



Thème :

ETUDE TECHNIQUE D'AMENAGEMENT D'UN PERIMETRE HYDRO AGRICOLE DE
50 HA PAR LE SYSTEME GOUTTE A GOUTTE EN PHASE D'AVANT-PROJET
DETAILLE. CAS DE PENSA/ BURKINA

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

OPTION : .Infrastructure et Réseaux Hydrauliques

Présenté et soutenu publiquement le 15 Juillet 2015 par

MISSI KYA Tohou

Travaux dirigés par :

M. TAPSOBA Georges, consultant à CETRI

Dr **Amadou KEITA**, Enseignant chercheur à 2iE
Département Hydraulique

Jury d'évaluation du stage :

Président : DA Silviéra

Membres et correcteurs : YONABA Roland
BOUBE Bassirou
Dr Amadou KEITA

Promotion [2014/2015]

CITATIONS

“Ce n’est pas parce que les choses sont difficiles que nous n’osons pas, mais c’est parce que nous n’osons pas qu’elles sont difficiles” **Lucius Annaus Sénèque**

REMERCIEMENTS

Cette étude qui s'inscrit dans le cadre de mémoire de fin d'étude a été rendue possible grâce au concours de plusieurs personnes, tant ici au 2iE qu'au Projet PVEN.

C'est encore une fois de plus une grande occasion pour moi de rendre grâce à Dieu pour tout ce qu'il fait pour moi et aussi de témoigner ma reconnaissance à toutes ces personnes qui n'ont ménagé aucun effort pour la réussite de ce travail.

Nos remerciements vont particulièrement à l'endroit de :

- **M. ZEMBENDE WERMI** coordonnateur du projet de valorisation de l'eau dans le nord (PVEN), pour m'avoir permis de passer mon stage au sein de votre illustre structure ;
- **M. KAFANDO Grégoire et M. SORGHO U. Grégoire** pour leurs conseils et orientations ;
- **M.TAPSOBA Georges** qui a été le chef d'orchestre pour l'aboutissement de ce travail et, malgré ses multiples occupations était toujours disposé à nous écouter et orienter ;
- **M. NGUEKORNDJATA Emmanuel et M. DEOUDOM Destin** pour leur assistance.

Il a d'abord fallu la confiance du personnel de PVEN et de CETRI. Qu'ils trouvent ici l'expression de mes remerciements.

Je tiens à remercier du fond du cœur **M. KEITA Amadou**, enseignant- chercheur au 2iE, pour son entière disponibilité à nous guider et orienter notre travail dans le souci d'aboutir à des résultats fiables ;

Nos remerciements vont aussi à l'endroit de tout le corps professionnel de 2iE. Je profite aussi de cette occasion pour remercier aussi tous mes amis de la promotion pour leur solidarité et leur engagement à m'aider dans la réussite de ce travail.

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

Mon papa TOHOU HAOU Missi qui a toujours cru en moi et qui a inculqué en moi la notion du travail ;

A ma maman TOMEMTI Djana, l'amour et la confiance que tu as envers moi me fortifient et me donnent toujours l'envi de faire plus.

Ce travail n'est rien d'autre que le fruit de ton combat quotidien ;

A mes deux petits frères Alpha GANDA TOHOU et Manuel ADOUMTOG TOHOU qui sont mes compagnons de tous les jours ;

A ma chérie OUEDRAOGO Fatimata pour son soutien inconditionnel et la confiance qu'elle porte en moi;

A mon grand frère KOSSI Ernest et à ma petite sœur SOLKEM Patricia ;

A ma défunte grand-mère MOBETI Martine, kaka sans toi, je ne serais ce que je suis ;

A ma grand-mère KADJA KIGNAKOU et à toute la famille NGAGOU.

RESUME

Le gouvernement Burkinabé et la Banque Ouest Africaine de Développement (BOAD) dans leur politique de développement ont fait du secteur agricole l'une des priorités au Faso. C'est ainsi que le Projet de Valorisation de l'Eau dans le Nord (PVEN) dont le ministère de tutelle est le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire (MARHSA) ont fait la proposition qui primo, vise à la construction du barrage de PENSA et secondo, prévoit l'aménagement des périmètres hydro agricoles par le système goutte à goutte autour de ces barrages.

Le présent rapport est le résultat d'une étude technique d'aménagement de 50 ha pour la pratique du maraichage dans la commune de Pensa. La superficie totale exploitable du périmètre est répartie en cinq (05) secteurs de 10ha. Un hectare comprend quatre (04) parcelles de 0,25 ha comportant chacune 16 planches de longueur 50 m et de largeur 3,1 m.

Le réseau d'irrigation quant à lui est composé de cinq (05) conduites principales et chaque conduite alimente deux (02) secondaires. Les secondaires alimentent les prises parcellaires qui à leur tour desservent les portes rampes. 16 planches sont alimentées par un porte rampe. Sur chaque planche sont disposées quatre rampes espacées entre elles de 0,7m. Ces rampes à leur tour sont équipées des goutteurs auto régulant espacés de 0,3m. Le débit des goutteurs est de 0,6 l/h avec une pression de 1 bar pour un débit d'équipement de 1,9 l/s/ha. Deux conduites d'amenée de diamètre 315mm alimentent un bassin de pompage. Une station de pompage équipée de cinq (05) pompes immergées refoulent l'eau aspirée du bassin dans les conduites principales. Un réseau de drainage extérieur et intérieur permettent d'évacuer l'excédent des eaux pluviales internes et d'empêcher les eaux sauvages d'inonder le périmètre.

Le présent aménagement a mobilisé un coût d'investissement général de **499 876 375 F CFA** hors taxe et de **589 854 123 TTC**.

Mots Clés :

- **Irrigation**
- **goutte à goutte**
- **Pensa**
- **Aménagement hydro agricole**
- **Efficienc e d'eau.**

ABSTRACT

The Burkinabé government and the African Western Bank of Development (BOAD) in their policy development made agricultural sector one of the priorities in Faso. Thus the Projet de Valorisation de l'Eau dans le Nord (PVEN) whose supervision ministry is the Ministry of Agriculture, Hydraulics Resources, sanitation and safety food (MARHSA) made the proposal which firstly aims to the construction of dams in Pensa and plans in its second phase the development of the hydro agricultural perimeters by the drop irrigation system around these dams.

This report is the result of a technical study of adjustment of 50 ha for the practice of the truck farming in the commune of PENSA. The useful total surface of the perimeter set out again in five (05) sectors of 10ha. One hectare includes four (04) parcels of 0,25ha made each of 16 boards with 50 m of length and 3,1 m of width.

The irrigation network is composed of five (05) main pipelines and each serves two (02) submain pipelines. The submain pipelines serve the compartmental pipelines which in their turn serve the manifolds. 16 boards are served by one manifold. On one board four (04) laterals are arranged and the laterals are separated of 0,7m. On these laterals in their turn are disposed drippers spaced of 0,3m. The flow of the dripper is 0,6 l/h with a pressure of 1 bar for a flow of equipment of 1,9 l/s/ha. Two drain pipes of 315mm diameter supply a basin of pumping. A pumping station equipped with five (05) submerged pumps drive back the aspired water of the basin in the main pipelines. An external and interior drainage network allow to evacuate the rain water surplus in the field and to prevent wild water from flooding the perimeter.

This installation has to mobilize a general cost of **499 876 375 F CFA** net of tax and of **589 854 123 including all taxes**.

Key words:

-
- 1 - Irrigation**
 - 2 – localized irrigation**
 - 3 - Pensa**
 - 4 – hydro agricultural arrangement**
 - 5 – Water efficiency**

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

PVEN	: Projet de Valorisation de l'Eau dans le Nord
MARHASHA	: Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire ;
PSI	: Pourcentage de la Superficie sous Irriguée
EAE	: Etude Agroéconomie
PVC	: Chlorure de Polyvinyle
HMT	: Hauteur Manométrique Totale
ETM	: Evapotranspiration Maximale
RFU	: Reserve Facilement Utilisable
RU	: Reserve Utile
2iE	: Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de L'Environnement
LR	: Leaching requirements
Dth	: Diamètre théorique
IRg	: Gross irrigation requirement
IRn	: Net irrigation requirement
FAO	: Food and Agriculture Organisation
F CFA	: Francs Colonies Françaises d'Afrique

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

Da	: Densité apparente
Hcc	: Humidité à la capacité au champ
Pe	: Pluie efficace
ΔP	: Variation de pression
ΔP	: Pertes de charge
Hcr	: Humidité à la capacité de rétention
He	: Humidité équivalente
TVA	: Taxe Valeur Ajoutée
Zmax	: Altitude maximale

Sommaire

<i>I. INTRODUCTION</i>	4
<i>II. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU TRAVAIL</i>	5
II-1. CONTEXTE DE L'ETUDE	5
II-2. PROBLEMATIQUE.....	5
II-3. OBJECTIF GENERAL.....	6
II-4. OBJECTIF SPECIFIQUE.....	6
<i>III. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE</i>	7
III-1. CADRE PHYSIQUE	8
III-1.1. Le climat.....	8
III-1.2. La pluviométrie	8
III-1.3. La pédologie	9
III-1.4. Relief	10
III-1.5. Hydrographie.....	10
III-2. MILIEU HUMAIN	10
III-2.1 Données socio démographiques	10
III-2.2 Activités socio-économiques.....	11
<i>IV. MATERIELS ET METHODES</i>	12
IV-1 MATERIELS	12
IV-2 METHODOLOGIE DE LA REDACTION	12
IV-2.1 Une phase de recherche bibliographique	12
IV-2.2 Phase de Visite de terrain	12
IV-2.3 Phase d'étude.....	12
IV-2.4 Avantages et inconvénients du goutte à goutte.....	23
<i>V. RESULTATS</i>	24
V-1 Dose et besoins	24
V-2 Les goutteurs.....	24
V-3 Organisation du périmètre.....	25
V-4 Le temps de travail et le tour d'eau.....	25
V-5 caractéristiques du matériel d'irrigation	25

V-6	Dimensionnement du réseau d'irrigation.....	27
V-6.1	Les rampes	27
V-6.2	Les portes rampes.....	27
V-6.3	Les prises parcellaires	28
V-6.4	Les conduites secondaires :	28
V-6.5	Les conduites primaires.....	28
V-6.6	Le système de filtration.....	29
V-6.7	La station de pompage.....	30
V-6.8	Etude du risque de coup de bélier	31
V-6.9	Conduite d'amenée et bassin de captage.....	32
V-6.10	L'entretien du réseau	32
V-7	Dimensionnement du réseau d'assainissement	33
V-8	Les pistes de desserte	33
V-9	Les ouvrages de franchissement	34
V-10	Etude d'impact environnemental	34
V-11	Analyse financière et étude de la rentabilité	37
V-11.1	Analyse financière.....	37
V-11.2	Rentabilité financière.....	40
V-11.3	Durée de retour sur investissement.....	40
VI.	<i>DISCUSSION ET ANALYSES</i>	41
VII.	<i>CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS</i>	43
VIII.	<i>NOTE DE CALCUL</i>	44
IX.	<i>Bibliographie</i>	45
X.	<i>ANNEXES</i>	47

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Pluviométrie moyenne de 1961 à 2002 à Barsalogo	9
Tableau 2:Estimation du rendement des spéculations pratiquées	11
Tableau 3: caractéristiques des sols	13
Tableau 4: Les coefficients culturaux des cultures choisies	15
Tableau 5 : les apports des pluies	15
Tableau 6: paramètres clés de l'irrigation	24
Tableau 7: caractéristiques du goutteur	24
Tableau 8: Répartition spatiale du périmètre	25
Tableau 9:caractéristiques des rampes	27
Tableau 10:caractéristiques des porte- rampes	28
Tableau 11:caractéristiques des prises parcellaires	28
Tableau 12:caractéristiques des conduites secondaires	28
Tableau 13: Caractéristiques des conduites primaires	29
Tableau 14:Caractéristiques des motopompes	30
Tableau 15: valeur des variables de vérification	31
Tableau 16:Caractéristiques du bassin de captage et de décantation	32
Tableau 17:Caractéristiques des colatures et drains	33
Tableau 18:Caractéristique des pistes	34
Tableau 19:Identification des sources et des récepteurs d'impacts	35
Tableau 20:Mesures environnementales identifiées pour la phase des travaux	36
Tableau 21:Estimation du coût du suivi/encadrement	39
Tableau 22:Les besoins en matériel	39

LISTE DES FIGURES

Figure 1:Plan de situation de la province de Sanmatenga	7
Figure 2:Localisation de la commune de Pensa	8
Figure 3:Vue de dessus de la zone du projet (Google Earth)	17
Figure 4:Organisation parcellaire	25

I. INTRODUCTION

Le Burkina Faso, à l'instar des autres pays sub-sahariens, est un pays dont l'économie est basée essentiellement sur l'agriculture. Mais, cette agriculture est handicapée par une pluviométrie insuffisante ou encore mal répartie provoquant ainsi une faible productivité agricole (FAO, 1998). C'est dans cette optique que, dans sa politique nationale de développement, l'Etat burkinabé a entrepris la construction des aménagements hydro agricoles dont l'objectif est d'avoir la maîtrise de l'eau qui s'avère nécessaire pour promouvoir ce secteur porteur de croissance.

Dans le cadre de la mise en œuvre de cette politique nationale, le ministère de l'agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques à travers le Projet de Valorisation de l'Eau dans le Nord (PVEN) s'est fixé comme objectif de développer et d'accroître les productions vivrières et maraîchères en commençant primo par la construction des barrages d'Andékanda, de Pensa et de Liptougou et secundo par les aménagements hydro agricoles autour de ces barrages.

Ce projet d'aménagement constituera une composante agricole importante pour la région du Nord car, elle verra sa production maraîchère croître grâce à la politique appuyée par le gouvernement.

L'aménagement de ce périmètre est conçu selon la technique de goutte à goutte qui apparaît comme étant une méthode d'irrigation qui regroupe un certain nombre de techniques nouvelles très efficaces et efficientes.

Notre présente étude se focalise sur l'aménagement de la rive droite du barrage de PENSA. Elle vise spécifiquement à l'établissement d'un avant-projet détaillé pour l'aménagement du dit périmètre par le système goutte à goutte dans le compte du projet PVEN.

Le document ainsi issu de cette étude présentera les parties suivantes :

- La présentation de la zone d'étude ;
- La définition du principe de base de l'irrigation goutte à goutte,
- La conception et le dimensionnement de l'aménagement du périmètre hydro agricole ;
- Les analyses socio-économique et financière de l'aménagement ;
- Et enfin l'organisation et la gestion du périmètre.

II. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU TRAVAIL

II-1. CONTEXTE DE L'ETUDE

Le Burkina, situé au centre de la zone Soudano Sahélienne de l'Afrique de l'Ouest, présente un climat aride caractérisé par une faible pluviométrie. Avec une économie essentiellement basée sur l'agriculture et un système de production quasiment pluvial, le Burkina est considéré comme un pays en voie de développement. Pour ce faire, le Gouvernement Burkinabé dans sa politique de développement durable, de gestion optimale de ses ressources en eau et de lutte contre la pauvreté à travers l'accroissement des activités dans le secteur de l'eau, de l'agriculture et de l'élevage, a entrepris la construction des aménagements hydro agricoles très importants parmi lesquels des barrages à but multiple. L'objet de la présente étude, reconnue comme un système assurant l'économie en eau et en main d'œuvre apparaît comme la solution menant à ces objectifs. Pour y parvenir, le gouvernement Burkinabé à travers le Projet de Valorisation de l'Eau dans le Nord (PVEN) s'est fixé comme objectif de développer et d'accroître les productions vivrières et maraîchères autour des barrages de Andékanda, de Pensa et de Liptougou.

C'est dans ce cadre que le site de Pensa fera l'objet de notre étude. Cette étude est basée sur l'aménagement hydro agricole d'un périmètre de 50 ha par le système goutte à goutte.

II-2. PROBLEMATIQUE

Le projet d'aménagement de 50 ha par le système de goutte à goutte rentre non seulement dans le cadre de la gestion durable des ressources en eau mais vise aussi à atteindre l'autosuffisance alimentaire. Cependant, la technologie goutte à goutte étant nouvelle sur une telle dimension au Burkina Faso, pourrait être limitée par des contraintes tant dans la mise en œuvre que dans l'exploitation. Pour ce faire, il peut être limité par :

- Une méconnaissance des équipements du système goutte à goutte ;
- Des difficultés de mise en œuvre, d'exploitation et d'entretiens dues au manque de la maîtrise du système ;
- Le coût de réalisation et la capacité de recouvrement par rapport à la durée d'exploitation ;

II-3. OBJECTIF GENERAL

Cette étude d'un Avant-Projet Détaillé est réalisée dans le cadre de notre projet de fin d'étude. Elle a pour objectif premier de proposer une étude de dimensionnement d'un système d'irrigation complet au compte du Projet de Valorisation de l'Eau dans le Nord (PVEN).

II-4. OBJECTIFS SPECIFIQUES

Dans le souci de contribuer à l'objectif général, des objectifs spécifiques suivants ont été fixés:

- Bien connaître le site de l'aménagement ;
- Réaliser une recherche documentaire permettant d'assurer le travail ;
- Proposer un dimensionner du système d'irrigation complet pour les 50 Ha pour le système goutte à goutte ;

III. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Selon le contexte défini dans l'APS du projet, la zone de la présente étude est située au Nord du Burkina Faso, plus précisément dans la province de Sanmatenga. La commune recevant le site du projet est située à 85 Km au Nord de la ville de Kaya. Elle y est accessible de Ouagadougou par la route nationale RN 3 (Ouagadougou – Kaya) 100 Km, ensuite par la route départementale 19 de Kaya à Barsalogo (42 Km) puis enfin par la route départementale Barsalogo – Pensa (43 Km).

