit donne les résultats suivants :

Coefficient de ruissellement	c	0,35
Pluie décennal journalière	P ₁₀ (mm)	115
Largeur de bande de terrain	l (m)	1200
Temps d'évacuation	t (s)	12
Débit d'évacuation	q (m ³ /s)	0,11

Détermination des sections de la colature de ceinture

Les dimensions de la colature de ceinture sont déterminées en utilisant la formule de Manning Strickler et les sections sont voulues hydrauliquement favorables. Le coefficient de rugosité est pris égal à **Ks=33** car la colature n'est pas revêtue. Afin de minimiser les risques d'érosion la pente est prise égale à **I= 0,5%**

Les dimensions sont :

Largeur au plafond b (m)		0,3
Fruit de berge m		1
Tirant d'eau y (m)		0,5
Profondeur du canal		0,7
Largeur en gueule (m)		1,7

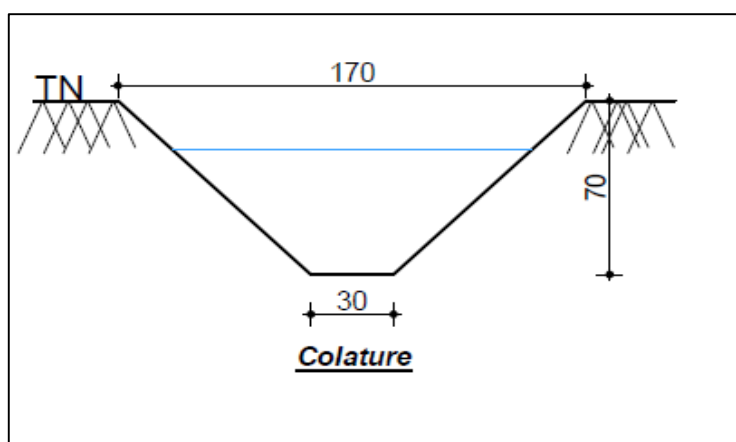


Figure 15: Profil en travers de la colature de ceinture

V.6.7.2 Drains

- Evaluation du débit à évacuer : Le débit spécifique est donné par la relation :

$$q_s \left(\frac{l}{s} / ha \right) = \frac{P_{10}}{t(h) \times 0,36}$$

Avec : q_s : débit spécifique à évacuer ; P (mm) : pluie décennale journalière ; T(h) : temps d'évacuation

Les cultures en place présentent quelques difficultés à supporter longtemps la submersion de leurs racines. En effet, la banane est une culture très exigeante en eau mais quand les racines

restent longtemps inondées, elles pourrissent. **C'est ainsi que le temps d'évacuation T est fixé à 12h. La pluie décennale est obtenue par lecture sur la carte des pluies décennale journalière du CIEH $P_{10}=115\text{mm}$**

Pour tenir compte de la faisabilité sur le terrain les dimensions retenues sont

Dimension retenues	drain1	drain2	drain3	drain4
profondeur (cm)	50	50	50	50
Largeur au plafond b (cm)	70	70	70	70
fruit de berge	0	0	0	0

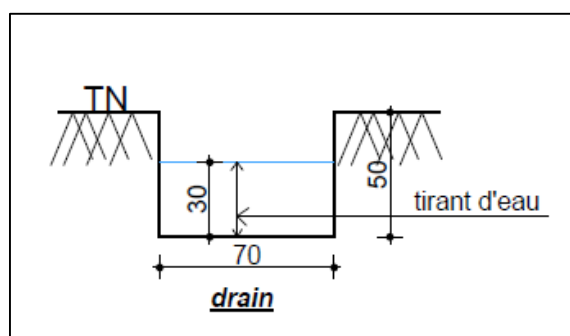


Figure 16: Profil en travers du drain

V.7 EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

V.7.1 Prévision des impacts

On prévoit que les impacts environnementaux vont surgir tout au long de trois différentes phases du projet. Il y aura les impacts pendant la phase de l'installation, la phase de réalisation, et celle de l'exploitation. La prévision des impacts est faite sur 4 volets à savoir : le volet physique/chimique (PC), biologique/écologique(BE), social/cultural(SC) et économique/opérationnel (EO).

Tableau 16: Tableau prévisionnel des impacts environnementaux du projet

Phase/Facette	Installation	Réalisation	Exploitation
Physique/chimique		Nuisance sonore	Pollution des eaux et des terres du à l'utilisation des pesticides et des engrais chimiques

Biologique/écologique			Diminution du débit à l'aval
Sociale/culturelle	-Création d'emploi	-Création d'emploi -Apprentissage de nouvelle pratique culturelle, -Modernisation de l'agriculture -Possibilité de conflit par rapport à l'occupation des terres.	-Travail en équipe -Raffermissement des liens de groupements et d'association -Amélioration des organisations déjà en place -Diminution de l'émigration
Economique/opérationnelle		-Travail occasionnel offrant de nouveaux revenus	- Rendements agricoles améliorés -Amélioration du cadre de vie des habitants - émergence de la localité

V.7.2 Analyse des impacts

Des problèmes qui pourraient subvenir suite à la réalisation de ce projet, nous retenons que les problèmes d'ordre social sont assez importants. En effet, même si le projet apporte beaucoup d'avantage tel le travail engendré, le risque de conflit est une menace forte. Tant entre les populations de la localité même qu'avec les localités voisines (débit moindre à l'aval). Par ailleurs, le risque de pollution notamment l'eutrophisation est aussi important. Face à de tels problèmes nous proposons les mesures d'atténuation suivantes.

V.7.3 Mesures d'atténuation

Tableau 17: Mesures d'atténuations des impacts du projet sur l'environnement

Problèmes	Mesures d'atténuation
La pollution des eaux et des sols	-Vérification de la qualité des engrais utilisés par les paysans

	- Sensibilisation continue sur l'eutrophisation et les moyens de lutte - Privilégier l'utilisation d'engrais organique (compost)
Le déboisement	-Augmentation du couvert végétal par le reboisement (apport de nouvelle culture)
Risque de conflits au niveau du volet gestion	-Mettre en place des séances de discussion avec les différentes parties prenantes du projet. - Suivi du projet à travers des enquêtes périodiques, des sondages sur le mode d'attribution des parcelles et la gestion du site. - Tenir compte des suggestions et des réclamations - Mettre en place un comité de gestion de litiges

V.8 EVALUATION ECONOMIQUE

V.8.1 Cout estimatif du projet

Afin d'estimer le cout de réalisation du projet nous avons établi un devis quantitatif et estimatif présenté ci-après.

AMÉNAGEMENT D'UN SITE COMMUNAUTAIRE DE 20 HA À BOBORLA COMMUNE DE K-VIGUÉ

Chapitre I

Terrassement et Parcellement

Chapitre II

Equipement du périmètre

Cadre du devis quantitatif et estimatif

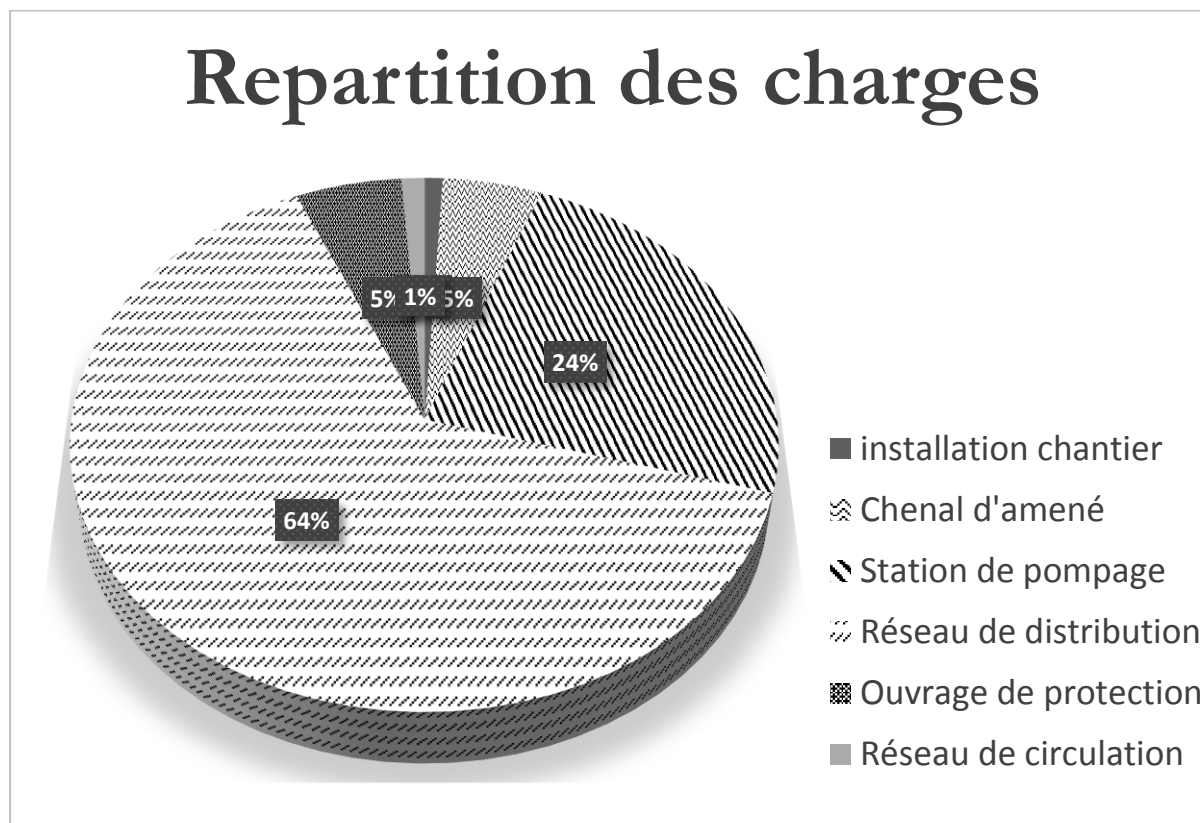
Numéro	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I	Chapitre I : Terrassement/ Parcellement				
I.1	Installation de chantier	ens	1	530000	530 000
Sous total I					530 000
II	Chapitre II : Equipement du périmètre				
II.1	Réalisation du chenal d'amenée/puits d'aspiration				
II.1.1	Réalisation du chenal d'amenée	ens	1	1730000	1 730 000
II.1.2	Réalisation du puits d'aspiration	ens	1	1250000	1 250 000
Total Réalisation chenal d'amené					2 980 000
II.2	Construction de l'abri pour les motopompes	ens	1	1200000	1 200 000
II.3	Acquisition des motopompes et accessoires				
II.3.1	Pompe Grundfos NB 65-125/127 2poles 50Hz	u	2	1430520	2 861 040
II.3.2	Pompe Grundfos NB 80-160/144-127 2poles 50Hz	u	2	2148400	4 296 800
II.3.3	Groupe électrogène Gelec gamme Panther	u	1	4421250	4 421 250
II.3.4	Clapet anti retour à battant DN 200	u	4	190 825	763 300
II.3.5	Crépine d'aspiration DN 200	u	4	125 847	503 388
II.3.6	Dégrilleur de maille pour puits d'aspiration	u	1	2000	2 000
Total station de pompage					14 047 778
II.4	Réalisation du réseau de distribution/ouvrages				
II.4.1	Tuyauterie				
II.4.1.1	Conduite Interplast PVC DN 160 PN6	ml	1746	5082	8 873 172
II.4.1.2	Conduite Interplast PVC DN 180 PN6	ml	2468	7366	18 179 288

II.4.2	Raccordements				
II.4.2.1	Coude 90° interplast PVC DN 160	u	7	8 000	56 000
II.4.2.2	Coude 90° interplast PVC DN 180	u	20	9213	184 260
II.4.2.5	Té réduit Interplast PVC DN 200x160	u	4	48976	195 904
II.4.2.6	Réducteur interplast 180-160	u	4	16 565	66 260
II.4.2.7	Bouchon interplast PVC 160	u	12	11 621	139 452
II.4.3	Pose de canalisation				
II.4.3.1	Fouille en tranché pour pose de canalisation	m3	5424	1000	5 424 000
II.4.3.2	Sable fin pour lit de pose	m3	271,2	9000	2 440 800
II.4.3.3	Grillage avertisseur couleur bleue Interplast 50cm largeur	ml	5424	80	433 920
II.4.4	Prises				
II.4.4.1	Prises à deux sorties	u	38	25000	950 000
II.4.4.2	Prise à une sortie	u	4	20000	80 000
II.4.5	Vidange				
II.4.5.1	Réalisation d'ouvrage de vidange	u	12	20000	240 000
II.4.6	Bassin Partiteur				
II.4.6.1	Réalisation Bassin à deux sorties taille petite	u	4	280000	1 120 000
Total réalisation de réseau de distribution					38 383 056
II.5	Réalisation du réseau de drainage et de protection du périmètre				
II.5.1	Réalisation de la Colature de ceinture/déblai	m3	2776,5	1000	2 776 500
II.5.3	Réalisation drains internes/déblai	m3	510,1875	750	382 641
Total réalisation de réseau de drainage et de protection du périmètre					3 159 141
II.6	Réalisation réseau de circulation				
II.6.1	Réalisation Piste Parcellaire	ens	1	700000	700 000
Total réseau de circulation					700 000
Sous total 2					59 269 975
Total HT					59 799 975
TVA					10 763 995
Total TTC					70 563 970
Cout à l'hectare					3 528 199

Du devis nous estimons la réalisation du projet à un cout de soixante-dix millions cinq cent soixante-trois mille neuf cent soixante-dix (**70 563 970**) francs CFA pour une superficie

aménagée de vingt hectare ce qui donne un cout à l'hectare de trois millions cinq cent vingt-huit mille cent quatre-vingt-dix-huit (**3 528 198**) francs CFA.

La répartition des couts pour les différentes composantes de l'aménagement est la suivante :



Graphique 4: Répartition des couts de l'aménagement

V.8.2 Etude de rentabilité

Du compte d'exploitation, les charges par campagne pour la production de la banane s'élevait à dix-neuf millions deux cent trente mille francs CFA **19 230 000**

L'estimation de la production par campagne permet d'évaluer le chiffre d'affaire par campagne à cinquante un millions de francs CFA **51 000 000** (rendement de 20t/ha, prix faible 100 FCFA, prix moyen 150 francs, prix élevé 200 francs)

Le bénéfice net par campagne est alors de : trente-un millions six cent soixante-dix mille francs CFA **31 770 000**

Au vue du cout de réalisation du projet nous estimons la durée de retour sur investissement à deux années (2 ans).