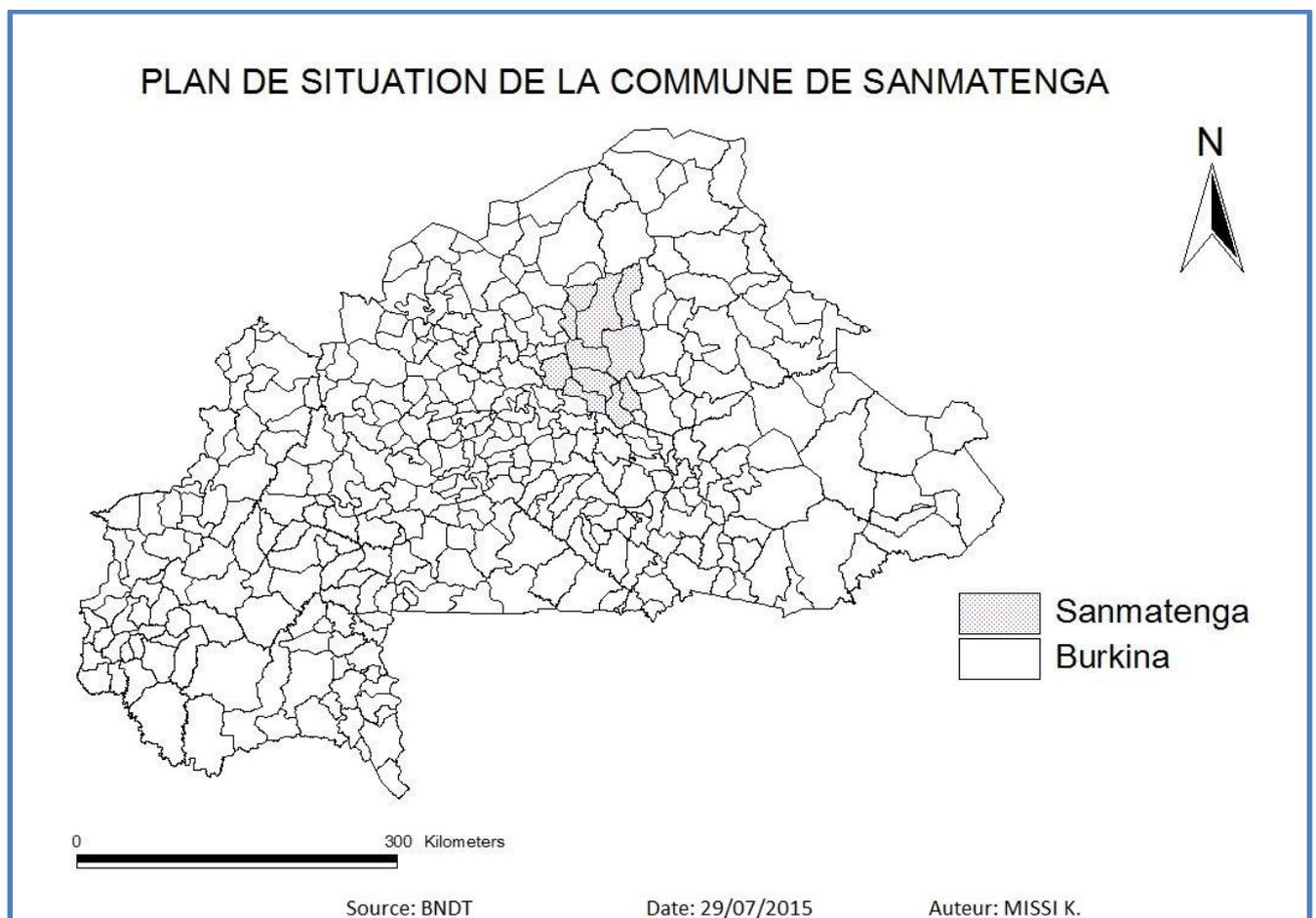


Figure 1: Plan de situation de la province de Sanmatenga

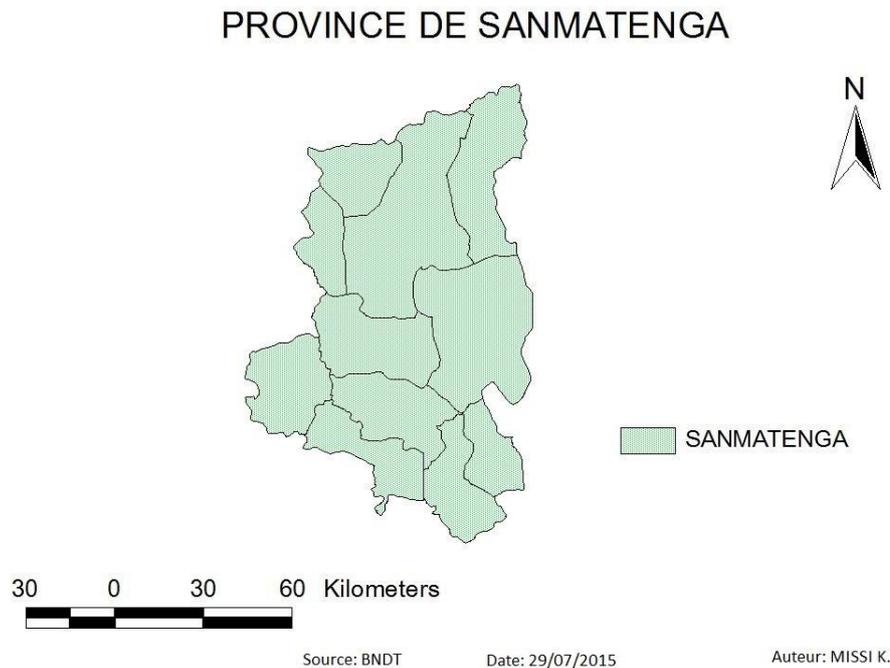


Figure 2: Localisation de la commune de Pensa

III-1. CADRE PHYSIQUE

III-1.1. Le climat

Le régime climatique de notre zone d'étude est de type sahélien. Il est caractérisé par deux (02) saisons:

- Une saison pluvieuse qui s'étend de juin à septembre totalisant ainsi 4 mois ;
- Et une saison sèche de 08 mois qui commence d'Octobre et prend fin en Mai.

La collecte des données climatiques et d'autres informations complémentaires sont tirées de différents documents disponibles dans la zone de l'étude. Ces données concernent la pluviométrie, la température et l'évapotranspiration.

III-1.2. La pluviométrie

La localité de notre site enregistre une très faible pluviométrie. Ces données pluviométriques sont obtenues grâce à la station météo la plus proche à savoir celle de Barsalogho. En effet, les données pluviométriques observées à la station de Barsalogho de 1961 à 2002 sont enregistrées ANNEXE I. De ces données, nous en déduisons ainsi les pluviométries moyennes mensuelles dans le Tableau 1.

Tableau 1:Pluviométrie moyenne de 1961 à 2002 à Barsalogho

pluviométrie Basarlogho	Mois												
	jan	Fev	mars	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Total
P(mm)	0	0,238	1,594	6,967	32,84	76,73	149,6	186	92,56	18,72	0,917	0,2521	566,420718
Pe(mm)	0	0,143	0,956	4,18	19,71	61,384	119,7	148,8	74,048	14,97	0,55	0,1513	
Evap (mm)	226,8	247,5	318,1	327,1	330,6	282,1	229	188,5	190	239,1	232,8	217,8	3029,4

Source : AC3E / SAHEL CONSULT

En observant toutes ces pluviométries et évaporations mensuelles, nous remarquons que pendant les saisons sèches, les évaporations sont plus importantes que les pluviométries.

III-1.3. La pédologie

D'après le rapport d'Etude pédologique de AC3E, les sols rencontrés dans la zone de notre étude notamment la commune de Pensa peuvent être regroupés en quatre (04) classes:

- Les sols à sesquioxydes de fer et de manganèse ;
- Les sols peu évolués ;
- Les sols brunifiés ;
- Les sols hydro morphes.

Selon le rapport pédologique, ces quatre (04) classes de sol correspondent à sept (07) sous-groupes de sols qui sont entre autre :

Les sols à sesquioxydes de fer et de manganèse

- Les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés à concrétisations (FLCP) ;
- Les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés à pseudo Gley (FPLG) ;
- Les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés modaux (FPLM).

Les sols peu évolués

- Sols peu évolués d'apports alluvial et/ou colluvial hydro morphes (PEAAH/PEACH) ;

Les sols brunifiés

- Les sols bruns eutrophes tropicaux peu évolués (BEPE) ;
- Les sols bruns eutrophes tropicaux hydro morphes (BEH) ;

Les sols hydro morphes.

- Les sols hydromorphes peu humifères à pseudo Gley de surface (HPGF)

III-1.4. Relief

Comme à l'image de tout le Burkina Faso, la commune de Pensa présente un relief relativement plat dans son ensemble. Par endroits, l'érosion et l'action humaine ont provoqué des escarpements et des ravinelements. Le paysage est également marqué par l'existence de petites collines aux rebords généralement escarpés. Des carapaces ferrugineuses soumises à l'érosion ont provoqué l'apparition de collines latéritiques à surface plate.

III-1.5. Hydrographie

Compte tenu de sa situation géographique dans le Nord du Burkina, pays essentiellement sahélien, la commune de Pensa possède un réseau hydrographique qui se résume en de petits cours d'eau qui s'assèchent en saison sèche.

Cette hydrographie est très tributaire des variations climatiques et des formations variées du substratum géologique. Toutefois, ce réseau hydrographique dans le bassin versant est formé de deux bras de marigot dont l'un, « le Sorgné » vient jusqu'à atteindre la zone de Barsalgho s'écoulant ainsi de l'Ouest vers l'Est. Celui-ci vient joindre « l'Arma » légèrement plus au Nord. L'arma vient de la zone Dablo et s'écoule du Nord-Ouest vers le Sud-Est. La rencontre de ces deux cours d'eau est donc faite dans le terroir de Pensa et forme ensemble le Nyangtibila qu'ils joignent à l'Est dans le village de Barga formant ainsi un affluent important de Pena-Taura.

III-2. MILIEU HUMAIN

III-2.1 Données socio démographiques

A l'instar de la plupart des régions du Burkina, la région du Nord présente un indice de développement humain très faible par rapport à celui du niveau national (0,33), (*Ministère de l'économie et du développement, 2005*). La représentativité de cette population est très jeune car, selon le recensement général de la population et de l'habitat, 50,6% de la population est constitué des personnes dont l'âge varie entre 0 à 14 ans contre 46% pour celle variant entre 15 à 64 ans.

Les gourmantchés constituent la population autochtone de Pensa. Le reste de la population se compose essentiellement des mossis, des peuls et des bellas.

III-2.2 Activités socio-économiques

Les principales activités économiques de la commune de Pensa sont l'agriculture et l'élevage à l'exclusion des salariés du public et du privé. Les principales productions sont les céréales (mil, sorgho), les légumes (niébé, voandzou), les cultures de rente sur une échelle très réduite (coton, sésame, arachide) et aussi du maraichage. Mais, cette agriculture est marquée par sa faible productivité due, non seulement à des facteurs naturels comme le climat et les sols mais aussi aux techniques culturales archaïques. Les différentes spéculations cultivées dans la zone sont illustrées dans le tableau suivant pendant la campagne 2009-2010.

Tableau 2: Estimation du rendement des spéculations pratiquées

	Département			Village	
	Surface(ha)	Rendement (Kg/ha)	Production (t)	Surface (ha)	Production (t)
Petit mil	3640	500	1820	484	242
Sorgho	4853	600	2912	645	384
Maïs	671	650	436	129	84
Riz	485	600	291	65	39
Arachide	1213	350	425	161	56
Sésame	4850	300	146	65	20
Niébé	1384	350	485	161	56
Voandzou	1213	350	425	161	56
Coton	130	500	65	0	0

Source : AC3E/SAHEL CONSULT. Mai 2010

IV. MATERIELS ET METHODES

IV-1 MATERIELS

Le système d'irrigation goutte à goutte, l'un des systèmes qui jusque-là reste encore difficile à mettre en œuvre à cause de la méconnaissance de ses équipements. C'est un système qui depuis les pieds des plantes (goutteur) jusqu'à la prise d'eau n'est constitué que des équipements qui fonctionnent sous pression

IV-2 METHODOLOGIE

Dans le but de bien mener notre étude, nous avons adopté une méthodologie basée sur les phases suivantes :

IV-2.1 Une phase de recherche bibliographique

A l'arrivée dans la structure d'accueil, nous avons eu à rencontrer le maître de stage (encadreur externe) pour une entente sur l'élaboration de notre terme de référence (TDR) qui sera par la suite validé par notre encadreur interne (au sein de l'école).

Après l'élaboration du TDR, une seconde phase importante à souligner est la recherche bibliographique. La structure d'accueil a fourni des documents et revues basés sur les objectifs du projet et les techniques agricoles mises en place par le projet et aussi des dossiers d'avant-projet détaillé et des dossiers d'exécution. Ces documents nous ont aidés à mieux comprendre le système hydraulique de PVEN et à analyser le dossier d'avant-projet détaillé et le dossier d'exécution proposés. En dehors des documents fournis, des recherches documentaires personnelles ont été aussi effectuées sur des sujets qui traitent des thèmes qui vont dans le même sens que le sujet adopté.

IV-2.2 Phase de Visite de terrain

L'objectif premier de cette phase est de prendre connaissance des caractéristiques physiques du milieu d'étude. En effet, les études pédologiques, topographiques et socio-économiques ont été déjà faites. Toutefois, une première visite de quatre jours sur le terrain a permis de faire la découverte du milieu. Pendant cette visite de 4 jours, nous avons eu à notre disposition une carte topographique du milieu d'étude avec certains documents techniques du périmètre

IV-2.3 Phase d'étude

C'est la dernière phase qui consiste à exploiter toutes les données recueillies, pour faire une

étude, une analyse et faire des propositions pour le projet à fin de réaliser une conception d'aménagement plus efficiente et plus efficace dans la gestion de l'eau. Evaluer le coût financier, étudier le marché de vente et déterminer la durée de retour sur investissement. La démarche suivie pour le dimensionnement est la suivante:

- Calculs des paramètres d'irrigation ;
- Calculs du réseau d'alimentation en eau ;
- Calculs du réseau de drainage.

Les formules utilisées pour le dimensionnement du réseau proviennent du cours de Localized irrigation de Dr KIETA.

➤ Détermination des paramètres d'irrigation

Les paramètres d'irrigation restent un facteur clé pour le dimensionnement d'un système d'irrigation. La détermination de ces paramètres dépend de plusieurs facteurs de base à savoir :

- Le climat ;
- La pédologie ;
- Les cultures ;
- L'espace réservé à l'aménagement.
- Et enfin, la disponibilité de la ressource en eau.

➤ Les caractéristiques du sol

Le type de sol rencontré sur le site d'aménagement est du limon. Il est caractérisé par sa perméabilité, sa porosité et sa densité apparente. Ces paramètres sont déterminants dans le calcul de la quantité d'eau à apporter à chaque arrosage, ainsi que la fréquence des arrosages en relation avec les besoins de la plante. Mais, par manque des données disponibles pour déterminer ces humidités, la RFU ne peut être ici calculée. Toutefois, le sol concerné par le projet étant du limono sableux, *Rowell (1994)* propose 0,22 pour l'humidité à la capacité au champ et 0,08 pour l'humidité au point de flétrissement et de densité apparente $d_a=1,5g/cm^3$ (*CONSULT, 2011*).

Tableau 3: caractéristiques des sols

Paramètres	Valeur
Hcc(%)	22
Hpf(%)	8

Source : Rowell (1994)

➤ **Choix des cultures :**

L'objectif premier de cet aménagement est le développement du maraichage. Mais, le problème qui peut se faire sentir est le choix des spéculations à développer dans la localité. Ainsi, dans le souci de réussir cette politique maraichère, le choix des cultures à pratiquer a été fait en se basant sur les spéculations déjà pratiquées de manière artisanale, et aussi sur l'étude agro-économique faite en phase d'avant-projet détaillé (APD). Après cette étude, nous avons évalué la possibilité du marché afin d'écouler les produits du maraichage.

✓ **Etude du marché**

Le marché de Pensa a lieu deux fois dans la semaine. Ce marché attire plusieurs personnes venant des divers horizons : Kaya, Barsalogho, Dori, Ouagadougou et aussi les pays voisins tels que le Togo, le Benin et le Ghana. Dans toutes ces localités citées, arrivent les produits maraichères de Pensa. Mais, il faut noter aussi que la liquidation de ces produits dépend de leur nature et de leur résistance. Pour ce qui concerne les produits de faible résistance (c'est-à-dire les produits qui périssent vite), il serait très difficile d'assurer leur transport vers les marchés lointains. Mais, pour peu que le cycle du produit soit prolongé par une maîtrise des techniques de stockage très simples et peu coûteuses, cette localité pourrait être un grenier très porteur pour la localité du Nord-Est et même du centre et certains pays voisins.

✓ **Les spéculations pratiquées**

Comme précédemment signalé, le choix des spéculations est basé sur la disponibilité du marché et l'étude agro-économique. Ainsi, parmi les spéculations choisies, nous avons :

- la tomate ;
- l'oignon ;
- la pomme de terre ;
- le haricot vert ;
- le chou ;
- Et enfin l'aubergine.

De toutes ces spéculations citées ci haut, nous avons retenu le chou pour le dimensionnement des structures de réseau et des besoins en eau en raison de son coefficient cultural qui est le plus élevé sur sa période de croissance. Dans le Tableau 4 sont consignés les coefficients culturaux des différentes cultures ci hautes citées.

Tableau 4: Les coefficients culturaux des cultures choisies

Spéculation	Période culturale			
	Début	Mi saison	Floraison	Maturation
tomate	0,2	0,6	0,9	0,7
Oignon	0,6	0,8	1,1	0,6
pomme de terre	0,5	1,1	0,8	0,6
haricot vert	0,6	0,8	1	
chou	0,5	1	1,3	
Aubergine	0,5	0,6	0,9	0,6

➤ **La source d'eau**

Lors de l'aménagement d'un périmètre irrigué, la source d'eau joue un rôle très important dans le cycle du projet. Ainsi, la source d'eau qui servira à l'irrigation de notre périmètre est le barrage de Pensa. Ce barrage a une retenue de 10.4 millions de m³ pour une hauteur maximale de retenue au lit mineur de 3.80 m et une profondeur moyenne de 1.4 m. Pour ce faire, Il est donc indispensable de mettre en place une station de pompage adaptable à cette retenue pour répondre aux exigences suivantes :

- La première exigence est l'amenée de l'eau du barrage au périmètre;
- La deuxième exigence sera d'apporter la pression nécessaire au fonctionnement des goutteurs ainsi que les débits demandés dans le réseau.

Dans l'objectif d'avoir un dimensionnement allant dans le sens de la sécurité du barrage, une crue de retour de 10 ans n'est pas suffisante (*Dégoutte, 2006*). Ainsi donc, le dimensionnement du barrage a été fait pour une crue de retour centennal.

✓ **Estimation de la capacité de la retenue**

Tableau 5 : les apports des pluies

COTE	TRANCHE D'EAU	SURFACE PLAN D'EAU	SURFACE MOYENNE	VOLUME PARTIEL	VOLUME CUMULES
95,70	-	-	-	-	-
96,50	0,80	17,82	8,91	71 280,00	71 280,00
97,00	0,50	103,98	60,90	304 500,00	375 780,00
97,50	0,50	213,23	158,61	793 025,00	1 168 805,00
98,00	0,50	330,91	272,07	1 360 350,00	2 529 155,00
98,50	0,50	449,58	390,25	1 951 225,00	4 480 380,00
99,00	0,50	584,72	517,15	2 585 750,00	7 066 130,00
99,50	0,50	733,74	659,23	3 296 150,00	10 362 280,00
100,00	0,50	934,17	833,96	4 169 775,00	14 532 055,00
100,50	0,50	1 138,48	1 036,33	5 181 625,00	19 713 680,00
101,00	0,50	1 336,26	1 237,37	6 186 850,00	25 900 530,00
101,50	0,50	1 568,18	1 452,22	7 261 100,00	33 161 630,00

Après analyse des résultats et tracé de la courbe hauteur-volume ci-après, il ressort que :

- La capacité de retenue au PEN est 10 362 280 m³ ;
- La capacité de la retenue au PHE est 25 400 000 m³.