VI. DISCUSSION ET ANALYSE

LE SYSTEME D'IRRIGATION MIS EN PLACE

Le système d'irrigation mis en place dans le cadre de ce projet est le semi californien. En présentant les avantages de convenir à toute qualité d'eau, d'avoir une mise en œuvre facile de même qu'un faible besoin en entretien, le semi californien se présente comme une première mesure à prendre pour permettre aux exploitants de passer en douceur, facilement, sûrement et économiquement des pratiques d'irrigation traditionnelle à des techniques plus avancées. Toutefois, ce système présente aussi des faiblesses notamment son efficacité d'irrigation à la parcelle faible (de l'ordre de 50%), le risque de rupture des conduites et des différents ouvrages constitutifs du réseau pouvant ainsi entraîner des surcoûts d'exploitation et même le délaissement du périmètre, et pour finir sa durée de vie de l'ordre de 6 à 10 ans en Afrique de l'Ouest (WOCAT, 2016). Certes toutes ces faiblesses remettent en cause les motifs justificatifs du choix du mode d'irrigation mais dans le contexte de ce projet c'est-à-dire une ressource en eau suffisante et pérenne, un promoteur dont les moyens financiers sont limités nous avons privilégié le système d'irrigation présentant un coût d'investissement faible en l'occurrence le semi californien tout en recommandant des réhabilitations pour la pérennisation du périmètre.

LA DISPOSITION GENERALE DU PERIMETRE

La proposition du plan d'aménagement présente une configuration quelque peu différente des sites précédemment aménagés par le PAFASP. De fait, le PAFASP demande, afin de faciliter le mode d'irrigation, un plan d'aménagement offrant une égalité des prises parcellaires alimentées par le même bassin répartiteur. Cette configuration se justifie par la configuration même du site et notre volonté d'aménager la plus grande superficie possible. Bien que cela entraîne une certaine complexité dans le mode d'irrigation, nous proposons un calendrier d'irrigation simple et facilement praticable par les exploitants en vue d'atténuer cette difficulté.

LES BESOINS EN EAU

L'évaluation des besoins en eau d'irrigation a abouti à un débit maximal de pointe de 5,5l/s/ha. Ce débit élevé pourrait à première vue s'expliquer par le fort besoin en hygrométrie du bananier. Mais il faut noter aussi que la période de mise culture de la spéculature est tout aussi contraignante. De fait, la culture de la banane étant prévue en saison sèche où l'évapotranspiration est maximale et la pluviométrie très faible, le besoin en eau d'irrigation s'en voit nettement élevé. Pour finir, il y a aussi la faible efficacité d'application du système d'irrigation.

COUT DE REALISATION DU PROJET

Le cout de réalisation du projet est estimé à environ trois millions à l'hectare. Ce cout correspond au cout de réalisation moyen d'un système d'irrigation type semi californien c'est-à-dire entre deux à cinq millions l'hectare (GERTEC, 2016). Relativement aux autres systèmes d'irrigation, cet aménagement présente un cout de réalisation faible. De fait, le système goutte à goutte est estimé à environ douze millions l'hectare (PVEN, 2013), le gravitaire quant à lui est évalué à environ sept et huit millions l'hectare. Le choix du système semi californien a donc permis une économie financière comme souhaitée.

VII. CONCLUSION

La conception et l'étude de l'irrigation de ce projet concernait l'aménagement d'un site communautaire sous un système d'irrigation de type semi californien, à Boborla dans la commune de Karangasso Vigué (Houet). La ressource en eau à exploiter est le fleuve *Bougouriba* (affluent du Mouhoun). Le site a une superficie brute d'environ 30 ha dont 28,6 ha aménageable, et l'aménagement doit surtout permettre les cultures de contre saison. La réalisation de ce projet est entièrement financée par le Programme d'Appui aux Filières Agro-Sylvo Pastorales (PAFASP).

La conception de l'aménagement nous a donné une superficie aménagée de 20 ha, découpée en quatre blocs : le bloc 1 d'une superficie de 4ha comporte 16 parcelles, le bloc 2 a 22 parcelles et fait donc 5,5 ha, quant aux blocs 3 et 4 ils font respectivement une superficie de 6 ha et 4,5 ha et comptent respectivement 24 et 14 parcelles. On dénombre alors au total 80 parcelles d'une superficie de 0,25 ha chacune.

A l'issu de l'entretien avec les futurs exploitants (groupement paysan), il a été convenu que les spéculations envisagées sont pour la saison sèche la banane douce, et les cultures céréalières seront pratiquées en saison pluvieuse notamment le maïs. Les études pédologiques, hydrologiques et climatologiques nous ont confortés sur l'adéquation des sols, de la ressource en eau et de l'environnement vis-à-vis des cultures envisagées.

Le réseau d'irrigation mis en place est de type semi californien : l'eau est véhiculée sous pression de la station de pompage jusqu'au prises parcellaires où l'eau est apportée au pied de la plante par des raies. Le système est constitué tout en amont d'une prise d'eau reliée à un chenal d'amenée chargée de dériver l'eau du cours d'eau vers le périmètre ; le chenal d'amenée se termine à la station de pompage où des groupes motopompes sont chargés de refouler l'eau à des bassins répartiteurs ; des bassins partent alors les conduites de distribution. Les blocs fonctionnent de façon autonome de sorte que chaque bloc a un groupe motopompe, et un bassin répartiteur.

L'évaluation des besoins en eau d'irrigation de la banane douce donne un besoin en eau global de **611,6 mm/mois**. Les études pédologiques nous ont renseignés sur la nature du sol en place et nous avons ainsi pu déterminer les doses à véhiculer. En effet, le sol est limoneux argileux, la Réserve facilement utilisable est alors estimée à 120 mm (pour la profondeur d'enracinement). En fixant le tour d'eau à deux jours, la dose d'irrigation est de **40,77mm**.

Le dimensionnement des conduites a donné un diamètre de 160 mm pour les conduites de distribution. Les conduites de refoulement ont des diamètres de 180 mm en PVC PN6. Le réseau de distribution a une longueur totale de 1746 m et le refoulement fait de 2468 m de long. Le calage des bassins partiteur et des prises a permis de fixer les hauteurs d'élévation et les cotes pour le bon fonctionnement des prises.

Parallèlement au réseau d'irrigation nous avons mis en place un réseau de drainage visant à protéger le périmètre des eaux de ruissellement à l'amont et des eaux de pluies excédentaires sur le périmètre. Le réseau de drainage est donc constitué d'une colature de ceinture suivi d'une digue de protection et de drains internes.

Pour finir, le projet a un coût de réalisation de trois millions cinq cent vingt-huit mille cent quatre-vingt-dix-huit (**3 528 198**) francs CFA à l'hectare. La durée de retour sur investissement est de deux années.

VIII. RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Les recommandations formulées pour la pérennisation du périmètre concernent essentiellement le sol (sur le plan qualité), l'entretien des différents ouvrages constitutifs du réseau, et l'écoulement de la production. Le suivi de la qualité du sol est réservé principalement aux exploitants pour le volet amendement mais aussi au PAFASP pour la mise en place de mesures d'accompagnement. L'entretien des ouvrages lui est laissé aux exploitants du site qui doivent s'organiser pour les différentes tâches énumérées dans la suite. Pour finir l'écoulement de la production doit se faire avec l'appui du PAFASP.

Tableau 18: Récapitulatif Recommandations et Acteurs ciblés

Recommandations	Acteurs	Activités
Suivi de la qualité du sol	Exploitants	Amendement
	PAFASP	Mesures d'accompagnements
Entretien du réseau	Exploitants	Suivi du programme d'entretien
Commercialisation de la production	PAFASP	Mise en place de circuit de distribution

Suivi de la qualité du sol

Au regard des contraintes évoquées pour les sols, la durabilité de la production sur le site nécessite la mise en œuvre d'un certain nombre de pratiques agronomiques qui visent à la fois l'optimisation de la production des cultures, la préservation des ressources naturelles et de la biodiversité. Ainsi, il est suggéré de :

- Installer des haies vives antiérosives pour restaurer la couverture végétale du sol que l'aménagement viendrait à détruire pour contrôler l'érosion. Le choix des espèces doit se faire de concert avec les bénéficiaires ;
- Appuyer à la production de la fumure organique ;
- Apporter régulièrement la fumure organique bien décomposée ou des phosphocomposts (5t/ha) indispensables à l'amélioration de la structure, de la porosité et du statut phosphorique de ces sols ;
- Ou apporter *Burkina Phosphate* à la dose de 400 kg/ha à la première année en fumure de fond et 100 kg/ha chaque année à partir de la deuxième année ;

- Pratiquer la rotation des cultures pour la préservation des sols en limitant la dégradation de leurs propriétés physico-chimiques et leur exposition à l'érosion ;
- Renforcer les capacités techniques des producteurs bénéficiaires en matière de Gestion Intégrée de la fertilité des Sols et des Cultures (GIFSC)
- Suivre périodiquement l'évolution des paramètres physico-chimiques des sols des sites afin d'évaluer les activités de gestion intégrée de la fertilité des sols. Cela pourrait se faire tous les trois (03) ans à travers des prélèvements d'échantillons de sols pour les analyses au laboratoire et l'interprétation des résultats.

Mise en place d'un circuit de distribution

Au vu du problème d'accessibilité de la zone, il est nécessaire d'appuyer les exploitants pour l'écoulement de leur marchandise. A cet effet, nous recommandons la mise en place d'un circuit de distribution via les sociétés locales telles UCOBAM. De fait, l'écoulement des produits est aussi un axe stratégique du PAFASP pour l'atteinte de ses objectifs.

Entretien du périmètre

Pour la bonne marche de l'irrigation sur le site et la pérennisation de l'aménagement, il est nécessaire de réaliser périodiquement des tâches d'entretien sur les ouvrages suivants :

Colatures : Les colatures de ceintures piègent une partie des transports solides et à cet effet, ils sont sujets à l'envasement. Il y a aussi l'envahissement par une végétation de toute sorte et parfois leur mise en culture par certains exploitants. Les activités d'entretien seront donc orientées sur le curage et le nettoyage périodiques et l'interdiction formelle aux exploitants de les utiliser à des fins agricoles.

Motopompe : L'entretien de la motopompe nécessite un suivi rigoureux pour son maintien en bon état de fonctionnement notamment l'entretien courant portant sur le changement des filtres et les vidanges régulières. Il faut aussi contrôler les temps de marche /arrêt et éviter les phénomènes pouvant entraîner des coups de bélier.

Bassin partiteur : il faut veiller au curage et au nettoyage des bacs avant chaque reprise de l'irrigation. Les exploitants devront surveiller l'état des ouvrages afin de repérer d'éventuelles fissures et les réparer immédiatement avant qu'elles ne s'amplifient et ne développent des fuites d'eau qui, à leur tour, entraîneront la rupture de l'ouvrage.

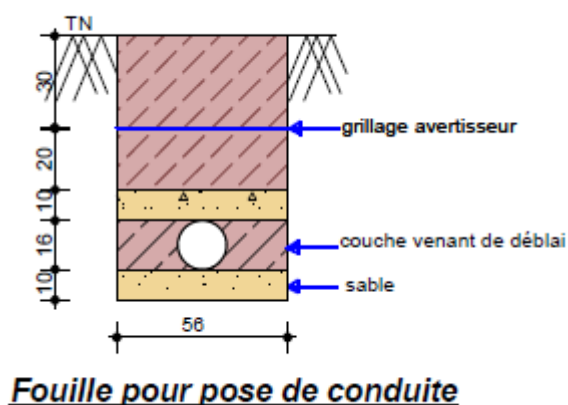
Conduites : Des opérations de vidange et de lavage des conduites de distribution doivent avoir lieu périodiquement.

Ouvrages de vidanges : veiller à un nettoyage périodique afin d'éviter l'envahissement par des plantes et des objets solides.

Pose des conduites

Les conduites de refoulement et de distribution doivent être enterrées. A cet effet, on réalisera des fouilles en tranchées. Par ailleurs, la conduite doit être posée sur un lit de sable d'épaisseur minimum 10 cm et bloqué aux changements de directions par des butées en béton. Une grille avertisseuse de couleur bleue doit être posée à 10 cm au-dessus de la conduite.

Les dimensions des fouilles : Largeur = 30 cm + diamètre conduite + lit de sable et
Profondeur = 70 cm + diamètre + lit de sable



IX. BIBLIOGRAPHIE

- ADOUM A., (2009), *option de rationalisation du pompage sur rivière et de la distribution d'eau sur le périmètre irrigué de bananiers de FARA au BURKINA FASO*, mémoire de fin d'études de master, 2iE.
- AZOUGGAGH M., (2001), *matériel d'irrigation, choix utilisation et entretien*, **In** : Bulletin mensuel d'information et de liaison PNTTA N°81, Transfert de technologie en agriculture, Institut agronomique et Vétérinaire Hassan II
- BNDA mali, *fiche technique banane*, 3p
- CHAMPION J., (1967), *Notes et documents sur les bananiers et leur culture Tome 1 : Botanique et génétique des bananiers/ Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer (IF.A.C).* 214 p.
- COMPAORE M L., 1998, *Cours de drainage et d'assainissement agricole*, polycopié EIER, 240p
- COULIBALY S., (1999), *Etude de la filière banane au Burkina Faso/ Projet D'appui aux filières bio-alimentaires (P.A.F).* 83 p.
- FESTAS L., (1996), *Emergence et limites de la culture bananière au Burkina Faso*, Mémoire de Maîtrise en géographie sous la direction de monsieur Roland POURTIERI Université de Paris I-Sorbonne, Année universitaire 1995-1996. 108 p.
- GIRE (2001), *Etats des lieux des ressources en eau du Burkina Faso et de leur cadre de gestion*, 252p
- GRUNDFOS, 2016, *tarif professionnel V.10.16*, France, 728p
- IDANI O. et ARISTE c., (1994), *Etude sur la production et la commercialisation de la banane des rives du Mouhoun à la traversée des départements de Dédougou, Nouna, Ouarkoye, Sanaba, Solenzo, Kouka*, Programme de Micro-Réalisations (P.M.R.) 52 p.
- INSD (2007), *fichier des localités des hauts-bassins, principaux résultats par provinces et communes*.
- INTERPLAST, 2012, *Travaux publiques*, 41p
- KAGONE, H. (2001), *Profil fourrager*, Ministère des Ressources Animales/FAO
- KAMBOU D., XANTHOULIS D., OUATTARA K. & DEGRE A., «Concepts d'efficience et de productivité de l'eau (synthèse bibliographique)», *Base* [En ligne], Volume 18 (2014), Numéro 1, 108-120 URL : <http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=10862>.