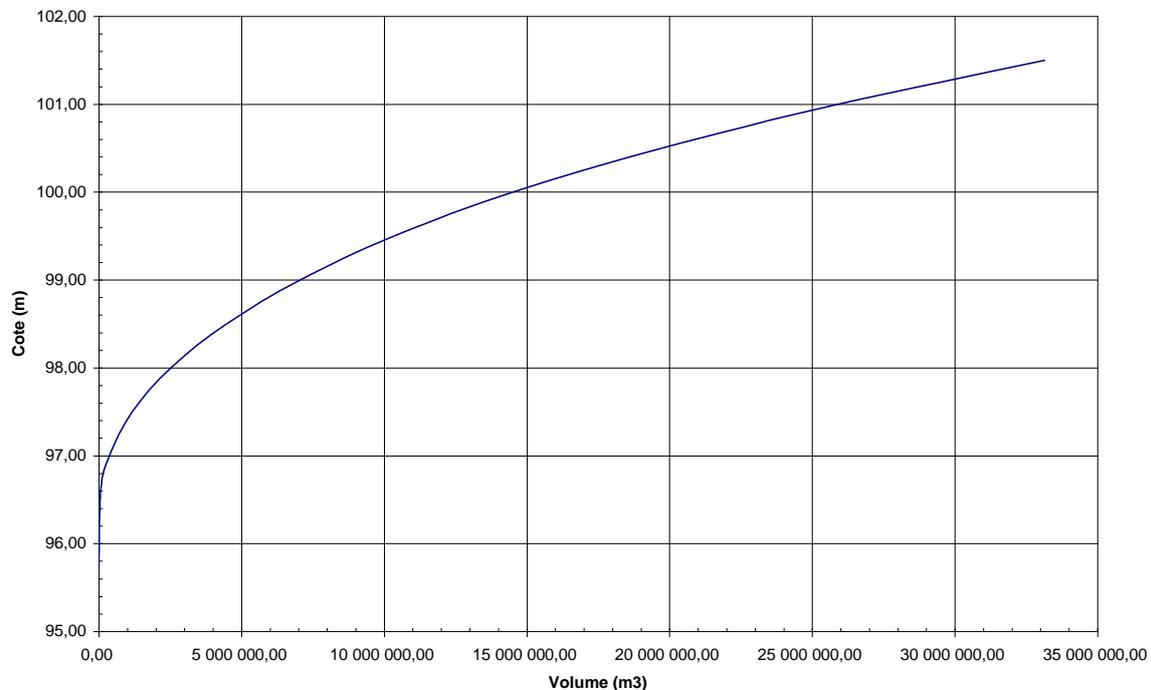


Figure 2 : Courbe Hauteur –Volume

Le volume de cette retenue au PEN sera réparti en perte par évaporation, par infiltration, par envasement et aussi aux différentes consommations des animaux personnes. Le besoin en eau de cet aménagement est **537 660 m³/an** et celui des autres aménagements est **2419 470 m³/an**. Les besoins pastoraux et humains de tous les villages environnants sont respectivement **147 938,4 m³ /an** et **640 495m³/an**. En considérant les apports moyens () annuels nous déduisons sur la courbe d'exploitation tous ces besoins et les infiltrations et les évaporations. Après toutes ces déductions nous aurons en fin des campagnes un volume d'environ Deux (02) million de m³ dans la retenue.

Le barrage de Pensa a les coordonnées géographiques suivantes 3°51' de longitude Ouest et 11°47' de latitude Nord. Il est situé dans la province de Sanmatenga, le département de Pensa et le village de Pensa.

Il présente un volume de **10 362 280 m³** avec deux déversoirs à savoir un central long de 130m et l'autre latéral long de 160m. Il est alimenté par un bassin versant de 1811 km². Les différentes

caractéristiques du barrage seront présentées à l'ANNEXE 5 du document.

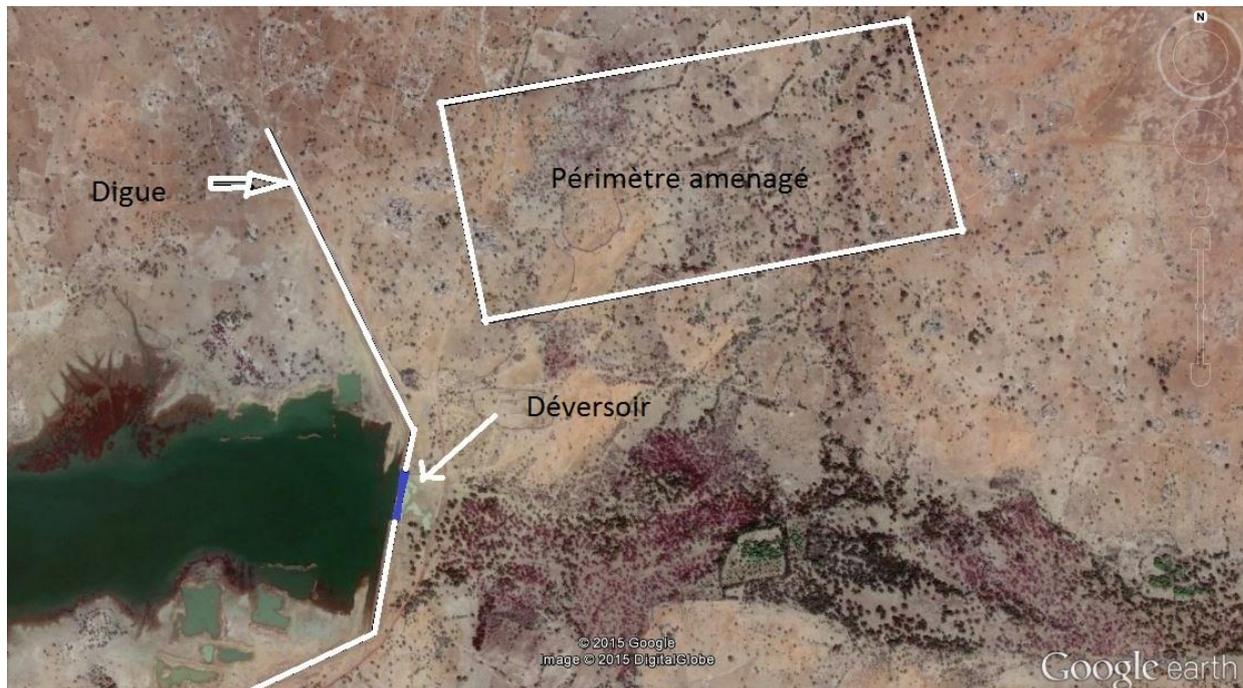


Figure 3: Vue de dessus de la zone du projet (Google Earth)

▪ **La qualité de l'eau**

La qualité de l'eau est un paramètre essentiel en irrigation localisée à tel enseigne qu'elle ne peut se concevoir sans un dispositif de filtration. Ainsi, l'eau d'irrigation qui est donc chargée de matières en suspension et aussi éventuellement de matières dissoutes nécessite une filtration. Cette filtration est assurée par un certain nombre de dispositifs à savoir un filtre à sable, à disque ou encore un filtre à tamis. Quand bien même que le filtre à sable apparait comme le meilleur dispositif de filtration, nous allons toutefois en associer le filtre à disque pour empêcher le passage de certaines particules fines qui peuvent perturber le fonctionnement des distributeurs. Ces distributeurs ou goutteurs sont du matériel très sensible dont les fins orifices sont exposés au colmatage, soit d'ordre physique (dépôt d'éléments grossiers ou fins), soit d'ordre chimique (présence de calcaire ou fer dissous).

Dans le cas présent, il s'agit d'une eau de barrage, donc une eau chargée de matières en suspension et éventuellement de matières dissoutes.

En ce qui concerne la qualité chimique de l'eau, aucune étude n'a été faite mais, nous suggérons à ce que dans les prochaines études, qu'une analyse chimique soit faite afin de déterminer la turbidité, le pH et même certains constituants chimiques de l'eau.

➤ **Détermination des besoins en eau d'irrigation**

Un périmètre irrigué comprend un ensemble de parcelles. Chaque parcelle contient des planches. La parcelle reçoit périodiquement pendant un temps déterminé, une quantité d'eau nécessaire (**besoin en eau**) à l'irrigation de la culture. Le calcul des besoins en eau d'irrigation est essentiel pour l'exploitation optimale d'un système d'irrigation. Il permet de prévoir la quantité d'eau à distribuer aux usagers et permet aussi de planifier l'utilisation des ressources hydriques. Les quantités d'eau nécessaire à l'irrigation doivent satisfaire divers types de paramètres au niveau des champs qui peuvent être entre autre :

▪ **Besoin net en eau d'irrigation :**

Elle est la quantité qui doit être effectivement consommée par la plante. Les besoins nets en eau d'irrigation sont déterminés par les formules du cours de Dr Keita .

$$IRn = ETM_{loc} - (Pe + R)$$

ETM_{loc} : Evapotranspiration maximale localisée ;

R : Ruissèlement de l'eau de pluie en contribution à l'irrigation de la plante ;

Pe : pluie efficace avec

Pe = 0,8*P pour une pluviométrie supérieure à 75 mm/mois ;

Pe = 0,6*P pour une pluviométrie inférieure à 75 mm/mois.

La région de notre périmètre étant une zone tropicale sèche, en dehors des apports pluviométriques, tous les autres apports sont nuls.

▪ **Besoin brut en eau d'irrigation brut (IRg) (mm/j)**

Volume d'eau qui doit être délivré par le réseau ou prélevé sur la ressource en eau. Il s'agit d'une majoration des besoins nets pour tenir compte.

Le besoin brut est déterminé par la relation suivante :

$$IRg = \frac{IRn}{Ea} + LR \quad \text{avce} \quad Ea = Ks \times EU$$

$$\text{Et } LR = LRt \times \frac{IRn}{Ea} \quad \text{et} \quad LRt = \frac{ECw}{2 \times (\max ECe)}$$

IRg : besoin brut en eau de culture (mm/j)

LR (mm) : Leaching Requirement (lessivage du sol) ;

EU : coefficient d'uniformité de la répartition de l'eau sur les parcelles ;

Ea : efficience d'application ;

K_s : Rapport de l'eau stockée en fonction de la zone racinaire.

- **La réserve utile AM (mm)**

$$AM (RU) = (H_{cc} - H_{pf}) \times Z \times 10$$

Avec

$H_{cc}(\%)$: Humidité à la capacité au champ avec une valeur de 22% ;

$H_{pf}(\%)$: Humidité au point de flétrissement avec une valeur de 8% ;

Z (cm) : Profondeur racinaire.

- **La Dose nette maximale d'irrigation (DNM) (mm)**

Elle est déterminée par la relation suivante :

$$DNM = \rho \times (H_{cc} - H_{pf}) \times Z \times PSI \times da$$

Avec PSI : pourcentage de la superficie irriguée (mm) ;

da : densité apparente du sol=1,5 ;

- **La fréquence d'irrigation F(j)**

$$F = DNM / IRg$$

DNM : Dose nette maximale (mm)

IRg : Besoin brute (mm/j)

- **La dose nette d'irrigation Da (mm)**

$$Da(mm) = T(j) \times IRn(mm./j)$$

- **Dose brute corrigée (mm)**

$$Dg(mm) = \frac{Da(mm)}{Ea} + LR(mm./j) \times T(j)$$

➤ **Dimensionnement du réseau d'irrigation**

Après la détermination des besoins en eau, Le réseau d'irrigation représente un organe essentiel à l'acheminement de cette eau depuis la source jusqu'aux pieds de la plante. L'ensemble de ce réseau est formé par des organes, ouvrages et appareils qui assurent le transport, la répartition et distribution des eaux à chaque exploitation agricole ainsi que l'évacuation des eaux excédentaires. Le but de l'étude de dimensionnement est de concevoir un réseau d'irrigation localisée où la pression au niveau de chaque distributeur dans la rampe est suffisante pour lui permettre d'assurer le débit nécessaire et ceci pour assurer une meilleure uniformité d'application de l'eau sur les parcelles de cultures. Le réseau établi doit être en mesure de répondre aux besoins de pointe en eau des cultures.

Pour réaliser ce dimensionnement, il est nécessaire de connaître les données de base liées à la ferme (source d'eau, sol, topographie et configuration du terrain, et le programme de cultures à réaliser). Ainsi que le matériel d'irrigation disponible sur le marché.

Ce dimensionnement se fera de l'aval vers l'amont c'est-à-dire du point de distribution de l'eau jusqu'au point de sa prise.

- **Les goutteurs**

Les goutteurs sont des organes terminaux d'un réseau de goutte à goutte. Leurs caractéristiques sont choisies en fonction des conditions de l'irrigation. Ils sont chargés de diffuser l'eau dans le sol. Mais, cette distribution dépend de la texture et de la structure du sol et aussi des besoins en eau des plantes.

Le sol est de limon et il a une infiltration 5 mm/h. Pour une bonne diffusion de l'eau dans le sol, on a choisi des goutteurs de petit débit de 0,6 l/h fonctionnant à une pression de 1bar. Ce débit nous donne alors une pluviométrie suivante :

$$P_{emit} = \frac{Q_{emit}}{E_{ramp} \times E_{emit}}$$

Avec

- P_{emit} : pluviométrie du goutteur ;
- Q_{emit} : débit du goutteur ;
- E_{ramp} : Ecartement entre les rampes ;
- E_{emit} : espacement entre les goutteurs.

- **Dimensionnement des conduites**

Le dimensionnement des conduites du réseau doit tenir compte du débit que véhicule le réseau, la vitesse du liquide qui y circule, les pertes de charges que peuvent engendrer ces conduites ainsi que les diamètres de ces conduites.

Le diamètre théorique de ces conduites est déterminé par la formule suivante :

$$D_{th} = \sqrt{\frac{Q}{V}} * \sqrt{\frac{4}{\pi}} \quad \text{Avec} \quad \sqrt{\frac{4}{\pi}} = 1,128$$

D_{th} : diamètre théorique vérifiant la vitesse imposée en [m]

Q : débit véhiculé en [m³/s]

V : vitesse imposée en [m/s]

La perte de charge linéaire est fonction du débit et du diamètre de la conduite. Ces pertes de charges sont regroupées en deux à savoir :

- ✚ **Les pertes de charge linéaires ;**
- ✚ **Les pertes de charges singulières**

Elle est calculée par la formule de Colbrook, Calmon et Lechapt suivante :

$$\Delta H_{\text{simple}} = \left(\frac{a * Q^n * L}{D^m} \right)$$

ΔH_{simple} [m/m] : perte de charge linéaire

a ; n ; m : coefficient de rugosité de Calmont-Lechapt

avec $a=9,16*10^{-4}$, $n=1,78$ et $m=4,78$ pour le PVC

Q : débit véhiculé en [m³/s]

L : longueur du tuyau en [m]

D : diamètre catalogué en [m]

La perte de charge d'une rampe est obtenue en multipliant la perte de charge linéaire par le facteur correctif tenant compte des ouvertures.

$$\Delta H_{\text{rampe}} = F * \Delta H_{\text{simple}}$$

Avec F qui varie selon le nombre de prise d'eau dans le trajet.

Avec un terrain relativement plat, nous enregistrons ainsi un dénivelé nul et la variation de pression tout le long d'une rampe est nulle. Toutefois, Cette variation est illustrée par la formule suivante :

$$\Delta P = \Delta H_{\text{rampe}} - (E_i - E_d)$$

ΔP : variation de pression le long d'une rampe

ΔH_{rampe} : perte de charge de la rampe

$E_i - E_d$: dénivelée amont- aval

Cette différence de pression doit être inférieure à 20% de la pression nominale (20% de la pression nominale des goutteurs) :

$$\Delta P = \Delta H_{\text{rampe}} - (E_i - E_d) \leq \Delta H_{\text{adm}} = 20 \% P_{\text{nom}}$$

- **La station de filtration**

Dans l'objectif d'assurer une certaine continuité de ces apports, il est indispensable d'accompagner le réseau d'irrigation par un certain nombre de dispositifs nécessaire à la suppression des particules chargées. L'ensemble de ces dispositifs peut être appelé station de filtration et joue un rôle très important dans l'obtention d'une eau propre permettant ainsi d'éviter le colmatage des distributeurs. Le choix des filtres dépend de l'origine et de la qualité de l'eau, du niveau de filtration exigé par les goutteurs utilisés, de la taille de la plus petite

particule à empêcher d'entrer dans le système, et aussi du débit de la source.

Bassin de décantation

Il permet de débarrasser l'eau très chargée des débris végétaux et autres particules solides avant l'entrée des eaux dans les filtres à sable.

La station de filtration est composée de deux filtres à savoir :

. **Filtre à sable** : C'est un filtre qui est préconisé en situation à risque de colmatage important, c'est-à-dire avec des distributeurs à faible débit (goutte à goutte, micro-aspersion). Le filtre à sable se compose d'une cuve en acier, capable de résister à la pression du réseau. Elle est remplie de sable ou de gravier au 2/3 de son volume. Lorsque les eaux sont chargées, son volume de stockage des particules est le plus important.

Filtres à disque : Ce sont les filtres les plus utilisés vu leur finesse de filtration. Nous les avons prévus pour compléter la filtration après la sortie de l'eau dans les filtres à disques. Par contre, le filtre hydro cyclone sépare le sable en suspension dans l'eau, par centrifugation. Mais, l'eau étant issue d'une source stagnante, il n'est pas aussi exigeant de disposer de filtre hydro cyclone.

- **Fertilisation**

La fertilisation du sol agricole est un facteur déterminant de la rentabilité agricole. Cette fertilisation est faite par un dispositif qui permet un apport direct des éléments nutritifs dans la zone racinaire. Ces dispositifs seront installés en tête du réseau c'est-à-dire juste à la sortie des primaires de la station de pompage permettant ainsi d'injecter dans l'eau d'irrigation la solution mère concentrée (élément nutritif). Cette injection se fera à l'aide d'un injecteur venturi. Elle injectera cette solution directement sur le réseau et les goutteurs seront ensuite chargés de distribuer cette solution diluée dans l'eau d'irrigation au pied des plantes.

- **La station de pompage**

L'irrigation localisée est un système qui fonctionne sous pression. Cette station placée en tête de réseau assure grâce à différents équipements les fonctions suivantes :

- Contrôle et maintien de la pression dans le réseau de régulation, nettoyage et filtration (hydro cyclones, filtres à sable, filtres à disques) ;
- Injection d'engrais ;
- Gestion automatisée du réseau;
- Suivi des volumes d'eau utilisés (compteurs).

- **Dispositifs de sécurité**

Dan l'objectif de réguler la pression, la vitesse et la disponibilité de l'eau dans les conduites,

un certain nombre de dispositifs ont été prévus dans les endroits suivants :

- Les ventouses sont installées dans les endroits élevés pour évacuer l'air contenue dans le réseau ;
- Un dispositif anti bélier sera installé dans la zone de variation de pression c'est-à-dire sur la conduite principale afin d'amortir le choc en cas d'arrêt brusque de la pompe ;
- Des purges seront placées dans les zones basses des conduites pour évacuer les dépôts des solides dans le réseau.

IV-2.4 Avantages et inconvénients du goutte à goutte

Le réchauffement climatique a occasionné la rareté de la pluviométrie. L'eau est devenue ainsi un élément très cher. La micro irrigation qui rationalise l'utilisation de l'eau dans son fonctionnement apparait comme une alternative efficace. Pour ce faire, le goutte à goutte dans sa qualité d'apporter l'eau d'une manière lente et surtout à proximité de la racine des plantes à irriguer reste de nos jours une innovation dans le système d'irrigation. Mais, ce système d'irrigation localisé présente sans doute des avantages et des inconvénients.

IV-2.4.1 Les avantages du goutte à goutte

Par rapport aux autres systèmes d'irrigation, le goutte à goutte présente les avantages suivants : réduction du coût de la main d'œuvre impliquée dans les opérations d'irrigation et de fertilisation, diminution du risque de maladies foliaires grâce à la faible humidité au niveau du feuillage, réduction des mauvaises herbes, prolongement de la période de production, Amélioration de la structure du sol avec une meilleure aération du terrain facilitant ainsi le développement des cultures et accès facile aux parcelles pour la réalisation des différentes opérations culturales. L'irrigation goutte à goutte s'adapte aussi à tout type de terrain irrigable (FAO, 1990). Mais comme tout autre système, il présente aussi des inconvénients.

IV-2.4.2 Les inconvénients du goutte à goutte

Le problème majeur de l'irrigation goutte à goutte est le risque d'obstruction des goutteurs qui peut provenir des dépôts de matière organique, des dépôts d'engrais, des algues et autres impuretés contenues dans l'eau. Etant un système nouveau, sa mise en œuvre et son coût élevé de l'installation restent toujours problématique.