- KEITA A, 2012, *Cours d'irrigation par aspersion*, polycopié 2iE,
- KEITA A, 2014, *localized irrigation*, polycopié 2iE
- KISSOU, R. et al., (2002), *La Base mondiale de donnees sur les sols: avantages et faiblesses pour la connaissance et l'utilisation des milieux edaphiques au Burkina Faso*, **In**: Sous-Comite ouest et centre africain de correlation des sols pour la mise en valeur des terres ; Rapport sur les Ressources en Sols du Monde (FAO) , no. 98; *Sous-Comite Ouest et Centre Africain de Correlation des Sols pour la Mise en Valeur des Terres*, Reunion. 14, Abomey (Benin), 9-13 Oct 2000 / FAO, Rome (Italy). Div. de la Mise en Valeur des Terres et des Eaux , p. 121-149
- LAWANI M., (2014), *Essentiel des écoulements non permanents en charge et à surface libre*, polycopié cours 2iE
- LEMPERIERE P., 1994, *Irrigation gravitaire*, polycopié EIER, 119p
- MAFAP (2013). *Revue des politiques agricoles et alimentaires au Burkina Faso. Série rapport pays SPAAA*, FAO, Rome, Italie.
- MAHRH (2004), *Politique nationale de développement durable de l'agriculture irriguée – Stratégie, plan d'action et plan d'investissement Horizon 2015*.
- MAHRH (2004), *Synthèse du suivi des ressources en eau au Burkina Faso*,
- MAR L, 2003, cours d'hydraulique en charge, polycopié EIER-ETSHER
- MASA (2013), *TDR pour l'atelier sectoriel Thème « quelles stratégies de renforcement de la résilience des populations faces aux changements climatiques pour une sécurité alimentaire durable »*
- MCA-BF (2012), *Rapport d'Etat des lieux de l'espace de compétence de l'Agence de l'eau du Mouhoun*
- Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, (2007), *Analyse de la filière Maraichage au BURKINA FASO*,
- Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, (2004), *Etude pour l'élaboration du plan de développement de la filière fruits et légumes*
- NANEMA K., (2004), *la culture de la banane douce (musa a cumina ta ss-esp malaccensis (n.w.)-simmonds) au Burkina Faso: les cultivars et leur système de culture dans les zones de BAMA, BAZEGA, DEDOUGOU, TENASSO et FARA*, mémoire de fin d'études pour

l'obtention du diplôme d'ingénieur en développement rural, option agronomie, Institut de développement Rural IDR, 82p

NIANG D, 2012, *cours d'hydrologie*, polycopié 2iE

OLIER, CH. et POIREE M. (1983), *Les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages*.

OUEDRAOGO B. U., 2010, *Pompe et station de pompage*, polycopié 2iE, 55p

RAEMAEKERS H. R., (2001), *Agriculture en Afrique Tropicale*, Direction Générale de la Coopération Internationale, rue des petits carmes, **B-1** 000 Bruxelles Belgique. p: 611-6

RIEUL L., 1997. Techniques d'irrigation de l'avenir et leur coût. In : Dupuy B., ed. Aspects économiques de la gestion de l'eau dans le bassin méditerranéen. Bari, Italie : CIHEAM, 233-251

ANNEXE

ANNEXE 1 : RESULTATS DE L'ETUDE PEDOLOGIQUE

Tableau 19: Caractéristiques analytiques du profil n°POA3

N° de Laboratoire	3470	3471
N° D'origine	POA3	POA3
	0-20cm	20-40cm
CARBONE ET MATIERE ORGANIQUE		
Matière Organique totale %	0.584	0.340
Carbone total %	0.339	0.197
Azote total %	0.031	0.022
C/N	11	9
PHOSPHORE		
Phosphore assimilable en ppm	2.11	1.09
POTASSIUM		
Potassium disponible en ppm	31	30
BASES ECHANGEABLES méq/100g		
Calcium	2.31	2.77
Magnésium	0.64	0.34
Potassium	0.21	0.28
Sodium	0.02	0.02
Somme des bases (S)	3.18	3.41
Capacité d'échange (T)méq/100g	4.02	4.43
Taux de saturation (S/T) %	79	77
REACTION DU SOL		
pH eau (P/V : 1/2,5)	5.17	5.57

Tableau 20: Qualités et facteurs diagnostics par type de sol

Qualités/Facteurs diagnostique Types de sols (Unités)	Disponibilité en O ₂ (w)	Disponibilité en éléments nutritifs (n)	Conditions d'enracinement (r)				Risques d'inondation (i)
	Drainage (FAO)	Classes de fertilité	Profondeur utile (cm)	Charge Graveleuse (%)	Texture (FAO)	Consistance (Classe FAO)	Fréquence et longueur
Sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions	Modéré 3	Basse	100	1 - 15	G	Très dure à peu dure à	Régulière et longue
Sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés profonds	Normal 4	Basse	70	1 - 10	G	Peu dure à très dure	Nulle

Tableau 21: Aptitudes des types de sols à la culture de la banane

Cultures Sols	Banane				
	w	n	r	i	AF
Sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions	S ₃	S ₂	S ₃	S ₁	S _{3wi}
Sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés profonds	S ₁	S ₂	S ₁	S ₁	S _{2n}

s1 : aptitude partielle élevée s3 : marginalement apte

s2 : moyennement apte

S3wi : marginalement apte, les contraintes étant liées à la disponibilité en oxygène et aux risques d'inondation élevées

S2n : moyennement apte, la contrainte étant liée à la disponibilité en éléments nutritifs

ANNEXE 2 : PARAMETRES D'IRRIGATION

Tableau 22: La Réserve utile

Type de sol	RU (mm/m)
Sableux	70-100
Sablo-limoneux	90-150
Limoneux	140-190
Argilo-limoneux	170-220
Limono-argileux	180-230
Argileux	200-250

Calcul des besoins en eau								
Banane	Nov.	Dec.	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin
cycle (jours)								
Kc	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1
ETP (mm)	170,7	197,2	225,1	226,5	251,0	218,0	200,0	158,0
ETM (mm)	170,7	197,2	270,1	271,8	301,2	261,6	230,0	173,8
P (mm)	8,3	1,7	1,1	3,8	17,8	44,3	94,4	126,5
Pe (mm)	5,0	1,0	0,7	2,3	10,7	26,6	75,5	101,2
Bn (mm)	165,7	196,1	269,4	269,5	290,5	235,0	154,5	72,6
Eg	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Bb (mm)	348,9	412,9	567,2	567,4	611,6	494,8	325,2	152,8
DFC (l/s/ha)	1,3	1,6	2,2	2,2	2,4	1,9	1,3	0,6
Nj (j)	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7
Nh (h)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
DMP (l/s/ha)	3,1	3,7	5,1	5,1	5,5	4,5	2,9	1,4
Besoin global pour une saison	3480,84							