V. RESULTATS

V-1 DOSE ET BESOINS

Les paramètres clés de calcul des doses et besoins sont récapitulés dans le tableau ci-après :

Tableau 6: paramètres clés de l'irrigation

	Valeurs
Besoin net (mm/j)	9,25
Besoin brut (mm/j)	10,30
Reserve utile	70
Dose nette maximale (DNM en mm)	20,16
Fréquence d'irrigation (j)	2,18
Tour d'eau (j)	1
Dose net d'irrigation (mm)	9,25
Dose brute corrigée (mm)	11,13

V-2 LES GOUTTEURS

Les distributeurs choisis sont de type **autorégulent** et de marque **DNPC150160301** avec un débit de 0,6 l/h. Il est du constructeur NETAFIM. Ce distributeur fonctionne sous une plage de pression de 0,4 à 3 bars avec un diamètre de 16mm.

. Ce débit nous donne alors une pluviométrie suivante :

$$P_{emit} = \frac{Q_{emit}}{E_{ramp} \times E_{emit}} \quad \text{Avec}$$

- P_{emit} : pluviométrie du goutteur ;
- Q_{emit} : débit du goutteur ;
- E_{ramp} : Ecartement entre les rampes égale (0,7m);
- E_{emit} : espacement entre les goutteurs (0,3m) ;

Nous avons alors $P_{emit} = 2,86\text{mm/h}$ qui est inférieur à la vitesse d'infiltration de ce sol qui est 5mm/h. De ces données, nous déduisons les caractéristiques du goutteur dans le tableau suivant :

Tableau 7: caractéristiques du goutteur

Type de goutteur	Autorégulant
Débit (l/h)	0,6
Pression (bar)	1 bar avec une marge de 0,4 à 2,2 bar
Diamètre (mm)	16 avec une épaisseur de 0,38 mm

V-3 ORGANISATION DU PERIMETRE

Le périmètre aménagé couvre une superficie de 50 ha répartie en 10 secteurs. Chacun des secteurs couvre à son tour une superficie de 10 ha. Les secteurs sont subdivisés en parcelles de 0,25 ha. Mais, dans le but de mieux contrôler le système, les parcelles ont été subdivisées en planche et chaque planche possède une largeur de 3,1m sur une longueur qui est égale à celle d'une parcelle soit 50m. Sur chaque planche, trois (03) lignes de rampes sont disposées et espacées entre elles de 0,7 m. Ces rampes portent chacune des goutteurs espacés de 0,3 m. Les planches quant à elles, sont séparées d'un espace de marche de 0,5m l'une de l'autre. Le plan ci-dessous décrira notre organisation avec les différents espacements dans une planche.

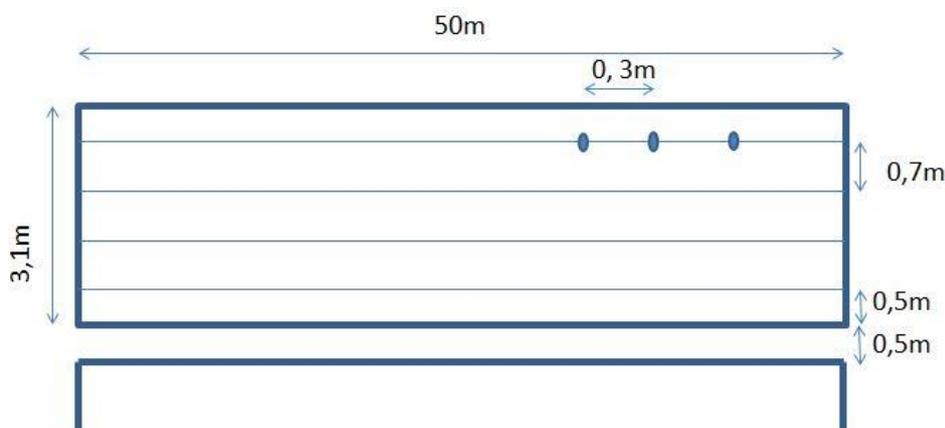


Figure 4:Organisation parcellaire

Tableau 8: Répartition spatiale du périmètre

Superficie totale (ha)	Nombre de secteurs	Superficie d'un secteur (ha)	Nombre de parcelles/secteur	Nombre total de parcelles	Superficie d'une parcelle (ha)
50	5	10	40	200	0.25

V-4 LE TEMPS DE TRAVAIL ET LE TOUR D'EAU

Le temps maximal de travail est estimé à 16h par jour avec un tour d'eau journalier.

V-5 CARACTERISTIQUES DU MATERIEL D'IRRIGATION

Chaque ligne de culture est alimentée à partir d'une rampe de longueur 50 m portant des goutteurs espacés de 0,30m et ayant un débit $Dg=0,6l/h$. De ces caractéristiques, nous déduisons ainsi :

V-5.1 Temps d'arrosage

Le temps d'arrosage nécessaire aux distributeurs d'apporter les besoins nets aux plantes à un débit de 0,6l/h aux différentes spéculations est déterminé par la relation suivante :

$$T(h) = \frac{Dose\ brute\ (mm/j)}{P(mm/h)}$$

Il vaut 03h12mm avec,

T qui est le temps d'arrosage en heure (h) ;

La dose brute en mm/j ;

P : la pluviométrie du goutteur (mm/h).

Ainsi, le périmètre étant aménagé pour plusieurs spéculations variées, nous déduisons un seul temps d'arrosage pour le mois de pointe qui est 3h12mn.

V-5.2 Poste d'arrosage

Le poste d'arrosage sera déterminé en fonction du nombre d'heure maximum de travail et du tour d'eau dans l'organisation. Ainsi, après avoir déterminé les différents postes d'arrosage avec leur temps, nous présentons le calendrier d'irrigation à l'ANNEXE 2.

V-5.3 Débit de poste d'arrosage

Le débit d'un poste d'arrosage est la somme des débits des parcelles en fonctionnement simultané. En effet, le débit d'un poste d'arrosage est alors de **25,5 m³/h** soit un débit pour une superficie de quatre (01) hectares.

V-5.4 Le débit d'équipement

Le débit d'équipement est la grandeur de base pour dimensionner les installations du système d'irrigation.

On le calcule par l'expression suivante :

$$qe \left(\frac{l/s}{ha} \right) = \frac{Db(mm)}{Te(j) \times T(h) \times Np \times 0,36}$$

Avec :

Db = dose brute de pointe en mm

Te = tour d'eau en jours

T = nombre d'heures utilisées par poste d'arrosage pour apporter la dose brute

Np = nombre de postes d'arrosage effectués (l'un après l'autre) dans une journée

Nous avons estimé le temps maximal d'arrosage à 16h par jours, un nombre de poste égale à 5

soit 3h12mn de temps d'arrosage par poste.

Le calcul du débit d'équipement donne **1,9 l/s/ha**. Ce débit est bien dans l'intervalle limite recommandé par le goutte à goutte qui est inférieur à 2 l/s/ha (*Keita, 2015*).

V-6 DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION

V-6.1 Les rampes

Les conduites principales et secondaires sont en PVC et enterrées sous une profondeur de 30 cm. Pour les conduites principales et secondaires, une vitesse de 1 m/s sera imposée à l'écoulement. Le diamètre théorique est calculé en fonction de cette vitesse et du débit qu'il faut dans la conduite. Par suite il sera déterminé le profil de pressions le long de la conduite et les pertes de charge qui adviendront. Le diamètre théorique de la rampe déterminé ainsi que ses caractéristiques sont consignées dans le Tableau 9.

Tableau 9:caractéristiques des rampes

	Longueur (m)	Débit (l/h)	Diamètre (mm)	Pression nominale (bars)
Rampes	50	99,6	16	4

Nous avons au total 64 rampes dans une parcelle de 0,25 ha. La perte de charge est fonction du débit et du diamètre de la conduite. Ces pertes des charges sont regroupées en deux à savoir :

- Les pertes de charge linéaires ;
- Les pertes de charges singulières

Les pertes de charge linéaires seront déterminées à l'aide de la formule de Calmon et Lechapt, ou seront lues sur les abaques du cours Localized_Irrigation v2.15. (*Keita, 2015*)

La formule de Calmon et Lechapt est la suivante :

$$\Delta H_{\text{simple}} = \left(\frac{a * Q^n * L}{D^m} \right)$$

V-6.2 Les portes rampes

Le dimensionnement des portes rampes est fait de la même manière que celui des rampes. A chaque parcelle correspond un porte-rampe ce qui implique que le débit d'un porte-rampe correspond au débit d'une parcelle s'élevant ainsi à 6,37 m³/h. Ce débit est destiné à alimenter les 64 rampes contenues dans chaque parcelle. Le terrain de la zone d'aménagement est plat donc les variations de pression liées au dénivelé sont nulles et la conduite est en PVC PN4. Les résultats de notre dimensionnement seront consignés dans le Tableau 10.

Tableau 10:caractéristiques des porte- rampes

Type de conduite	Longueur (m)	Débit (m3/h)	Diamètre (mm)	PN (bar)
Porte-rampe	50	6,37	70,6	4

Le nombre des parcelles est égale au nombre des porte rampes et tous nos portes rampes sont enterrés à une profondeur de 30 cm.

V-6.3 Les prises parcellaires

Les prises parcellaires sont au total 200 correspondant ainsi au nombre des parcelles à alimenter. Elles sont longues de 1,5m et sont chargées de relier les porte-rampes et les conduites secondaires. Dimensionnées de la même manière que les rampes et de porte-rampes elles sont des conduites en PVC DN 70,6 PN4 et sont aussi enterrés.

Les caractéristiques sont consignées dans le Tableau 11.

Tableau 11:caractéristiques des prises parcellaires

Type de conduite	Longueur (m)	Débit (m3/h)	Diamètre (mm)	PN (bar)
Prise parcellaire	1,5	6,37	70,6	4

V-6.4 Les conduites secondaires :

Les conduites secondaires sont toutes longues de 472m. Elles alimentent les prises parcellaires et assurent la rotation des postes d'arrosage. Le débit véhiculé par une conduite secondaire est capable d'alimenter quatre (04) prises parcellaires branchées sur cette dernière. Elles sont aussi en PVC et ne comportent pas de service en route. Le dimensionnement du diamètre est fait et les résultats sont consignés dans le Tableau 12.

Tableau 12:caractéristiques des conduites secondaires

Type de conduite	Longueur (m)	Débit (m3/h)	Diamètre (mm)
Conduite secondaire	472	25,5	125

V-6.5 Les conduites primaires

Les conduites primaires sont en fait des conduites de refoulement qui partent de la station de pompage jusqu'au périmètre. Leurs longueurs varient en fonction de leur point de distribution de l'eau et véhiculent toutes un débit de 51m3/h. Sur cette conduite de refoulement de la pompe, seront placés un système de filtration et un système d'injection d'engrais

quantitatifs. Ces conduites principales assurent la distribution de l'eau aux secondaires. Dans l'organisation du réseau, chaque principale alimente deux secondaires. Et avec un nombre de 10 secondaires, nous enregistrons au total cinq (05) conduites principales de refoulement. Ces conduites sont en PVC et sont dimensionnées par le même procédé que les conduites secondaires. Leurs caractéristiques seront résumées dans le Tableau 13.

Tableau 13: Caractéristiques des conduites primaires

Type de conduite	Longueur (m)	Débit (m ³ /h)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre commercial (mm)	PN (bars)
Conduite primaire 1	516	51	135	200	8
Conduite primaire 2	730	51	135	200	
Conduite primaire 3	944	51	135	200	
Conduite primaire 4	1151	51	135	200	
Conduite primaire 5	1358	51	135	200	

V-6.6 Le système de filtration

Etant donné que la source d'eau présente des caractéristiques d'une eau chargée (eau de surface), nous avons jugé nécessaire d'installer un dispositif de filtration. Ces dispositifs seront placés en tête des conduites primaires et certain sur les secondaires afin d'avoir une bonne qualité de filtration. Ceci a l'avantage de réduire le nombre de filtres à un par secteur car chaque conduite primaire dessert alternativement deux conduites secondaires. Nous avons trois (03) types de filtre qui assureront une filtration en série.

- Le filtre à sable

Selon notre objectif de filtration, nous choisissons le filtre à sable modèle ECO SF3635140 pour la granulométrie du sable de 0,95 mm pour filtrer jusqu'à 130 µ

- Et enfin le filtre à disque

Le filtre à disques choisi est le AR3MDL2 de finesse 55 µ. Il est aussi appelé filtre à lamelles et est constitué d'un « corps » en plastique renforcé ou en acier contenant un empilement de disques en polypropylène dont la surface est rainurée.

- Les crépines

Lorsque l'eau vient directement du milieu naturel, une crépine est indispensable en tête. Cette dernière empêche la pénétration de corps étrangers pouvant obstruer les canalisations et faire des dégâts dans la pompe ou les réducteurs de pression. La crépine choisie est le PPS1008 avec une taille de la maille huit (08) pouces soit 1200 µ. Toutefois, un système de dégrillage sera

aussi installé à l'ouvrage de prise afin de débarrasser l'eau de ses particules chargées avant son aspiration.

Le critère de choix de ces dispositifs repose sur la satisfaction du débit d'irrigation demandé en aval qui est de 51m³/h. La perte de charge occasionnée est prise en compte dans le calcul de la charge totale à l'entrée de la parcelle et vaut 5 m par filtre (hydro cyclone et filtre à sable).

V-6.7 La station de pompage

Le système d'irrigation mis en place, le goutte à goutte, fonctionne avec des conduites en charge, d'où la nécessité de mettre en place des stations de pompage pour d'une part, refouler l'eau à partir du barrage jusqu'au périmètre, et d'autre part, créer la pression nécessaire au fonctionnement des organes du réseau d'irrigation. Le choix des pompes nécessaires à la station de pompage est basé sur des critères importants qui sont le débit, la hauteur manométrique totale (HMT) et la puissance.

La HMT, caractéristique de la pression totale à fournir par la pompe est déterminée par :

$$\text{HMT (m)} = \text{Ho (m)} + \Delta\text{H}_{\text{géo(m)}} + \Delta\text{H}_{\text{asp(m)}} + \Delta\text{H}_{\text{ref(m)}} + \Delta\text{H}_{\text{filtre(m)}}$$

Avec :

Ho (m): pression en tête de la conduit principale ;

ΔH_{asp} (m): pertes de charge de la conduite d'aspiration ;

ΔH_{ref}(m) : pertes de charge de la conduite de refoulement ;

ΔH_{filtres}(m) : pertes de charges occasionnées par les filtres et/ou injecteurs installés à la station de pompage;

ΔH_{geom} : différence d'altitude entre l'altitude de la surface de l'eau à la station de pompage et l'altitude au point le plus haut où l'eau doit être délivrée ;

Tableau 14:Caractéristiques des motopompes

	Q pompage (m ³ /h)	Ho(m)	ΔH _{ref} (m)	ΔH _{filt} (m)	ΔH _{géo} (m)	HMT (m)
Pompe du secteur 1	51	30,28	0,05	10	3	42,83
Pompe du secteur 2	51	30,14	0,05	10	3	42,69
Pompe du secteur 3	51	29,99	0,05	10	3	42,54
Pompe du secteur 4	51	29,85	0,05	10	3	42,40
Pompe du secteur 5	51	29,71	0,05	10	3	42,26

Pour ce système de pompage, il est prévu cinq (05) pompes immergées de type CA 65-40-200L/15-2 de HMT 48m et Q=55m³/h. Mais, deux (02) pompes de secours sont aussi prévues

en cas de panne. Pour ces pompes, il n'y a pas de perte de charge à l'aspiration par contre les filtres (hydro cyclones et à sable) engendrent une perte de charge totale de 10m. Ces pompes seront chargées de refouler l'eau dans les conduites principales à une puissance qui sera déterminée par l'expression suivante :

$$P(kw) = \frac{Q(m^3/h) * HMT(m)}{360 * e1 * e2}$$

Avec :

e1 : efficacité de la pompe

e2 : efficacité du moteur ;

Nous avons la valeur de $e1 * e2 = 0,35$ pour les moteurs diésels. La puissance de fonctionnement de la pompe est d'environ 21 kW.

L'eau sera aspirée par les pompes d'un bassin de captage construit juste à côté de leur abri. Le bassin à son tour sera alimenté par une conduite en PVC de diamètre nominal 315mm depuis la prise.

V-6.8 Etude du risque de coup de bélier

Il y a coup de bélier lorsque la valeur $(\Delta H + \Delta Hg) > 1,2 * PN$. Avec :

$$\Delta H = a * \Delta U / g$$

Hg(m) : Hauteur géométrique

ΔH (m) : Valeur absolue de la pression ou de la dépression sur la conduite suite à l'ouverture ou la fermeture brusque d'une vanne ou encore suite à un dysfonctionnement brusque.

a (m/s) : Vitesse de propagation ou célérité de l'onde de suppression ou de dépression (**a=180 m/s** pour les conduites en plastique).

ΔU (m/s) : valeur absolue de la différence des vitesses en régime permanent avant et après le coup de bélier. Elle est ici égale à la vitesse d'écoulement en régime permanent.

g(m/s) : Pesanteur

PN : Pression nominale dans le conduite en mCE (Elle vaut 80mCE)

Tableau 15: valeur des variables de vérification

ΔU (m/s)	ΔH + Hg (m)	1,5*PN (mCE)
1	22,5	96

Nous avons $\Delta H + Hg < 1,5 * PN$ donc il n'y a pas de risque de coup de bélier.

V-6.9 Conduite d'amenée et bassin de captage

Pour assurer l'acheminement de l'eau depuis la retenue jusqu'à la station de pompage, des dispositifs suivants sont prévus :

- ✚ Un ouvrage de prise calé à la cote 97,00 au regard d'une analyse faite sur l'utilisation de la retenue ;
- ✚ Une double conduite en PVC de diamètre 315mm et de longueur 160 m chemine l'eau jusqu'à la station de pompage ou il est réalisé un bassin de captage.

La station de pompage, et le bassin de captage sont un bassin de prise en béton armé. Les caractéristiques des éléments sont données dans le Tableau 16.

Tableau 16:Caractéristiques du bassin de captage et de décantation

Débit à fournir (m ³ /h)	Conduite d'amenée		Bassin de prise			Bassin de captage		
	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Dimension(m)			Dimension (m)		
			Longueur (m)	largeur (m)	Profondeur (m)	Longueur (m)	largeur (m)	Profondeur (m)
382,5	315	160 X 2	2	1,5	1,5	6	3	6

V-6.10 L'entretien du réseau

Dans l'objectif de maintenir une diffusion identique et continue de l'eau dans le périmètre, il serait important d'assurer une maintenance préventive du réseau d'irrigation. Le système de maintenance proposé par AFIDOL est le suivant :

- Les particules filtrées créent des pertes de charges au sein des filtres, ce qui s'exprime par une chute des pressions entre l'entrée et la sortie du filtre. Par conséquent, les filtres en entrée de réseau sont à nettoyer dès que la différence de pression est proche de la pression nominale. Et, pour ce faire, il faut installer des manomètres avant et après la filtration de l'eau.
- Les conduites secondaires sont purgées régulièrement à fin d'éliminer les particules accumulées au sein de ces conduites ;
- Les goutteurs peuvent se colmater par formation de dépôts calcaires. Afin de dissoudre ces concrétions, il est conseillé d'injecter de l'acide nitrique pendant 15 minutes dans le réseau d'irrigation, de sorte à ce que l'eau sortant des distributeurs présente une

concentration de 0,5% d'acide nitrique. Cette injection d'acide nitrique est suivie d'un rinçage à l'eau claire pendant 10 minutes.

- Le réseau doit être placé en hors gel au terme de la campagne d'irrigation.

V-7 DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

Le réseau d'assainissement est constitué des réseaux internes et de réseaux externes.

- Les réseaux internes sont chargés de drainer les eaux contenues dans le périmètre ;
- Les réseaux externes encore appelés collecteurs sont chargés d'évacuer les eaux sauvages venant de la zone hors périmètre.