Paramètre d'irrigation	
RU	180
Zr	1
RFU	120
BMP	611,621053
BMP journalier	20,3873684
F	5,88599752
T	2
Dr	40,7747368
m	10
t	40774,7368
t(h)	11,3263158
Temps d'irrigation par prise	5,66315789

ANNEXE 3 : CALAGE DES BASSINS REPARTITEURS

BLOC 1

Identification réseau		Données réseau						Résultats des calculs hydrauliques					
Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN(m)	Longueur partielle(m)	Longueur totale(m)	Débit(l/s)	Diamètre Théorique (mm)	Diamètre standard(mm)	Pdc linéaire(m)	Pdc totale (m)	Pmine en x	Zmine impose en x	Penx prZmax min	Vitesse
Principal	BP	289,125											
Arroseur N°1	1,00	289,02	53,50	53,50	10,00	111,83	152,00	0,11	0,12	0,40	289,54	1,17	0,55
	2,00	289,57	50,00	103,50	10,00	111,83	152,00	0,20	0,34	0,40	290,31	0,40	0,55
	3,00	288,04	50,00	153,50	10,00	111,83	152,00	0,30	0,67	0,40	289,11	1,60	0,55
	4,00	287,88	50,00	203,50	10,00	111,83	152,00	0,40	1,11	0,40	289,39	1,32	0,55
Arroseur N°2	1,00	289,08	53,50	53,50	10,00	111,83	152,00	0,11	0,12	0,40	289,60	1,11	0,55
	2,00	288,70	50,00	103,50	10,00	111,83	152,00	0,20	0,34	0,40	289,44	1,27	0,55
	3,00	288,19	50,00	153,50	10,00	111,83	152,00	0,30	0,67	0,40	289,26	1,45	0,55
	4,00	287,72	50,00	203,50	10,00	111,83	152,00	0,40	1,11	0,40	289,23	1,48	0,55
								Cote radier BP =		290,31			
								Hauteur Réservoir =		1,18			

BLOC 2

Identification réseau		Données réseau						Résultats des calculs hydrauliques					
Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN(m)	Longueur partielle(m)	Longueur totale(m)	Débit(l/s)	Diamètre Théorique (mm)	Diamètre standard(mm)	Pdc linéaire(m)	Pdc totale (m)	Pmine en x	Zmine impose en x	Penx prZmax min	Vitesse
Principal	BP	289,8											
Arroseur N°1	1	289,31	55,00	55,00	10,00	111,83	152,00	0,11	0,12	0,40	289,83	1,90	0,55
	2	288,90	50,00	105,00	10,00	111,83	152,00	0,21	0,35	0,40	289,65	2,09	0,55
	3	288,47	50,00	155,00	10,00	111,83	152,00	0,30	0,68	0,40	289,55	2,18	0,55
	4	288,00	50,00	205,00	10,00	111,83	152,00	0,40	1,12	0,40	289,52	2,21	0,55
Arroseur N°2	1	289,75	50,00	50,00	20,00	151,01	171,20	0,21	0,23	0,00	289,98	1,35	0,87
	2	289,65	5,00	55,00	10,00	111,83	152,00	0,11	0,35	0,40	290,40	1,33	0,55
	3	289,51	50,00	105,00	10,00	111,83	152,00	0,21	0,57	0,40	290,48	1,25	0,55
	4	288,86	50,00	155,00	10,00	111,83	152,00	0,30	0,91	0,40	290,17	1,56	0,55
	5	288,36	50,00	205,00	10,00	111,83	152,00	0,40	1,35	0,40	290,11	1,62	0,55
Arroseur N°3	1	289,75	50,00	50,00	20,00	151,01	171,20	0,21	0,23	0,00	289,98	1,35	0,87
	2	289,85	155,00	205,00	10,00	111,83	152,00	0,40	0,44	0,40	290,69	1,04	0,55
	3	289,59	50,00	255,00	10,00	111,83	152,00	0,50	0,99	0,40	290,98	0,75	0,55
	4	289,28	50,00	305,00	10,00	111,83	152,00	0,60	1,65	0,40	291,33	0,40	0,55
								Cote radier BP =		291,33			
								Hauteur Réservoir =		1,53			

BLOC 3

Identification réseau		Données réseau						Résultats des calculs hydrauliques					
Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN(m)	Longueur partielle(m)	Longueur totale(m)	Débit(l/s)	Diamètre Théorique (mm)	Diamètre standard(mm)	Pdc linéaire(m)	Pdc totale (m)	Pmine en x	Zmine impose en x	Penx prZmax min	Vitesse
Principal	BP	287,33											
Arroseur N°1	1	287,32	50,00	50,00	20,00	151,01	171,20	0,21	0,23	0,00	287,55	0,83	0,87
	2	287,25	55,00	105,00	10,00	111,83	152,00	0,21	0,46	0,40	288,11	0,68	0,55
	3	286,70	50,00	155,00	10,00	111,83	152,00	0,30	0,79	0,40	287,89	0,89	0,55
	4	286,21	50,00	205,00	10,00	111,83	152,00	0,40	1,23	0,40	287,84	0,94	0,55
	5	285,76	50,00	255,00	10,00	111,83	152,00	0,50	1,78	0,40	287,94	0,84	0,55
	6	285,54	50,00	305,00	10,00	111,83	152,00	0,60	2,44	0,40	288,38	0,40	0,55
Arroseur N°2	1	287,32	50,00	50,00	20,00	151,01	171,20	0,21	0,23	0,00	287,55	0,83	0,87
	2	287,25	5,00	55,00	10,00	111,83	152,00	0,11	0,35	0,40	288,00	0,79	0,55
	3	286,71	50,00	105,00	10,00	111,83	152,00	0,21	0,57	0,40	287,68	1,10	0,55
	4	286,27	50,00	155,00	10,00	111,83	152,00	0,30	0,91	0,40	287,58	1,20	0,55
	5	285,82	50,00	205,00	10,00	111,83	152,00	0,40	1,35	0,40	287,57	1,21	0,55
	6	285,68	50,00	255,00	10,00	111,83	152,00	0,50	1,90	0,40	287,98	0,80	0,55
Arroseur N°3	1	287,33	55,00	55,00	10,00	111,83	152,00	0,11	0,12	0,40	287,85	0,93	0,55
	2	286,96	50,00	105,00	10,00	111,83	152,00	0,21	0,35	0,40	287,71	1,08	0,55
	3	286,42	50,00	155,00	10,00	111,83	152,00	0,30	0,68	0,40	287,50	1,28	0,55
	4	285,83	50,00	205,00	10,00	111,83	152,00	0,40	1,12	0,40	287,35	1,43	0,55
	5	285,40	50,00	255,00	10,00	111,83	152,00	0,50	1,67	0,40	287,47	1,31	0,55
								Cote radier BP =		288,38			
								Hauteur Réservoir =		1,05			