Par sa simplicité et sa facilité de mise en œuvre, nous avons choisi le système d'assainissement par fossés ouverts pour maintenir le périmètre hors eaux. Le dimensionnement des colatures de ceinture est fait en considérant une superficie de drainage de 200m du périmètre aménagé, avec un module d'assainissement de 3,5 l/s/ha et celui des drains internes en utilisant la pluviométrie décennale sur toute la surface aménagée. Tout le réseau d'assainissement à une forme trapézoïdale et non revêtue. Les dimensions déterminées sont consignés dans le Tableau 17.

Tableau 17:Caractéristiques des colatures et drains

	Débit (m ³ /s)	Largeur au plafond (m)	Pente moyenne	Fruit du talus	Longueur (m)	tirant d'eau (m)	revanche(m)
Colature de ceinture A	0,035	0,3	5 ‰	3/2	217	0,3	0,2
	0,0400	0,3	5 ‰	3/2	217	0,3	0,2
	0,06	0,4	5 ‰	3/2	217	0,3	0,2
	0,08	0,5	5 ‰	3/2	217	0,4	0,2
	1	0,6	5 ‰	3/2	217	0,4	0,2
Colature de ceinture B	0,02	0,3	5‰	3/2	560	0,4	0,2
Drain	0,0200	0,3	5 ‰	3/2	1183	0,2	0,2

V-8 LES PISTES DE DESSERTE

Dans le but de donner une facilité d'accès, de circulation ou de manœuvrer dans le périmètre, Il est prévu de construire des pistes extérieures et intérieures. La piste principale intérieure traverse le périmètre dans sa partie centrale tandis que les pistes secondaires longent les conduites secondaires et nous permettent ainsi de manœuvrer les vannes et certains équipements qui s'y trouvent.

Tableau 18:Caractéristique des pistes

Désignation		Valeurs usuelles
Piste extérieure	Largeur (m)	5
	Épaisseur (cm)	15
Piste intérieure principale	Largeur (m)	3
	Épaisseur (cm)	15
Piste intérieure secondaire	Largeur (m)	2
	Epaisseur (cm)	10

V-9 LES OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT

Des ouvrages de franchissement sont implantés aux points de rencontre piste-colature. Ainsi, deux (02) ouvrages au total ont été prévus, notamment des buses en béton armé de diamètre 80 cm.

V-10 ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

L'objectif de la présente étude est de mettre à la disposition de la population de la zone d'influence un aménagement hydro agricole destiné à utiliser les eaux de surface retenues dans le barrage de Pensa. Mais, il est important de noter qu'un projet ne peut se concevoir sans impacts sur la zone d'implantation. Ces impacts peuvent être d'ordre environnemental, économique, social, culturel etc. A cet effet, une notice d'impact environnemental (NIE) a été mise sur pieds. Cette notice présentera les différents impacts avec leurs milieux récepteurs respectifs.

Tableau 19: Identification des sources et des récepteurs d'impacts

Phase du projet	Activités sources d'impact	Délais des activités	Description de l'impact	Milieu récepteur										
				Milieu biophysique					milieu socio-économique					
Phase de construction	Aménagement de la base vie du projet	Défrichage	Décapage de la végétation sur la zone d'implantation	Faune	Flore	Eaux	Air	Sol	Santé et sécurité	Eco	Culture	Emploi		
			Construction des chemins permanents et temporaires	Poussière et fumée générées par des travaux sur le chantier et les zones d'emprunt, bruit des engins	x	x		x	x		x	x		
			Dépôt du matériel de construction	Bruit des engins, pollution causée par la présence des ouvriers			x	x	x					
	Phase d'exécution des travaux d'aménagement	Excavation de l'assise du bassin de pompage, des fossés de drains, collecteurs et des conduites en PVC, PE	poussière et fumée générée par les travaux sur le chantier et les zones d'emprunt, nuisance sonore pendant les travaux, décapage de la végétation de la zone d'implantation des conduites	x	x	x	x			x				
		Pose des conduites du réseau d'irrigation et des équipements de la station de pompage			x	x								
		Maçonnerie des ouvrages				x	x	x	x					
		Transport des matériaux /circulation des engins		x	x	x	x	x	x					
	Phase d'exploitation du périmètre	Mise en exploitation de l'aménagement hydro agricole	Irrigation des cultures	x	x						x			
		Phase de la commercialisation des produits		x	x	x	x	x						
											x			

Tableau 20: Mesures environnementales identifiées pour la phase des travaux

Variable	Impacts	Evaluation de l'impact			Mesures environnementales identifiées
		Nature	Importance	Durée	
Habitat	Perte d'habitations	Négatif	Important	Permanent	Dédommagement des propriétaires
Végétation ligneuse	Perte en végétation ligneuse	Négatif	Important	Permanent	- Epargner plus que possible la végétation -Reboiser en compensation sur les berges
Sols		Négatif	Moyen	Durable	Remise en état des lieux après les travaux
Faune	Destruction des gîtes avec fuite de la petite faune présente	Négatif	Peu Important	Permanent	Sensibilisation pour la protection de faune
Pâturage	Réduction de pâturage	Négatif	Important	Permanent	Utilisation des résidus de la récolte
Environnement atmosphérique	Emission des gaz et des particules de poussière pendant la période des travaux	Négatif	Important	Temporaire	Maintenance et limitation de la vitesse des engins
Climat sonore	Bruit émis par les engins	Négatif		Temporaire	Maintenance, limitation de la vitesse des engins
Santé	Emission de gaz et de poussière pendant les travaux	Négatif	Peu Important	Permanent	Sécuriser les travailleurs sur le site
Eau de surface	Diminution de l'eau de surface pour la satisfaction des besoins en eau du chantier	Négatif	Peu Important	Temporaire	Utilisation rationnelle de l'eau pendant les travaux
Sol	Lessivage du sol	Négatif	Peu Important	Permanent	Fabrication des compostes pour les amendements
Eau souterraine	remontée de la nappe phréatique	Positif	Important	Permanent	Réalisation des puits, puisards à long terme pour la conduite d'activité de contre saison
	Risque de contamination de la nappe par les produits agricoles	Négatif	Important	Permanent	-Veiller à l'utilisation des produits homologués, -Former des producteurs à l'utilisation des produits agricoles sur le site

V-11 ANALYSE FINANCIERE ET ETUDE DE LA RENTABILITE

V-11.1 Analyse financière

L'analyse financière consistera à estimer les charges liées au projet ainsi que les produits générés. Une simple comparaison de ces chiffres nous permet de savoir si on réalise du bénéfice ou non. Pour plus de rigueur, nous prévoyons dans nos comparaisons un cours du temps, de l'utilisation de la méthode d'actualisation.

A- Estimation des charges d'exploitation

➤ La matière organique

Pour une intensification agricole conséquente, un amendement des sols en matière organique est nécessaire. Nous supposons une dose de 30 tonnes à l'hectare à raison de 5000F la tonne et un renouvellement tous les cinq ans, soit :

$5000 \times 30 \times 50 = 7\ 500\ 000\ \text{F CFA}$ d'investissement initial et ;

$7\ 500\ 000/5 = 1\ 500\ 000\ \text{F CFA}$ d'amortissement annuel.

➤ Personnels et intrants

Le coût général de la main d'œuvre et des intrants s'élève à **41 598 500 F CFA**. L'utilisation de ces intrants est par campagne alors elle ne génère pas un amortissement qui peut être estimé.

➤ Le coût de réalisation du barrage

Pour calculer le coût de la réalisation du barrage imputable au projet, nous estimerons les besoins en eau d'irrigation pour une année et par la règle de trois déduire la part de cette eau par rapport à la capacité de la retenue.

Nous partons sur une base de deux campagnes agricoles de quatre mois par an réparties comme suit :

Première campagne : Octobre, Novembre, Décembre, Janvier.

Deuxième campagne : Mai, Juin, Juillet, Août.

Il faut noter que pendant la deuxième campagne, nous serions déjà en saison pluvieuse et la moitié du besoin en eau sera déjà assurée par l'eau de pluie. Notre part d'irrigation sera alors une irrigation de complément.

On aurait alors un besoin en eau annuel de :

$189\ 484,215 + 348\ 176 = 537\ 660\ \text{m}^3$.

Le coût d'investissement initial du barrage imputable au projet d'irrigation est alors :

$1\ 388\ 015\ 820 \times 537\ 660 / 10\ 362\ 280 = 72\ 018\ 956\ \text{F CFA}$

Le coût annuel en amortissement à la charge des producteurs est alors :

$$(1\ 388\ 015\ 820/30) \times 53\ 7660 / 10\ 362\ 280 = \mathbf{2400632\ F\ CFA}$$

➤ **La consommation de carburant et entretien**

La consommation annuelle en gas-oil est calculée à partir du temps de fonctionnement du générateur. En effet, avec un temps de fonctionnement journalier de 16h, nous aurons ainsi un temps de fonctionnement mensuel de 480 heures. Les besoins en eau ci-dessus sont calculés pour qu'une pompe fournisse 55 m³/h.

Pour une motopompe de capacité 55 m³/h qui fonctionne, le temps mis sera :

$$537\ 660 / 55 = 9775,64 \text{ heures /an}$$

La consommation en gaz oil

$$9775,64 \times 0,34 = 3323,71 \text{ litres/an}$$

Le coût annuel du gaz oil

$$3323,71 \times 612 = \mathbf{2\ 034\ 115\ F\ CFA}$$

Le coût de l'huile (20% du coût du gaz oil)

$$2\ 034\ 115 \times 0,2 = \mathbf{406\ 822,88\ F\ CFA}$$

Les charges d'entretien (2% du coût des motopompes)

$$50\ 000\ 000 \times 0,02 = \mathbf{1\ 000\ 000\ F\ CFA}$$

Le coût total carburant et entretien

$$\mathbf{2\ 034\ 115 + 406\ 822,88 + 1\ 000\ 000 = 3\ 440\ 938\ F\ CFA}$$

➤ **Le suivi technique et les formations**

La rentabilité du projet dépendra beaucoup du niveau d'intensification agricole pratiquée sur le périmètre. Pour atteindre un certain niveau d'intensification agricole, nous suggérons non seulement des formations techniques des producteurs en maraîchage et en production pluviale mais aussi qu'un appui/conseil adéquat leur soit donné.

Il est prévu à la fois un appui/conseil technique rapproché et des sessions de formation sur des thèmes indicatifs comme ci-dessous :

- Les techniques de production végétale (techniques d'irrigation au goutte-à-goutte, techniques de fertilisation des sols, les itinéraires techniques de production...)
- Les techniques de commercialisation des produits agricoles,

Un forfait de 5 000 000 F CFA est alloué annuellement aux formations.

Pour le bon fonctionnement de nos travaux d'aménagement, nous proposons le recrutement d'un certain nombre de personnels composé de :

Un Ingénieur qui sera à temps partiel dans l'aménagement (4 mois par an) ;

Cinq techniciens qui s'occuperont chacun d'un des cinq (05) secteurs pendant trois ans d'exploitation soit six (06) campagnes agricoles à raison de deux campagnes par an.

Les charges sont estimées selon le Tableau 21.

Tableau 21: Estimation du coût du suivi/encadrement

Désignation	Coût unit	Quantité	Coût total
5 Techniciens	1 000 000	36	36 000 000
1 Ingénieur	1 000 000	4	4 000 000
6 motos	750 000	6	45 000 000
Entretien/fonctionnement	100 000	36	3 600 000
Formation	5 000 000	1	5 000 000
TOTAUX			48 600 000

➤ **Frais de gardiennage et de dépannage**

Deux gardiens permanents assureront le gardiennage des stations de pompages et ouvrages connexes pendant les périodes de nuit.

Deux gardiens à raison de 30 000 par mois.

$$30\,000 \times 3 \times 12 = 1\,080\,000 \text{ F CFA}$$

➤ **Autres matériels**

Méconnaissant les nouvelles techniques de maraichage, il serait nécessaire d'accompagner les producteurs avec un certain nombre de matériels pouvant les aider dans leur système de production. C'est ainsi que nous avons prévu les équipements tels que les bascules et les pulvérisateurs qui, malgré leur nombre réduit, seront utilisés en collectif. La liste des matériels essentiels d'accompagnement sera dans le tableau ci-dessous.

Tableau 22: Les besoins en matériel

Désignation	Quantité	prix unitaire en F CFA	prix total en F CFA	Durée vie (ans)	Amortissements annuels
Bascule	2	400 000	800 000	5	160 000
Pulvérisateur	10	60 000	600 000	3	200 000
Magasin	1	5 000 000	5 000 000	20	250 000
TOTAL			6 400 000		610 000

Nous avons prévu 10 pulvérisateurs à raison d'un pulvérisateur par secteur tandis que les

pulvérisateurs sont à raison d'une bascule pour 25 ha. Pour la conservation de ces matériels nous avons prévu un magasin.

B- Le coût des aménagements

Les travaux d'aménagement consistent en la mise en place de tous les dispositifs d'irrigation, de drainage, des pistes d'accès ainsi que les ouvrages de sécurité pour avoir un périmètre aménagé fonctionnel. En effet, ce coût déduit est environ **589 854 123 F CFA**.

V-11.2 Rentabilité financière

L'objectif premier de tout projet d'investissement est d'étudier la viabilité économique de ce projet. C'est dans ce cadre que nous allons nous intéresser à l'analyse de la rentabilité économique de l'aménagement hydro agricole de Pensa. En effet, un tableau présentant le rendement des cultures est à l'ANNEXE 3.

V-11.3 Durée de retour sur investissement

Le capital permanent investi est compris entre le cumul des soldes de la première année et celui de la quatrième année. De ceci, nous pouvons en déduire que la durée de récupération du capital investi est bien comprise entre la deuxième année et la quatrième année.

Le compte cumulé de la deuxième année est : **393 217 272 F CFA**

Le compte cumulé de la Quatrième année est : **1 182 017 809 F CFA**

Par interpolation linéaire, nous avons donc le **DRI = 2,5 ans**.

Conclusion de la rentabilité

Le capital investi au départ (**589 854 123 F CFA**) sera récupéré grâce aux soldes cumulés actualisés au bout de 2,5 ans. Cette DRI est relativement acceptable par rapport à un projet nouveau qui améliore la production agricole. En somme, l'analyse économique du projet permet de résumer ses répercussions sur l'ensemble de l'économie burkinabè et sur l'agriculture en particulier.

VI. DISCUSSION ET ANALYSES

Le principe essentiel de l'irrigation goutte à goutte est la distribution homogène de la quantité d'eau requise par la plante dans l'ensemble du champ. Elle consiste à amener l'eau sous pression dans un système de canalisation (réseau de distribution) muni d'un grand nombre de goutteurs réparties tout le long de la rampe. Dans ce périmètre, l'eau est apportée de façon fréquente et continue à un débit de 0,6 l/h. Ce débit est choisi relativement à la nature du sol et au type de culture à pratiquer. En effet, le type de culture à pratiquer dans ledit périmètre étant du maraichage, il est très important de choisir un goutteur qui délivre un petit débit pour une bonne diffusion de l'eau dans le sol (*Boyer et al. ,2013*). L'espacement entre ces distributeurs est déterminé par rapport au diamètre de bulbe qui prend en compte l'infiltration du sol. Le choix des goutteurs est fait de la sorte que l'espacement choisi permet d'avoir un recouvrement entre les distributeurs voisins. De ceci, on peut affirmer qu'il y a uniformité de l'arrosage. Les rampes aussi sont espacées entre elles de manière à avoir au minimum deux fois l'espacement des goutteurs.

Les éléments issus de l'étude du dimensionnement du réseau d'irrigation portent sur les caractéristiques de la source d'eau (barrage), de la culture, du sol et de la topographie du terrain. En effet, avec la topographie du terrain relativement plat, l'espace cultural est aménagé de manière à avoir des parcelles de même dimension (0,25ha). Ceci facilitera le dimensionnement et permettra d'avoir un choix d'équipement presque identique. Toutefois, sur certaines zones de singularité du réseau (partie haute et basse), il est prévu un certain nombre d'équipements permettant de faire la maintenance du système. Sur des zones de basse altitude, il est prévu des purges pour évacuer les dépôts de solides dans le réseau et en des points élevés, et à toutes les terminaisons des conduites secondaires, des ventouses sont installées afin de vider l'air contenu dans le système. Le schéma de distribution de l'eau dans le périmètre est représenté à l'ANNEXE 4.

En ce qui concerne les spéculations choisies, seule la plante qui a le besoin en eau le plus contraignant a été utilisée pour dimensionner le réseau. C'est pour cette raison que le chou, par son coefficient cultural plus élevé que celui des autres a été utilisé pour déterminer le besoin en eau le plus contraignant. Et ceci pour satisfaire les autres besoins quelle que soit la spéculations pratiquée.

Comme souligné dans les avantages, le système goutte à goutte présente un réseau efficace dans

la gestion de l'eau. Cette efficacité peut être définie de différentes manières à savoir :

- L'efficacité du réseau

Elle est évaluée en faisant le rapport entre le volume d'eau distribué sur le périmètre exploité et le volume pompé depuis la bache d'aspiration.

- L'efficacité de l'arrosage et de l'eau utilisée par la culture

L'objectif du choix des goutteurs de faible débit est de permettre une distribution lente donnant ainsi du temps aux plantes de puiser la quantité d'eau nécessaire dont elles ont besoin. Le rapport du volume d'eau déversé dans le champ et celui consommé par la culture permet ainsi d'évaluer l'efficacité d'arrosage du système goutte à goutte. C'est ainsi que nous avons choisi un type de goutteur de débit lent donnant ainsi un débit à la parcelle de 6,4m³/h, valeur inférieure au débit fixé par le PDMAS pour les parcelles.

Dans le souci de satisfaire le besoin en eau des plantes, cinq pompes sont installées à la station de pompage et deux autres prévues pour relayer les autres en cas de panne. Ces pompes sont alimentées par un générateur de **200 KVA**. Le générateur est chargé de faire fonctionner les pompes pendant les 16 heures de fonctionnement par jour.

Le coût total de cet aménagement est de **589 854 123 F CFA** pour un coût à l'hectare de **9 256 970 F CFA**. Ce coût à l'hectare est presque égale à celui de l'étude faite à NAKO qui est de 9 384 020 FCFA/ha (*TRAORE et al.,2012*), mais légèrement inférieur (**12 036 710 F CFA/ha**) à celui de la rive gauche à l'amont du barrage de Pensa (*AC3E/SAHEL CONSULT*). Malgré que le coût soit élevé, ce projet d'aménagement semble économiquement viable grâce au revenu élevé qu'il génère. Le revenu élevé d'une production est généralement dû au rendement élevé, à la qualité du produit et à la précocité du produit sur le marché. C'est pourquoi, des études en Inde ont montré que la méthode d'irrigation goutte à goutte permet non seulement l'augmentation du rendement mais aussi l'amélioration de la qualité du produit. (*Narayanamoothy, 1997*). Ce rendement élevé permet donc d'avoir un recouvrement rapide de nos investissements car, on trouve un avantage net ou un bénéfice net élevé avec un taux d'actualisation de 12%.

VII. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

En somme, ce projet d'aménagement de système goutte à goutte qui vise la gestion de l'eau agricole (GEA) est essentiel pour améliorer les rendements agricoles et avancer vers l'autosuffisance alimentaire. La mise en œuvre de ce système dans la commune de Pensa (zone à faible pluviométrie) est faite dans le but d'économiser de l'eau et de garantir d'excellents rendements avec une maîtrise d'irrigation et de fertilisation pendant un temps bien suivi. Cette étude de proposition d'aménagement de 50 ha par le système goutte à goutte vise à ressortir un plan constitué de réseau d'irrigation, de piste de desserte et de colatures de ceinture efficient dans son fonctionnement.

Sur le plan économique, malgré la grande rentabilité du système, force est de constater que cet aménagement nécessite un investissement important du fait des coûts d'équipements élevés. Toutefois, les marges bénéficiaires données permettent rapidement de recouvrir le coût d'investissement.

Dans le souci d'assurer la durabilité des équipements et du système de fonctionnement du réseau, nous recommandons, compte tenu de l'inexpérience des exploitants auxquels cette technologie complexe et sensible est destinée, que le suivi et l'entretien du périmètre soit confié à un groupement. Il veillera au bon fonctionnement du réseau et assurera le contrôle des paramètres hydrauliques.

Le dimensionnement de certains matériels comme les injecteurs d'engrais nécessiterait une analyse des échantillons des sols du site. Cet aspect n'ayant pas été pris en compte dans l'étude pédologique, il est donc souhaitable que ces analyses soient réalisées par un agronome afin de déterminer les dosages des fertilisants à injecter dans le réseau par rapport au type de sol.

Aussi faut-il noter qu'afin de faire un choix adéquat des équipements à utiliser dans le réseau, il serait très nécessaire de faire une analyse de l'eau du barrage pour déterminer sa turbidité, sa densité et sa salinité.

Toutefois, dans une perspective d'améliorer le système de pompage, l'utilisation d'un système solaire pour alimenter les pompes pendant les heures d'ensoleillement élevé de la journée peut s'avérer économique et permettra une indépendance du marché des hydrocarbures.

VIII. NOTE DE CALCUL

IX. BIBLIOGRAPHIE

- A. COMBEAU, P. Q. (1963). Observation de la capacité au champ de quelques sols ferrallitiques. Dans *Science du sol N°1* (p. 8).
- A.L.MAR. (2003). Ecoulement en charge.
- Abdramane, T. (2010). *Etude d'aménagement hydro agricole à travers un réseau de pivot à séribabougou.*
- AFIDOL. (2015). Matériel d'irrigation. *Programme OLEA 2020.*
- BIAOU. (2013). *Cour d'hydraulique en charge.*
- FAO. (2003). *Bulletin d'irrigation et drainage n°24.1974.*
- FAO. (s.d.). Crues et Apports. *Bulletin FAO 54.*
- FERTILE, E. (2013). *Irrigation goutte à goutte en arboriculture et culture maraichère.*
- FRENKEN, A. P. (2002). *Planning, Development Monitoring and Evaluation of Irrigated Agriculture with Farmer Participation.* Harare.
- G., D. (2006). Hydraulique et morphologie fluviales appliquées au diagnostic, à l'aménagement et la gestion des rivières. 384.
- GUEYE, I. (2015). Barrage en terre.
- KEITA, A. (2015). *Localized Irrigation.*
- M.L., C. (2003). *Cours de micro irrigation.*
- NARAYANAMOORTHY. (1997). Beneficial impact of drip irrigation: A study based on Western India. *Water Resources journal* , 195.
- NETAFIM. (2013). *Catalogue 2013.*
- OUEDRAOGO, B. (2014). Adduction en eau potable.
- PDMAS. (2009). *GUIDE 2 Equipement des parcelles.*
- SAHELCONSUL/AC3E. (2014). Etude d'Avant Projet Détaillé des Aménagements au tour du barrage de PENZA. *Memoire Technique version définitive.*
- TRAORE, Y. (2012). *Etude de barrage et aménagement hydro agricole associé à NAKO.* Ouagadougou.

Sites internet

www.agrimaroc.net/bulletin.htm visité le 17/03/ 2015

<http://hortimail.over-blog.com/travaux-par-mois-dans-jardin-2132992.html> visité le 20/03/ 2015

<http://fr.slideshare.net/guest4a5dea/dimensionnement-ouvrages-du-reseau?related=2> visité le 27/03/ 2015

http://www.afidoltek.org/index.php/Le_mat%C3%A9riel_d%27irrigation#Filtre_.C3.A0_tamis.2C_.C3.A0_disques_ou_.C3.A0_sable_.3F visité le 20 Mai 2015

http://www.ardepi.fr/fileadmin/images_ardepi/Fiches_EF/Fiches_en_pdf/25Goutte_a_Goutte.pdf (consulté le 01/04/2015)

https://www.setrevue.fr/sites/default/files/archives/Le_goutte_a_goutte_enterre_une_solution_innovante_pour_irriguer_sous_conditions_restrictives_en_eau.pdf (visité le 04/03/2015)

<http://www.horticultureetpaysage.com/article-Le-materiel-darrosage-au-goutte-a-goutte-159-1146.html> visité le 06/05/ 2015

X. ANNEXES

ANNEXE 1:PLUVIOMETRIE DE BARSALOGHO(MM)	I
ANNEXE 2: CALENDRIER D'IRRIGATION	III
ANNEXE 3: RENDEMENT DES CULTURES (Confère NOTE DE CALCUL)	IV
ANNEXE 4: RESEAU DE DISTRIBUTION DE L'EAU DANS LE PERIMETRE	V
ANNEXE 5 : Caractéristiques du barrage.....	VI

ANNEXE 1:PLUVIOMETRIE DE BARSALOGHO(MM)

Année	jan	Fev	mars	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
1961	0	0	0	0	60,6	100,1	229,2	362,1	122,2	0	0	0
1962	0	0	0	0	45,6	54,5	189,7	250,4	89	29,2	43	0
1963	0	0	3	40,5	79,6	169,7	117	174,9	183,2	52,8	0	0
1964	0	0	0	1,5	79,4	77,1	291,1	194,5	113,3	6,1	0	11,8
1965	0	0	0	0	31,6	72,6	163,6	196,9	148,4	11,3	0	0
1966	0	0	0	24	28,4	144,3	151,5	185,8	96,4	20,4	0	0
1967	0	0	3	8,6	29,4	62	144	238	100,1	0	0	0
1968	0	0,1	12	5,2	16,4	96,4	167,3	116,5	59,6	32,5	0	0
1969	0	0	2	0	29,5	94,9	136,7	230	142,2	92,7	0	0
1970	0	0	0	1,1	12,5	14,3	249,1	161,3	110,4	11,5	0	0
1971	0	0	4	1,5	10,6	116	79,7	202,2	72,8	0	0	0,3
1972	0	0,6	0	4,4	81,2	142,8	91,3	174,8	88,2	32,2	0	0
1973	0	2,5	0	25	79,8	68,2	147,7	119,8	95,3	0	0	0
1974	0	0	0	0	18	54,8	186	279	65,5	0	0	0
1975	0	0	0	0	24,1	42,7	269,3	174,6	139,4	10	0	0
1976	0	0	8	0	74,2	28,2	129,4	106,1	76,9	116,7	0	0
1977	0	0	0	0	27,1	77,3	92,9	227,4	49,5	9,5	0	0
1978	0	0	4,3	24,4	71,3	84,9	201,7	125,4	38,7	6,3	1	0
1979	0	0	2,8	0	33,7	55,4	67,9	253,4	96,8	7,5	0	0
1980	0		0	1,5	20,8	54,6	206,9	130,8	19,7	3,4	0	0
1981	0	0	4,6	0	31,8	39,1	72,9	162,2	121	0	0	0
1982	0	0	0,7	3,1	34,7	72,9	56,7	165,4	70,2	21,9	0	0
1983	0	0	0	0	24,5	103,5	132,5	138,9	33,6	8,7	0	0
1984	0		0	0,6	45	49,4	83,6	93,3	74	0	0	0
1985	0	0	0	0	23,3	47,4	64,5	210	36,7	2	0	0
1986	0	0	0	0	17,6	86,2	159,5	131,9	57,4	0	0	0
1987	0	0	0	0	0	105,7	81,7	59	110,3			
1988	0	0	0	76	0	112	169,5	263	109,9	0	0	0
1989	0	0	22,6	0	9,1	27	146,5	130	78,6	6,5	0	0
1990	0	0	0	0	35,8	32,5	54,5	175,1			0	0
1991	0	0	0	15,5	79,6	78,9	109,3	379,8			0	0
1992	0	0	0	0	22,7	16	104,9	121,5	65,3	4,1	0	0
1993	0	0	0	0	7	120,6	128,7		78,9	15,2	0	0
1994	0	0	0	0	54,5	115	226,5	357,3	139,4	53,6	0	0
1995	0	0	0	12	18,1	120,	114,6	175	49,4	25,8	0	0
1996	0	0	0	10,2	29,8	35,3	184,7	164,6	141,2	22,2	0	0
1997	0	0	0	5,3	39,1	32,8	117,2	106,5	27,9	9,1	0	0
1998	0	0	0	0	92,4	53,5	125,9	177,3	68,2	21	0	0
1999	0	0	0	5,1	0	41,9	95,6	267,2	112,6		0	0

Etude technique d'aménagement d'un périmètre hydro agricole de 50 ha par le système goutte à goutte en phase d'avant-projet détaillé. Cas de Pensa

2000	0	0	0	0	16	107,3	156,2	77,6	117,3	1,5	0	0
2001	0	0	0	0	21,2	224,4	207,2	128			0	0
2002	0	0	0	38	38,9	105,2	269,5	166	49,8	49,3	0	0
2003	0	0	11,1	1,4	37,4						0	0
2004	0	0	0	3,2	13,1	38,9	192,9	83,6	131,6	0	0	0
2005	0	0	0	9,5	0	110,7	207,9	305,6	145,3	40,3	0	0
2006	0	0	0	1,3	0	33,8	102,9	203,3	148,5	18,3	0	0
2007	0	0	0	0	26,7	32,8	173	255,5	96	0	0	0
2008	0	0	0	9,5	15	118,7	130,9	179	126,3	37,1	0	0
2009	0	8	0	13	22,2	54	201,1	159,5	68,2	26,2	0	0
Moy	0,000	0,238	1,594	6,967	32,843	76,730	149,644	185,957	92,560	18,719	0,917	0,252

ANNEXE 2: CALENDRIER D'IRRIGATION

																				3h12
																				6h24
																				9h36
																				12h48
																				16
																				16
																				12h48
																				9h36
																				6h24
																				3h12

ANNEXE 3: RENDEMENT DES CULTURES (Confère NOTE DE CALCUL)

ANNEXE 4: RESEAU DE DISTRIBUTION DE L'EAU DANS LE PERIMETRE

ANNEXE 5 : CARACTERISTIQUES DU BARRAGE

Localisation		
Village	Pensa	
Département	Pensa	
Province	Sanmatenga	
Coordonnées	Longitude	00° 48' 15'' Ouest
	Latitude	13° 39' 18'' Nord
Bassin versant		
Superficie du bassin versant	1811 km ²	
Indice de compacité	1,33	
Débit de crue centennale (m ³ /s)	500 m ³ /s (crue de projet)	
Pluviométrie moyenne annuelle	510 mm	
Apport liquide en année moyenne	64 000 000 m ³	
Apport solide annuel	222 382 m ³	
Retenue		
Cote Retenue Normale (CRN)	99,5	
Cote des PHE	100,94	
Volume de la Retenue Normale	10 362 280 m ³	
Volume au Plus Haute Eau	25 400 000 m ³	
Surface du plan d'eau à la CRN	733,74 hectares	
Surface inondée au PHE	1 305 hectares	
Hauteur maximale	3,96 m	
Evacuateurs de crue		
Déversoir central		
Type	Seuil poids	
Charge maximale sur le seuil	1,44 m	
Cote de collage	99,5	
Largeur du seuil	130 m	
Longueur bassin de dissipation	5 m	
Déversoir latéral		
Type	Seuil	
Charge maximale	0.50 m	
Cote de calage	101	
Largeur du seuil	160 m	

Source: (BERA/AC3E/EMERGENCE 2005)

NOTE DE CALCUL

Table des matières

I-	Choix des cultures	2
II-	Détermination des besoins en eau de culture	2
III-	Dimensionnement du réseau d'irrigation.....	9
III-1.	Les goutteurs.....	9
III-2.	Les rampes	10
III-3.	Les portes rampes	11
III-4.	Les prises parcellaires doubles.....	12
III-5.	Les conduites secondaires	13
III-6.	Conduite primaire.....	13
IV-	Dimensionnement de la station de pompage et de filtration	16
V-	Source d'énergie	18
VI-	Dimensionnement des colatures.....	19
VII-	Analyse financière et étude de rentabilité.....	20

Liste des tableaux

Tableau 1:	Détermination des besoins en eau pour la période de début Janvier et Mai.....	3
Tableau 2:	Détermination des besoins en eau pour la période de début Février, Juin et octobre	4
Tableau 3:	Détermination des besoins en eau pour la période de début Mars, Juillet et Novembre	6
Tableau 4:	Détermination des besoins en eau pour la période de début Mars, Juillet et Novembre	7
Tableau 5:	les besoins mensuels maximum.....	8
Tableau 6:	caractéristiques des rampes	10
Tableau 7:	c caractéristiques du porte rampe	11
Tableau 8:	caractéristiques des prises parcellaires.....	12
Tableau 9:	caractéristiques des conduites secondaires.....	13
Tableau 10:	caractéristiques de la conduite primaire 1	14
Tableau 11:	caractéristiques de la conduite primaire 2	14
Tableau 12:	caractéristiques de la conduite primaire 3	15
Tableau 13:	caractéristiques de la conduite primaire 4	15
Tableau 14:	caractéristiques de la conduite primaire 5	16
Tableau 15:	différents diamètres de la conduite de refoulement	16
Tableau 16:	Caractéristiques des motopompes	17
Tableau 17:	caractéristiques des colatures de ceinture	20
Tableau 18:	caractéristiques des drains internes.....	20
Tableau 19:	Dévis quantitatif et estimatif.....	21
Tableau 20:	Cout en matières organiques	25

Tableau 21: Recettes et charges d'exploitations	26
Tableau 22: Détermination de solde financier	29
Tableau 23: tableau des flux financier actualisés sur 20 ans	30

I- Choix des cultures

Le choix des cultures à pratiquer a été fait en se basant sur les spéculations déjà pratiquées de manière artisanale, et aussi sur l'étude agro-économique faite en phase d'avant-projet détaillé (APD). Mais, mise à part cette étude, il est important d'évaluer la possibilité du marché dans lesquels on peut écouler les produits du maraichage. C'est donc à l'issue de cela que nous avons pu détecter les spéculations mieux adaptées sur le plan économique que agronomique à la commune. Pour finir, nous avons recensé au total six (06) spéculations à savoir :

- La tomate ;
- L'oignon ;
- La pomme de terre ;
- Les aubergines ;
- Le haricot vert ;
- Et le chou.

Dans le souci de faire un dimensionnement qui permettra de faire une rotation culturale, le besoin en eau de pointe a été déterminé sur la plante la plus contraignante. Le choix de la plante contraignante a été faite sur la base des coefficients culturaux des différentes spéculations citées ci haut sur leurs différentes périodes de croissance. Après le choix de la dite spéculation, le premier mois de semis a été varié sur tous les douze mois afin de déterminer la période pendant laquelle, la plante aura besoin de beaucoup d'eau.

Les différentes phases de détermination des besoins en eau seront présentées dans le tableau ci-dessous.

II- Détermination des besoins en eau de culture

Tableau 1: Détermination des besoins en eau pour la période de début Janvier et Mai

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Nombre de jours	15	30	30	20	15	30	30	20	15	30	30	20
ETP	113,4	247,5	318,1	218,07	165,3	282,1	229	125,67	95	239,1	232,8	145,2
P	0	0,238	1,594	6,976	32,84	76,73	149,6	186	92,56	18,72	0,917	0,2521
Pe	0	0,1428	0,9564	4,1856	19,704	61,384	119,68	148,8	74,048	11,232	0,5502	0,1513
Kr	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Kc	0,45	0,75	1,05	1,05	0,45	0,75	1,05	1,05	0,45	0,75	1,05	1,05
Z(m)	0,289	0,43	0,5	0,5	0,289	0,43	0,5	0,5	0,289	0,43	0,5	0,5
Hcc (%)	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Hpf(%)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
ETM(mm)	51,03	185,63	334,01	228,97	74,385	211,575	240,45	131,95	42,75	179,325	244,44	152,46
ETMloc(mm)	41,845	152,21	273,88	187,76	60,9957	173,4915	197,17	108,2	35,055	147,0465	200,4408	125,02
Besoin net(mm/mois)	41,845	152,07	272,93	183,57	41,2917	112,1075	77,489	-40,6	-38,99	135,8145	199,8906	124,87
Besoin net(mm/j)	2,7896	5,069	9,0976	9,1785	2,75278	3,73691667	2,583	-2,03	-2,6	4,52715	6,66302	6,2433
Efficienc (Ea)	0,9	0,9	0,9	0,9								
LRt	0,0833	0,0833	0,0833	0,0833								
LR (mm/j)	0,2583	0,2583	0,2583	0,2583								
Bbrut(mm/m)	46,752	169,22	303,51	204,22								
Bbrut(mm/j)	3,1168	5,6408	10,117	10,211								
RU(AM)(mm)	40,46	60,2	70	70								
	0,603	0,404	0,25	0,2475								
RAM (rfu)(mm)	26,973	40,133	46,667	46,667								

Etude technique d'aménagement d'un périmètre hydro agricole de 50 ha par le système goutte à goutte en phase d'avant-projet détaillé. Cas de Pensa

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
PSI	0,64	0,64	0,64	0,64								
DNM(mm)	11,652	17,338	20,16	20,16								
F(d)	3,7386	3,0736	1,9927	1,9743								
T (d)	1	1	1	1								
Dose net corig(mm) Da	2,7896	5,069	9,0976	9,1785								
dose brut corig(mm) Dg	3,3579	5,8905	10,367	10,457								
Bésoin total (mm)												
Tw max (h/j)	16	16	16	16								
Ns	1	1	1	1								
Ts (h/j)	16	16	16	16								
qe (l/s/ha)	0,583	1,0227	1,7998	1,8154								

Tableau 2: Détermination des besoins en eau pour la période de début Février, Juin et octobre

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Nombre de jours	30	15	30	30	20	15	30	30	20	15	30	20
ETP	226,8	123,75	318,1	327,1	220,4	282,1	229	188,5	190	239,1	232,8	217,8
P	0	0,238	1,594	6,976	32,84	76,73	149,6	186	92,56	18,72	0,917	0,2521
Pe	0	0,1428	0,9564	4,1856	19,704	61,384	119,68	148,8	74,048	11,232	0,5502	0,1513
Kr	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Kc	1,05	0,45	0,75	1,05	1,05	0,45	0,75	1,05	1,05	0,45	0,75	1,05
Z(m)	0,5	0,289	0,43	0,5	0,5	0,289	0,43	0,5	0,5	0,289	0,43	0,5

Etude technique d'aménagement d'un périmètre hydro agricole de 50 ha par le système goutte à goutte en phase d'avant-projet détaillé. Cas de Pensa

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Hcc (%)	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Hpf(%)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ETM(mm)	238,14	55,688	238,58	343,46	231,42	126,945	171,75	197,93	199,5	107,595	174,6	228,69
ETMloc(mm)	195,27	45,664	195,63	281,63	189,7644	104,0949	140,84	162,3	163,59	88,2279	143,172	187,53
Besoin net(mm/mois)	195,27	45,521	194,68	277,45	170,0604	42,7109	21,155	13,499	89,542	76,9959	142,6218	187,37
Besoin net(mm/j)	6,5092	3,0347	6,4892	9,2483	8,50302	2,84739333	0,7052	0,4499	4,4771	5,13306	4,75406	9,3687
Efficience (Ea)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Bbrut(mm/m)	217,57	50,86	216,91	309,13	189,7433167	51,3310556	27,38	18,873	103,37	89,4255	162,34317	212,07
Bbrut(mm/j)	7,2525	3,3907	7,2302	10,304	9,487165833	3,42207037	0,9127	0,6291	5,1683	5,9617	5,4114389	10,603
RU(AM)(mm)	70	40,46	60,2	70	70	40,46	60,2	70	70	40,46	60,2	70
RAM (rfu)(mm)	21	12,138	18,06	21	21	12,138	18,06	21	21	12,138	18,06	21
PSI	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
DNM	20,16	11,652	17,338	20,16	20,16	2,58944	3,8528	4,48	4,48	2,58944	3,8528	4,48
F(d)	3,0972	3,8397	2,6718	2,1799	2,370922331	4,26284625	25,611	46,672	4,6905	2,364671366	3,7988582	2,2415
T (d)	1	1	1	1	1							
Dose net corig(mm) Da	6,5092	3,0347	6,4892	9,2483	8,50302	0	0	0	0	0	0	0