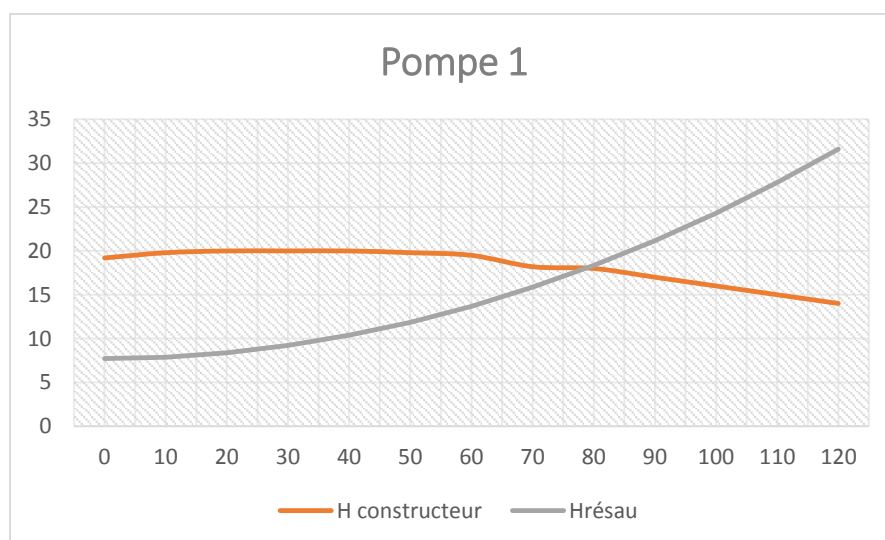
BLOC 4

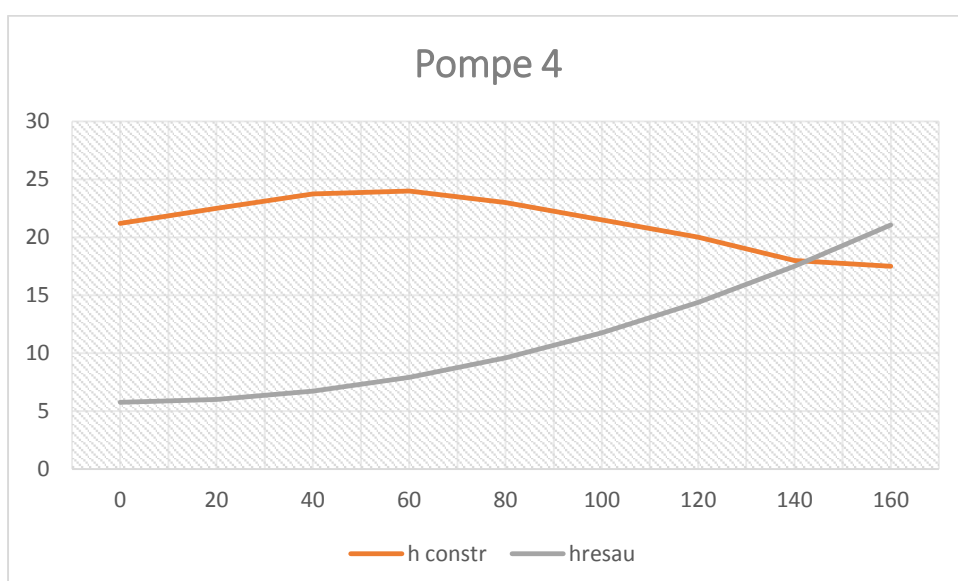
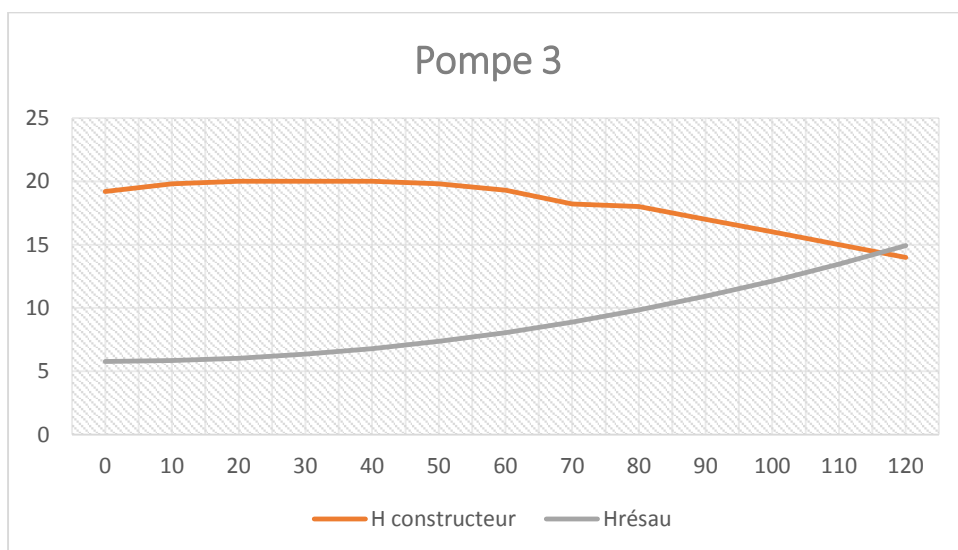
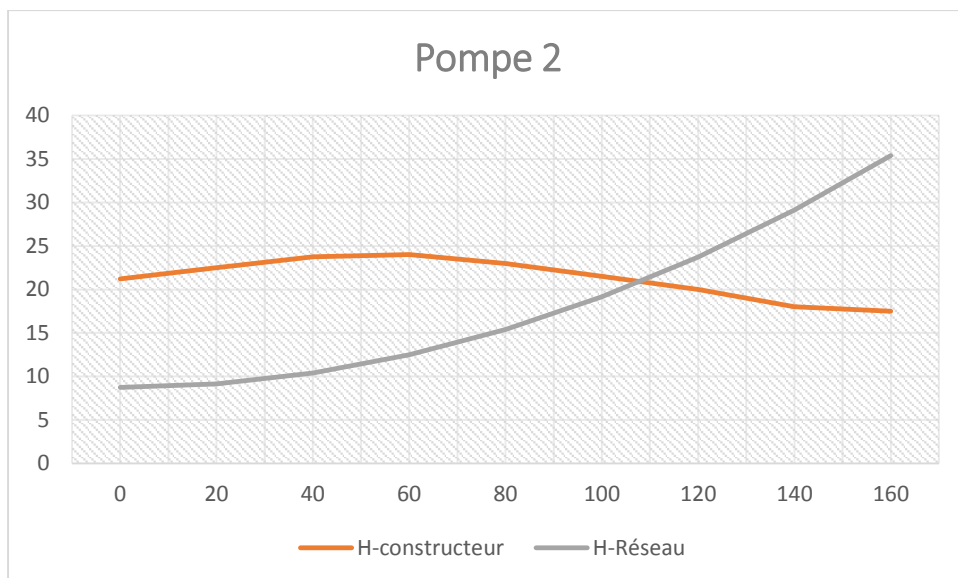
Identification réseau		Données réseau						Résultats des calculs hydrauliques					
Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN(m)	Longueur partielle(m)	Longueur totale(m)	Débit(l/s)	Diamètre Théorique (mm)	Diamètre standard(mm)	Pdc linéaire(m)	Pdc totale (m)	Pmine en x	Zmine impose en x	Penx prZmax min	Vitesse
Principal	BP	287											
Arroseur N°1	1	287,13	50,00	50,00	20,00	151,01	171,20	0,21	0,23	0,00	287,35	1,01	0,87
	2	286,72	105,00	155,00	10,00	111,83	152,00	0,30	0,56	0,40	287,68	1,08	0,55
	3	286,23	50,00	205,00	10,00	111,83	152,00	0,40	1,01	0,40	287,64	1,13	0,55
	4	285,74	50,00	255,00	10,00	111,83	152,00	0,50	1,56	0,40	287,70	1,07	0,55
Arroseur N°2	1	287,13	50,00	50,00	20,00	151,01	171,20	0,21	0,23	0,00	287,35	1,01	0,87
	2	287,04	5,00	55,00	10,00	111,83	152,00	0,11	0,35	0,40	287,79	0,98	0,55
	3	286,60	50,00	105,00	10,00	111,83	152,00	0,21	0,57	0,40	287,57	1,19	0,55
Arroseur N°3	1	287,00	50,00	50,00	20,00	151,01	171,20	0,21	0,23	0,00	287,23	1,13	0,87
	2	286,95	5,00	55,00	10,00	111,83	152,00	0,11	0,35	0,40	287,70	1,07	0,55
	3	286,52	50,00	105,00	10,00	111,83	152,00	0,21	0,57	0,40	287,49	1,27	0,55
Arroseur N°4	1	287,00	50,00	50,00	20,00	151,01	171,20	0,21	0,23	0,00	287,23	1,13	0,87
	2	287,40	105,00	155,00	10,00	111,83	152,00	0,30	0,56	0,40	288,36	0,40	0,55
	3	286,95	50,00	205,00	10,00	111,83	152,00	0,40	1,01	0,40	288,36	0,41	0,55
								Cote radier BP =		288,36			
								Hauteur Réservoir =		1,36			