Etude technique d'aménagement d'un périmètre hydro agricole de 50 ha par le système goutte à goutte en phase d'avant-projet détaillé. Cas de Pensa

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
dose brut corrig(mm) Dg	7,8351	3,6529	7,811	11,132	10,23511667	0	0	0	0	0	0	0
Besoin total (mm)												
Tw max (h/j)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Ns	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1
Ts (h/j)	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	16	16	16	16	16	16	16
qe (l/s/ha)	1,3603	0,6342	1,3561	1,9327	1,776929977							

Tableau 3:Détermination des besoins en eau pour la période de début Mars, Juillet et Novembre

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Nombre de jours	30	20	15	30	30	20	15	30	30	20	15	30
ETP	226,8	247,5	318,1	327,1	330,6	282,1	229	188,5	190	239,1	232,8	217,8
P	0	0,238	1,594	6,976	32,84	76,73	149,6	186	92,56	18,72	0,917	0,2521
Pe	0	0,1428	0,9564	4,1856	19,704	61,384	119,68	148,8	74,048	11,232	0,5502	0,1513
Kr	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Kc	1,05	0,45	0,75	1,05	1,05	0,45	0,75	1,05	1,05	0,45	0,75	1,05
Z(m)	0,5	0,289	0,43	0,5	0,5	0,289	0,43	0,5	0,5	0,289	0,43	0,5
Hcc (%)	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Hpf(%)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ETM(mm)	238,14	111,38	238,58	343,46	347,13	126,945	171,75	197,93	199,5	107,595	174,6	228,69
ETMloc(mm)	195,27	91,328	195,63	281,63	284,6466	104,0949	140,84	162,3	163,59	88,2279	143,172	187,53

Besoin net(mm/mois)	195,27	91,185	194,68	277,45	264,9426	42,7109	21,155	13,499	89,542	76,9959	142,6218	187,37
Besoin net(mm/j)	6,5092	4,5592	9,9783	9,2483	8,83142	2,135545	1,4103	0,4499	2,9847	3,849795	9,50812	6,2458
Maxi des besoins			277,45							3,849795		9,50812

Tableau 4: Détermination des besoins en eau pour la période de début Mars, Juillet et Novembre

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Nombre de jours	30	30	20	15	30	30	20	15	30	30	20	15
ETP	226,8	247,5	318,1	327,1	330,6	282,1	229	188,5	190	239,1	232,8	217,8
P	0	0,238	1,594	6,976	32,84	76,73	149,6	186	92,56	18,72	0,917	0,2521
Pe	0	0,1428	0,9564	4,1856	19,704	61,384	119,68	148,8	74,048	11,232	0,5502	0,1513
Kr	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Kc	0,75	1,05	1,05	0,45	0,75	1,05	1,05	0,45	0,75	1,05	1,05	0,45
Z(m)	0,43	0,5	0,5	0,289	0,43	0,5	0,5	0,289	0,43	0,5	0,5	0,289
Hcc (%)	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Hpf (%)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ETM(mm)	170,1	259,88	334,01	147,2	247,95	296,205	240,45	84,825	142,5	251,055	244,44	98,01
ETMloc(mm)	139,48	213,1	273,88	120,7	203,319	242,8881	197,17	69,557	116,85	205,8651	200,4408	80,368
Besoin net(mm/mois)	139,48	212,95	272,93	116,51	183,615	181,5041	77,489	-79,24	42,802	194,6331	199,8906	80,217

Etude technique d'aménagement d'un périmètre hydro agricole de 50 ha par le système goutte à goutte en phase d'avant-projet détaillé. Cas de Pensa

Besoin net(mm/j)	4,6494	7,0985	9,6464	7,7676	6,1205	6,05013667	3,8745	-5,283	1,4267	6,48777	9,99453	5,3478
Maxi des besoins	272,9277			183,62				199,8906				

La somme totale des besoins en eau des cultures estimée par mois sont enregistrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5: les besoins mensuels maximum

JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOÛT	SEPT	OCT	NOV	DÉC
571,88	501,73	935,21	854,98	659,9097	379,0334	197,29	26,997	221,89	484,4394	685,0248	579,83

III- Dimensionnement du réseau d'irrigation

III-1. Les goutteurs

Le débit du goutteur est choisi par rapport à la structure et l'infiltration du sol, le besoin en eau des plantes et aussi au type de culture pratiqué.

- Un véritable goutteur compact autorégulant offrant une homogénéité de débit même lorsque les longueurs de lignes sont importantes et lorsque la topographie est difficile.
- Une large section de passage avec préfiltre et labyrinthe de type TURBONET™ assurant une bonne résistance aux phénomènes de colmatage.
- Une membrane en silicone permettant d'obtenir une résistance exceptionnelle aux acides et aux engrais chimiques.
- L'option anti-siphon disponible pour permettre les applications enterrées.

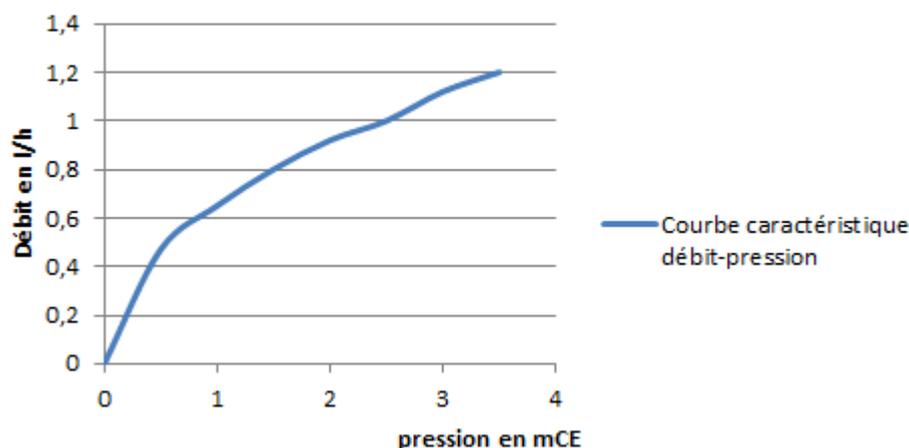
DRIPNET PC AS 150 ANTI-SIPHON AUTOREGULANT NEW		Ø 16 MM - Ø 0,38 MM - 0,4 à 2,2 bar					
l/h	0,6	1,0					
0,20	17615-000450 - DNPC1501602006	17615-001450 - DNPC150160201	13,4	600*	9600	0,491	
0,30	17615-000560 - DNPC1501603006	-	13,4	700*	11200	0,402	
0,30	-	17615-001550 - DNPC150160301	13,4	600*	9600	0,402	
0,40	17615-000630 - DNPC1501604006	-	15	1000*	16000	0,348	
0,40	-	17615-001800 - DNPC150160401	15	700*	11200	0,348	
0,50	17615-000660 - DNPC1501605006	17615-002000 - DNPC150160501	15	700*	11200	0,297	

* Bobines cartonnées



Le type de goutteur ainsi choisi est le **DNPC 150160301** autorégulant, anti siphon et délivrant un débit de **0,6l/h** sous une pression de **1bar**. L'espacement des goutteurs est recommandé par le fabricant et il est de **0,3m**. La pression de fonctionnement a été déterminée par la courbe caractéristique de AFIDOL suivante :

Courbe caractéristique débit-pression



C'est à l'issue de cette courbe caractéristique d'équation $y=0,6582X^{0,4825}$

III-2. Les rampes

Le dimensionnement des rampes doit tenir compte du débit des goutteurs, la vitesse du liquide qui y circule, les pertes de charges que peuvent engendrer ces conduites ainsi que les diamètres de ces conduites. Ainsi donc, le diamètre théorique des rampes est déterminé par la formule suivante :

$$D_{th} = \sqrt{\frac{Q}{V}} * \sqrt{\frac{4}{\pi}} \quad \text{Avec} \quad \sqrt{\frac{4}{\pi}} = 1,128$$

D_{th} : diamètre théorique vérifiant la vitesse imposée en [m]

Q : débit véhiculé en [m³/s]

V : vitesse imposée en [m/s]

La perte de charge linéaire est fonction du débit et du diamètre de la conduite. Ces pertes des charges sont regroupées en deux à savoir :

- Les pertes de charge linéaires ;
- Les pertes de charges singulières.

Les caractéristiques des rampes et leur dimensionnement sont enregistrés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6:caractéristiques des rampes

Equipements	Indice	Valeur
Goutteur		
Débit du goutteur (l/h)	Dg	0,6
Ecartement entre les goutteurs (m)	Eg	0,3
Rampe		
Δh allow (m)	ΔH_{allow}	1,2
Ecartement entre les rampes (m)	Er	0,7
Longueur d'une rampe(m)	Lrampe	50
Nombre de goutteurs par rampe	Ng/r	166
Débit de rampe (l/h)	Qrampe	99,6
Débit de rampe (m ³ /h)	Qrampe	0,0996
Planche		
Largeur de planche (m)	lph	3,1
Longueur de planche(m)	Lph	50
Nombre de rampe par planche	Nr/p	4
Nombre de planches/parcelle	Nph/p	16
Surface d'une parcelle (m ²)	Sp	0,25
Débit d'une parcelle (l/h)	Qparcelle	6374,4

Equipements	Indice	Valeur
Paramètres calculés		
Diamètre du rampe (mm)	Dthéo_rpe	5,93667932
Diamètre commerciale choisi (mm)	Dcom	16
Pdc sur la longueur de rampe (m)	Pdc-Lr	1
F	F	0,36
contre Pente de la rampe (%)	Pr	0,003
Pdc Total sur 50m (m)	Pdc-T	0,396
Pression des goutteurs (m)	Hgout	10
Pression en tête des rampes	Hramp	12,396

Dans le tableau ci-dessus, des goutteurs à la planche, l'organisation est de la manière suivante :

- 1- Les goutteurs étant espacés de 0,3m il y a au total 166 goutteurs sur une rampe de longueur 50m.
- 2- Sur chaque planche sont disposées 04 espacées de 0,7m. il y a un débord de 0,5 m de la rampe d'extrémité à la bordure de la planche.
- 3- Les planches sont espacées entre elles de 0,5m et sont au nombre total de 16 planches par parcelles avec un nombre total de 3200 planches sur les 200 parcelles.

Ce dimensionnement doit tenir compte de la règle de Christiansen qui dit que la variation de pression ne doit pas dépasser les 20% de la pression maximale ($\Delta P \leq \Delta P_{max}$).

III-3. Les portes rampes

Le périmètre compte au total 200 parcelles et sur chaque parcelle est disposé un porte rampe. Pour ce faire, on dénombre au total 200 porte rampe c'est-à-dire que le nombre de porte rampes est égale au nombre de parcelles. Le dimensionnement de ces derniers est identique à celui des rampes et les conditions de variation de pression sont identiques. Les différentes caractéristiques seront enregistrées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7:c caractéristiques du porte rampe

Equipements	Indice	Valeur
Δp_{max}	Δp_{max}	0,954
Débit du rampe (m ³ /h)	Qrampe	0,0996
Nombre de rampes	Nbr	64
Longueur du porte-rampe(m)	Lpr	50
Pente (%)	I	0
Débit du porte-rampe (m ³ /h)	Qpr	6,3744
Diamètre intérieur (mm)	Dint	47,4932117

Equipements	Indice	Valeur
Diamètre commercial (mm)	Dcom	70,6
Vitesse d'écoulement (m/s)		1
a		0,000916
n		1,78
m		4,78
Perte de charge J	J	0,00368377
Coefficient de réduction de perte de charge(F)	F	0,36
Perte de charge Total	Pdc-T	0,07293865
Différence de cote ΔZ (m)	ΔZ	0
Variation de pression ΔP	ΔP	0,07293865
Pression du gouteur le plus défavorisé (m)	Pg def	10
Pression en tête du porte-rampe (m)	Hpr	14,4689386
Pression nominale du porte rampe(m)	PN	40

III-4. Les prises parcellaires doubles

Les prises parcellaires sont au total au nombre de 200 correspondant ainsi au nombre des parcelles à alimenter. Elles sont longues de 1,5m et sont chargées de relier les porte-rampes et les conduites secondaires. Dimensionnées de la même manière que les rampes et de porte-rampes elles sont des conduites en PVC DN 60 PN4 et sont aussi enterrés. Les caractéristiques seront consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 8: caractéristiques des prises parcellaires

Equipements	Indice	Valeur
Débit du porte-rampe (m ³ /h)	Qpr	6,3744
Longueur de la prise (m)	0	1,5
Pente (%)	I	0
Débit de la prise	Qprise	6,3744
Diamètre intérieur (mm)	Dint	47,4932117
Diamètre commercial (mm)	Dcom	103,6
Vitesse d'écoulement (m/s)	v	1
a		0,000916
n		1,78
m		4,78
Perte de charge J	J	0,00058906
Coefficient de réduction de perte de charge	F	0,65
Perte de charge Total	ΔZ	2,00063177
Différence de cote ΔZ (m)	ΔP	0
Perte de charge due au filtre (m)	Pg def	2
Pression en tête de la prise (m)	Hp	16,4689386
Pression nominale de la prise(m)	PN	40

III-5. Les conduites secondaires

Les conduites secondaires sont toutes longues de 472m. Le débit véhiculé par une conduite secondaire est capable d'alimenter quatre (04) prises parcelaires branchées sur cette dernière.

Elles sont aussi en PVC et ne comportent pas de service en route. Le dimensionnement du diamètre est fait de la même manière que celui des autres conduites du réseau et les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9: caractéristiques des conduites secondaires

Equipements	Indice	Valeur
Débit de la conduite de la prise (m ³ /h)	Qprise	6,3744
Longueur de la conduite secondaire (m)	0	2360
Pente (%)	I	0
Débit du secondaire (m ³ /h)	Qsec	25,4976
Diamètre intérieur (mm)	Dint	94,9864234
Diamètre commercial (mm)	Dcom	125
Vitesse d'écoulement (m/s)	v	1
a		0,000916
n		1,78
m		4,78
Perte de charge J	J	0,0028315
Coefficient de réduction de perte de charge	F	0,4
Perte de charge Total	ΔZ	2,94022523
Différence de cote ΔZ (m)	ΔP	0
Variation de pression ΔP	Pg def	2,94022523
Pression en tête du secondaire (m)	Hsec	19,4091639
Pression nominale du secondaire(m)	PN	60

III-6. Conduite primaire

Les conduites primaires sont aussi des conduites de refoulement. Elles sont au total au nombre de cinq (05) et véhiculent toutes un débit de 51m³/h. Leur dimensionnement est fait à partir de plusieurs formules comparées. Les différents résultats sont enregistrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10: caractéristiques de la conduite primaire 1

Equipements	Indice	Valeur
Débit de la conduite secondaire (m3/h)	Qsec	25,4976
Longueur de la conduite primaire(m)	0	1282,8
Pente (%)	I	0
Débit du primaire (m3/h)	Qpri	50,9952
Diamètre intérieur (mm)	Dint	134,331088
Diamètre commercial (mm)	Dcom	200
Vitesse d'écoulement (m/s)	v	1
a		0,000916
n		1,78
m		4,78
Perte de charge J	J	0,00102839
Coefficient de réduction de perte de charge	F	0,6
Perte de charge de filtre à disque(m)		5
Perte de charge d'injecteur d'engrais(m)		5
Perte de charge Total	ΔZ	10,8706802
Différence de cote ΔZ (m)	ΔP	0
Pression en tête du primaire (m)	Hp	30,2798441
Pression nominale du primaire	PN	80

Tableau 11:caractéristiques de la conduite primaire 2

Equipements	Indice	Valeur
Débit de la conduite secondaire (m3/h)	Qsec	25,4976
Longueur de la conduite primaire(m)	L	1073,1
Pente (%)	I	0
Débit du primaire	Qpri	50,9952
Diamètre intérieur (mm)	Dint	134,331088
Diamètre commercial (mm)	Dcom	200
Vitesse d'écoulement (m/s)	v	1
a		0,000916
n		1,78
m		4,78
Perte de charge J	J	0,00102839
Coefficient de réduction de perte de charge	F	0,6
Perte de charge de filtre à disque(m)		5
Perte de charge d'injecteur d'engrais(m)		5
Perte de charge Total	Pdc-T	10,7283497
Différence de cote ΔZ (m)	ΔZ	0
Pression en tête du primaire (m)	Hp	30,1375135
Pression nominale du primaire	PN	80

Tableau 12: caractéristiques de la conduite primaire 3

Débit de la conduite secondaire (m ³ /h)	Qsec	25,4976
Longueur de la conduite primaire(m)	0	855,76
Pente (%)	I	0
Débit du primaire (m ³ /h)	Qpri	50,9952
Diamètre intérieur (mm)	Dint	134,331088
Diamètre commercial (mm)	Dcom	200
Vitesse d'écoulement (m/s)	v	1
a	0	0,000916
n	0	1,78
m	0	4,78
Perte de charge J	J	0,00102839
Coefficient de réduction de perte de charge	F	0,6
Perte de charge de filtre à disque(m)	0	5
Perte de charge d'injecteur d'engrais(m)	0	5
Perte de charge Total	ΔZ	10,5808336
Différence de cote ΔZ (m)	ΔP	0
Pression en tête du primaire (m)	Hp	29,9899975
Pression nominale du primaire	PN	80

Tableau 13: caractéristiques de la conduite primaire 4

Débit de la conduite secondaire (m ³ /h)	Qsec	25,4976
Longueur de la conduite primaire(m)	0	655,55
Pente (%)	I	0
Débit du primaire (m ³ /h)	Qpri	50,9952
Diamètre intérieur (mm)	Dint	134,3310883
Diamètre commercial (mm)	Dcom	200
Vitesse d'écoulement (m/s)	v	1
a		0,000916
n		1,78
m		4,78
Perte de charge J	J	0,001028385
Coefficient de réduction de perte de charge	F	0,6
Perte de charge de filtre à disque(m)		5
Perte de charge d'injecteur d'engrais(m)		5
Perte de charge Total	ΔZ	10,4449442
Différence de cote ΔZ (m)	ΔP	0
Pression en tête du primaire (m)	Hp	29,85410808
Pression nominale du primaire	PN	80

Tableau 14:caractéristiques de la conduite primaire 5

Débit de la conduite secondaire (m3/h)	Qsec	25,4976
Longueur de la conduite primaire(m)	0	450
Pente (%)	I	0
Débit du primaire (m3/h)	Qpri	50,9952
Diamètre intérieur (mm)	Dint	134,331088
Diamètre commercial (mm)	Dcom	200
Vitesse d'écoulement (m/s)	v	1
a	0	0,000916
n	0	1,78
m	0	4,78
Perte de charge J	J	0,00102839
coefficient de réduction de perte de charge	F	0,6
Perte de chargée filtre à disque(m)	0	5
Perte de charge d'injecteur d'engrais(m)	0	5
Perte de charge Total	ΔZ	10,3054304
Différence de cote ΔZ (m)	ΔP	0
Pression en tête du primaire (m)	Hp	29,7145943
Pression nominale du primaire	PN	80

Tableau 15: différents diamètres de la conduite de refoulement

Q(m3/h)	26
Diamtre (m)	
Bresse	
$D(m)=1,5*Q^{(0,5)}$	0,127
Bresse modifié	
$D(m)=0,8*Q^{(1/3)}$	0,155
Munier	
$D(m)=(1+0,02*n)*Q^{0,5}$	0,112
Flament	
$v(m/s) < D(m)+0,6$	0,4

IV- Dimensionnement de la station de pompage et de filtration

Le système d'irrigation mis en place, le goutte à goutte, fonctionne avec des conduites en charge, d'où la nécessité de mettre en place des stations de pompage pour d'une part, refouler l'eau à partir du barrage jusqu'au périmètre, et d'autre part, créer la pression nécessaire au fonctionnement des organes du réseau d'irrigation. Le choix des pompes nécessaires au à la

station de pompage est basé sur des critères importants dont le débit, la hauteur manométrique totale (HMT) et la puissance.