ANNEXE 4 : DIMENSIONNEMENT DES POMPES

Caractéristiques	Pompe 1	Pompe 2	Pompe 3	Pompe 4
Débit (l/s)	20	30	30	40
Débit (m ³ /h)	72	108	108	144
Calcul du diamètre				
Bresse	212,13203	259,80762	259,80762	300
Bresse modifié	217,15341	248,5786	248,5786	273,59615
Munier	164,04877	200,91789	200,91789	232
Diamètre choisi (mm)	152	171,2	171,2	171,2
Vitesse (m/s)	1,102181	1,3032384	1,3032384	1,7376511
Calcul de la HMT				
Hauteur d'aspiration (m)	2	2	2	2
Cote pompe	285,3	285,3	285,3	285,3
Cote min Bassin	290,31	291,33	288,38	288,37
Niveau d'eau dans le bassin	0,7	0,7	0,7	0,7
Hauteur géométrique (m)	7,71	8,73	5,78	5,77
Calcul des pertes de charges				
Diamètre aspiration	171,2	171,2	171,2	171,2
Longueur aspiration	3	3	3	3
Pertes de charges aspiration (m)	0,0143711	0,0323349	0,0323349	0,0574843
Longueur refoulement (m)	995,74	1177,89	600	647
perdes de charge refoulement (m)	8,6045765	12,143668	6,1858074	11,858422
HMT (m)	16,328948	20,906003	11,998142	17,685906
Vérification NPSH (m)	7,9856289	7,9676651	7,9676651	7,9425157
Calcul de puissance (kW)	4,5764275	8,7888217	5,0439835	9,9134702

Point de fonctionnement des différentes pompes





ANNEXE 5 : OUVRAGES ANNEXES

Chenal d'amené-Colature-Drains

	chenal d'amené	Colature de ceinture	Drain1	Drain2	Drain3	Drain4
débit Q (m3/s)	0,14	0,11	0,11	0,16	0,16	0,12
Fruit de berge m	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
λ	1,83	1,83	2,00	2,00	2,00	2,00
Coefficient de rugosité Ks	70,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00
Tirant d'eau y	0,25	0,50	0,29	0,34	0,34	0,30
Largeur au plafond b	0,21	0,30	0,58	0,67	0,67	0,60
Section mouillée S	0,11	0,50	0,17	0,23	0,23	0,18
périmètre mouillé	0,91	1,83	1,15	1,34	1,34	1,20
Pente du canal	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
rayon hydraulique	0,12	0,25	0,14	0,17	0,17	0,15
vitesse d'écoulement	1,23	0,93	0,64	0,71	0,71	0,66
revanche	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Dimension retenue						
Largeur au plafond b (m)	0,30	0,30	0,70	0,70	0,70	0,70
Fruit de berge m	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tirant d'eau y(m)	0,50	0,50	0,30	0,30	0,30	0,30
Largeur en miroir B(m)	1,30	1,30	0,70	0,70	0,70	0,70
Profondeur du canal(m)	0,70	0,70	0,50	0,50	0,50	0,50
largeur en gueule(m)	1,70	1,30	0,70	0,70	0,70	0,70
Vitesse d'écoulement (m/s)	1,96	0,98	0,64	0,71	0,71	0,66

ANNEXE 6 : ETUDE DE RENTABILITE ECONOMIQUE

Compte d'exploitation pour la production de la banane pour une superficie emblavée de 20 ha				
Charges	Unité	Quantité	Prix unitaire	Valeur FCFA/ha
Préparation du sol				
Offsetage	ens	1	20 000	20 000
Billonnage	ha	20	25 000	500 000
Sous total préparation du sol				520 000
Intrants				
Semences	Pieds	0	0	0
Engrais :				
NPK	Kg	8000	270	2 160 000
Urée	Kg	6000	250	1 500 000
fumure organique	charretée	300	1500	450 000
Sous total intrants				4 110 000
Produits de traitement				
Produits phytosanitaires	litres	80	80 000	6 400 000
Sous total produit de traitement				6 400 000
Entretien				
Redevance entretien infrastructures	FF	80	15 000	1 200 000
Sous total irrigation				1 200 000
Main d'œuvre	u	20	250000	5000000
Sous total main d'œuvre				5 000 000
Autres charges				
Sacherie*	Unité	20000	100	2 000 000
Sous total autres charges				2 000 000
TOTAL CHARGES				19 230 000
Produits				
Produits récoltés	Kg	400 000		
Pertes et auto-consommation (15%)	kg	60 000		
Produits commercialisés***	Kg	340 000		
Prix faible	Kg	68 000	100	6 800 000
Prix moyen	Kg	204 000	150	30 600 000
Prix élevé	Kg	68 000	200	13 600 000
Total Produits				51 000 000
Bénéfice net				
Produit brut				51 000 000
Charges totales				19 230 000
Bénéfice net				31 770 000
Durée de retour sur investissement (année)				1,994846442

ANNEXE 7 : PLAN DE MASSE DE L'AMENAGEMENT

ANNEXE 8 : PLAN DE RESEAU DE L'AMENAGEMENT

ANNEXE 9 : PLANS DES BASSINS REPARTITEURS

ANNEXE 10 : STATION DE POMPAGE

ANNEXE 11 : PLANS DES OUVRAGES ANNEXES