La HMT, caractéristique de la pression totale à fournir par la pompe est déterminée par :

$$\text{HMT (m)} = \text{Ho (m)} + \Delta\text{Hgéo(m)} + \Delta\text{Hasp(m)} + \Delta\text{Href(m)} + \Delta\text{Hfiltre(m)}$$

Avec :

Ho (m): pression en tête de la conduit principale ;

ΔHasp (m): pertes de charge de la conduite d'aspiration ;

ΔHref (m) : pertes de charge de la conduite de refoulement ;

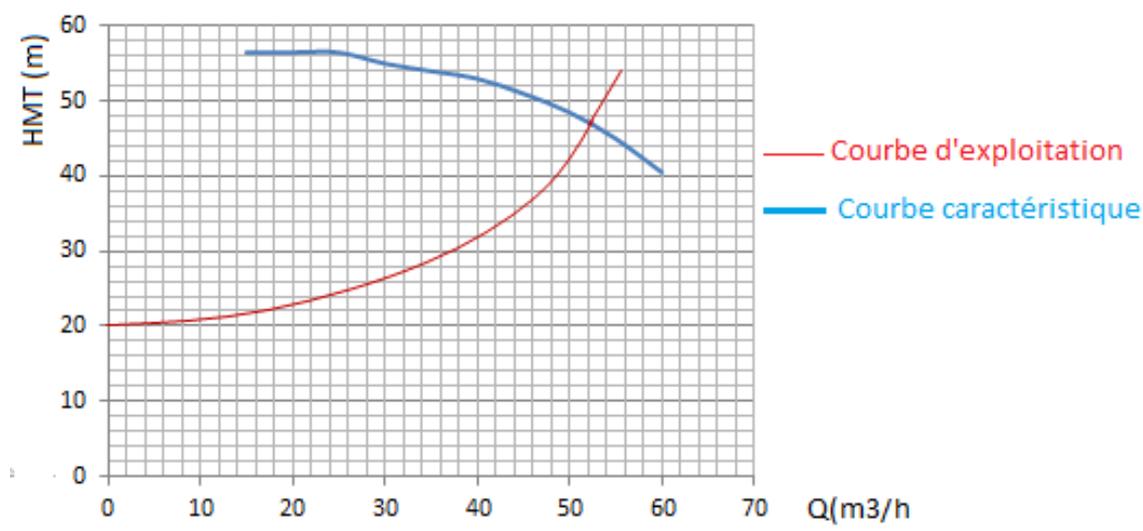
$\Delta\text{Hfiltres}$ (m) : pertes de charges occasionnées par les filtres et/ou injecteurs installés à la station de pompage;

$\Delta\text{H geom}$: différence d'altitude entre l'altitude de la surface de l'eau à la station de pompage et l'altitude au point le plus haut où l'eau doit être délivrée ;

Tableau 16:Caractéristiques des motopompes

	Q pompage (m3/h)	Ho(m)	ΔHref (m)	ΔHfilt (m)	$\Delta\text{Hgéo}$ (m)	HMT (m)
Pompe du secteur 1	51	30,28	0,05	10	3	42,83
Pompe du secteur 2	51	30,14	0,05	10	3	42,69
Pompe du secteur 3	51	29,99	0,05	10	3	42,54
Pompe du secteur 4	51	29,85	0,05	10	3	42,40
Pompe du secteur 5	51	29,71	0,05	10	3	42,26

La courbe caractéristique de la pompe est la suivante :



Station de filtration

Le choix des filtres se fait en fonction de :

- La qualité de l'eau ;
- Le besoin en filtration des distributeurs.

Pour répondre aux besoins de chaque situation, différents types de filtres ont été utilisés à savoir le filtre à sable, hydro cyclone et le filtre à disque. Les catalogues qui ont permis leur choix sont présentés ci-dessous.

STATIONS DE FILTRATION A SABLE MODELE ECO.						
	Désignation	E / S	C/L m ² /h	maxi m ² /h		€
72000-000740 - SF2620130	2 x 620 + 1 x 130S	Bride 3"	17	30	1	7962,48
72000-000760 - SF3620130	3 x 620 + 1 x 130S	Bride 3"	17	50	1	8115,69
72000-000800 - SF2635130	2 x 635 + 1 x 130S	Bride 3"	26	40	1	8593,12
72000-000820 - SF3635140	3 x 635 + 1 x 140S	Bride 4"	26	60	1	11691,90
72000-000840 - SF4635140 	4 x 635 + 1 x 140S	Bride 4"	26	100	1	14123,76
72000-000860 - SF5635140 	5 x 635 + 1 x 140S	Bride 4"	26	110	1	16777,90
72000-000880 - SF3650160 	3 x 650 + 1 x 160S	Bride 6"	54	120	1	19368,54
72000-000900 - SF4650160 	4 x 650 + 1 x 160S	Bride 6"	54	160	1	23460,95
72000-000920 - SF5650160 	5 x 650 + 1 x 160S	Bride 6"	54	200	1	28315,57

FILTRES ARKAL TWIN LITE 3" DOUBLE MALE 3" - PN8 / SURFACE 1900 CM ²						
	③	Finesse	m ² /h		€	
70640-006758 - AR3MDL6		400 μ	50	1	323,93	
70640-006762 - AR3MDL5		200 μ	50	1	323,93	
70640-006765 - AR3MDL4		130 μ	50	1	323,93	
AR3MDL3		100 μ	50	1	323,93	
AR3MDL2		55 μ	34	1	323,93	
AR3MDL1		20 μ	16	1	323,93	

V- Source d'énergie

Avec un débit de 55m³ /h et une HMT de 48m les pompes seront alimentées à base d'un groupe électrogène de marque SDMO de 200 KVA, de fréquence 50 Hz.

Groupe électrogène silencieux 200 kVA



Groupe électrogène silencieux 200 kVA Gamme de Groupes électrogènes de 20 à 2500Kva, classiques et insonorisés avec moteurs. 198 kVA - 158 kW 50 Hz, 400/230 Volts, 1500 r.p.m.

Figure 1: Photo de groupe électrogène

VI- Dimensionnement des colatures

Avant de dimensionner les colatures de ceinture et les drains d'évacuation des eaux internes au périmètre, il est nécessaire déterminer les profils du terrain naturel.

Les données utilisées pour le dimensionnement des colatures et des drain sont :

- Le coefficient de ruissellement $K_r =$
- La pente $I = 5\%$.
- La pluviométrie décennale déterminée à partir du bulletin FAO de 90mm.
- Les canaux ne sont pas revêtus
- La formule utilisée est le Manning Strickler

$$Q = K_s \times S \times R_H^{2/3} \times \sqrt{I}$$

Les colatures sont dimensionnées de sorte à évacuer les eaux pluviales venant de 200 m du périmètre tandis que les drains sont dimensionnés à évacuer une pluviométrie de 90mm pendant un temps de 24h. Il est nécessaire que les bases soient fixées de manière à ce qu'une pelle manuelle puisse faire la maintenance du fond.

Tableau 17:caractéristiques des colatures de ceinture

B (m)	BANDE (m)	DEBIT Q (l/s)	m	y(m)
0,3	217	20	1,5	0,3
0,4	434	40	1,5	0,3
0,5	651	60	1,5	0,3
0,6	868	80	1,5	0,4
0,7	1085	100	1,5	0,4

Tableau 18:caractéristiques des drains internes

Caractéristiques	Drains internes
Pente	0,005
largeur au plafond (m)	0,3
Tirant d'eau (m)	0,3
Revanche(m)	0,2
Profondeur totale du canal(m)	0,5

VII- Analyse financière et étude de rentabilité

Tableau 19: Dévis quantitatif et estimatif

Prix n°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total	Amortissement
1	INSTALLATION					
1.1	Amené et repli du matériel	ft	1	2 100 000	2 100 000	
1.2	Installation chantier	ft	1	1 000 000	1 000 000	
1.3	Implantation des réseaux (irrigation, drainage et pistes)	ha	54,00	30 000	1 620 000	
	Total 1. Installation				4 720 000	157333
2	STATION DE POMPAGE					
2.1	Bassin de prise en tete de conduite d'amenée comprenant: Fouille en excavation sous eau pour ouvrage de captage, Béton de propreté, Béton armé dosé à 350 kg/m ³ pour bassin, Grille de protection contre les apports solides	U	1	650 000	650 000	
2.2	Bassin d'aspiration comprenant: Fouille en excavation, béton de propreté, béton armé, grille de protection et clôture maillée de 10 x 10 cm en tube carré de 25 (hauteur:1,5m)	U	1	5 500 000	5 500 000	
2.3	Fourniture et pose des conduites d'amenée en PVC PN4 Ø315	ml	320	20 000	6 400 000	
2.4	Ouverture de digue pour pose de conduite en PVC et fermeture et recompactage après pose de conduites	m ³	63	10 000	630 000	
2.5	Béton armé pour écran anti renard	m ³	1	175 000	175 000	
	Groupe électrogène	U	1	7 500 000	7 500 000	
2.6	Abri des motopompes (hangar structure métallique)	U	1	4 500 000	4 500 000	
2.7	pompe immergée y compris accessoires de raccordement et supprt métallique pour installation Q=55m³/h et Hmt = 45 m	U	7	8 000 000	56 000 000	
	Total 2. Station de pompage				81 355 000	2711833

Prix n°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total	Amortissement
3	RESEAU D'IRRIGATION					
3.1	Terrassement					
3.1.1	Fouille en tranchée pour conduites et fermeture après pose	m ³	1 760	4 000	7 040 000	
3.1.2	Plus-value pour déblais rocheux	m ³	pm			
3.1.3	Lit de pose en sable pour conduite PVC	m ³	64	10 000	640 000	
3.2	Vannes et butées					
3.2.1	Vanne papillon y compris accessoires de raccordement Ø110	U	120	140000	16 800 000	
3.2.2	Vanne papillon y compris accessoires de raccordement Ø125	U	40	475000	19 000 000	
3.2.3	Vanne papillon y compris accessoires de raccordement Ø200		5	475000	2 375 000	
3.2.4	Buté de blocage en béton des conduites au changement de direction et aux nœuds (cond primaires-cond secondaires)	U	15	20000	300 000	
3.3	Conduites PE et PVC et accessoires					
3.3.1	fourniture et pose de rampe en PE Ø 16, goutteurs epais gaine 0,5mm auto regulé;intégrés, esp 30 cm q= 0,6l/h	ml	640000	225	144 000 000	
3.3.2	Elément pour fermeture des bouts de rampes	U	12800	200	2 560 000	
3.3.3	Fourniture d'éléments de raccordement rampe/porte rampe	U	12800	250	3 200 000	
3.3.4	fourniture et pose de conduites PE Ø 75 pour porte rampes pièces de raccordement et toutes sujétions	ml	10000	5 000	50 000 000	
3.3.5	Fourniture et pose de conduite PVC PN 6 Ø110 pièces de raccordement et toutes sujétions	ml	300	5 500	1 650 000	

Prix n°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total	Amortissement
3.3.6	Fourniture et pose de conduite PVC PN 6 Ø125 y compris pièces de raccordement et toutes sujétions	ml	4720	5 500	25 960 000	
3.3.7	Fourniture et pose de conduite PVC PN 8 Ø200 y compris pièces de raccordement et toutes sujétions	ml	4700,0	22 500	105 750 000	
	Total 3. Réseau D'irrigation				333 120 000	16 656 000
4	FILTRES, INJECTEURS ET AUTRES APPAREILLAGES					
4,1	Filtre à disque en tête de réseau (26m3/h)	U	10	120 000	1 200 000	
4.2	Filtre à sable de 26 à 60 m3/h	u	10	2 500 000	25 000 000	
4.3	Injecteur d'engrais	u	20	114 621	2 292 420	
4.4	purge	u	20	114 631	2 292 620	
4.5	Ventouse	u	35	52463	1 836 205	
4.6	manomètre (0-1,6 bars)	U	10	10128	101 280	
4.7	manomètre (0-4 bars)	U	25	10128	253 200	
4.8	clapet anti retour Ø125	U	20	27500	550 000	
4.9	clapet anti retour Ø200	U	5	27500	137 500	
4.10	Compteur d'eau à vitesse à Turbine - Woltman (DN200mm; Qn 55m3/h)	U	5	584 025	2 920 125	
4.11	débitmètre Q 55m3/h Ø 200	U	5	584 025	2 920 125	
4.12	L'imitateur de débit Ø 200	U	5	60000	300 000	
	Total 4. Filtres, injecteurs et appareils				39 803 475	1990173,75
5	DRAINAGE/PROTECTION					
5.1	Déblai pour colature de ceinture	m ³	765	2 500	1 912 500	
5.2	Déblais pour drains	m ³	493	2 500	1 232 000	
	Total 5. Drainage /protection				3 144 500	157225

Prix n°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total	Amortissement
6	PISTES DE CIRCULATION					
6.1	TERRASSEMENT					
6.1.1	décapage de l'emprise des pistes	m ²	8936	500	4 468 000	
6.1.2	remblai d'emprunt	m ³	893	5 000	4 465 000	
6.1.3	Couche de roulement	m ³	1347	5 000	6 735 000	
6.1.4	remblai d'emprunt pour piste secondaire	m ³	2000	5 000	10 000 000	
6.2	<u>OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT</u>					
6.2.1	Fouilles pour ouvrages	m ³	104,4	3 500	365 400	
6.2.2	Fourniture et pose de Buses en BA Ø800 y compris tous travaux de protection	ml	15,0	200 000	3 000 000	
	Total 6. Pistes de circulation				29 033 400	1451670
7	AMENAGEMENTS TERMINAUX					
7.1	Défrichage et débroussaillage	ha	54,0	100 000	5 400 000	
7.2	Abattage d'arbres e dessouchage d'arbres diamètre sup à 50 cm	ff	1,0	300 000	300 000	
7.3	Labour A SEC	ha	50,0	60 000	3 000 000	
	Total 7. Aménagement terminaux				8 700 000	435000
						23559235
	TOTAL HT/HD				499 876 375	4 240 662
	TVA (18%)				89 977 748	27 799 898
	TOTAL GENERAL TTC				589 854 123	
	COUT A L'HECTARE EN HTVA				9 256 970	

Tableau 20: Cout en matières organiques

Cultures	Quantités (Kg/ha)	Couts unitaires(FCFA)	Superficies culturales (ha)	Total
	Fumure de fond (t/ha)	Fumure de fond		
Chou	30	5000	10	1 500 000
Tomate	30	5000	10	1 500 000
Pomme de terre	30	5000	10	1 500 000
Haricot vert	30	5000	5	750 000
Oignon	30	5000	10	1 500 000
Aubergine	30	5000	5	750 000
TOTAL	180		50	7 500 000
Amortissement				1 500 000

Tableau 21: Recettes et charges d'exploitations

Période	Spéculations	Sup(ha)	Investissement et intrants	Cout				Produits			
				Dose (kg/ha)	Quantité (kg)	Prix unitaire	Prix total	Rendt (t/ha)	Quantité	Prix unit	Prix total
campagne humide	Chou	10	semence	0,3	3	100000	300000	30	300	175000	52 500 000
			NPK	0	0	0	0				
			Urée	200	2000	300	600000				
			Main d'œuvre	1	10	20000	200000				
					0						
					0			1100000			
	Tomate	10	semence	0,4	4	60000	240000	40	400	175000	70 000 000
			NPK	300	3000	600	1800000				
			Urée	200	2000	300	600000				
			Main d'œuvre	1	10	2000	20000				
					0						
					0			2660000			
	Pomme de terre	10	semence	1500	15000	1300	19500000	30	300	300000	90 000 000
			NPK	0	0	0	0				
			Urée	150	1500	300	450000				
			Main d'œuvre	1	10	20000	200000				
					0						
					0			20150000			
	Oignon	10	semence	3	30	60000	1800000	35	350	300000	105 000 000
			NPK	0	0		0				
Urée			200	2000	300	600000					
Main d'œuvre			1	10	20000	200000					
				0							
				0			2600000				

Période	Spéculations	Sup(ha)	Investissement et intrants	Cout				Produits			
	Aubergine	5	semence	0,3	1,5	9000	13500	30	150	150000	22 500 000
			NPK	0	0	0	0				
			Urée	150	750	300	225000				
			Main d'œuvre	1	5	20000	100000				
					0						
			0			338500					
	Haricot vert	5	semence	30	150	45000	6750000	20	100	300000	30 000 000
			NPK	0	0	0	0				
			Urée	150	750	300	225000				
			Main d'œuvre	1	5	20000	100000				
							7075000				
TOTAL		50				33923500				370 000 000	
Campagne Sèche	Chou	10	semence	0,3	3	100000	300000	30	300	175000	52 500 000
			NPK	0	0	0	0				
			Urée	250	2500	300	750000				
			Main d'œuvre	1	10	20000	200000				
					0						
					0			1250000			
	Tomate	10	semence	0,4	4	60000	240000	40	400	175000	70 000 000
			NPK	300	3000	600	1800000				
			Urée	250	2500	300	750000				
			Main d'œuvre	1	10	2000	20000				
					0						
					0			2810000			
	Pomme de terre	10	semence	1500	15000	1300	19500000	30	300	300000	90 000 000
			NPK	0	0	0	0				
			Urée	200	2000	300	600000				

Période	Spéculations	Sup(ha)	Investissement et intrants	Cout				Produits			
			Main d'œuvre	1	10	20000	200000				
						0					
						0			20300000		
	Oignon	10	semence	3	30	60000	1800000	35	350	300000	105 000 000
			NPK	0	0		0				
			Urée	200	2000	300	600000				
			Main d'œuvre	1	10	20000	200000				
						0					
						0			2600000		
	Aubergine	5	semence	0,3	1,5	9000	13500	30	150	150000	22 500 000
			NPK	0	0	0	0				
			Urée	200	1000	300	300000				
			Main d'œuvre	1	5	20000	100000				
						0					
						0			413500		
	Haricot vert	5	semence	30	150	45000	6750000	20	100	300000	30 000 000
			NPK	0	0	0	0				
			Urée	200	1000	300	300000				
			Main d'œuvre	1	5	20000	100000				
							7150000				
TOTAL		50				34523500				370 000 000	
TOTAL DES DEUX SAISONS						41598500				740 000 000	

Tableau 22:Détermination de solde financier

RUBRIQUES	Unité	PU	Quantité	Cout total
Investissements et renouvellements				
Aménagement du barrage	u	72 018 956	1	72 018 956
Aménagement du périmètre	u	646592184	1	646 592 184
Autres matériels (5ans)	u	6400000	1	6 400 000
Sous total charge d'investissement				652 992 184
Charges d'exploitation				
Matières organiques	u	7500000	1	7 500 000
Carburant et entretien	u	3440938	1	3 440 938
Suivi et formation technique	u	48600000	1	48 600 000
Gardiennage	u	1080000	1	1 080 000
Personnel et intrants en saison humide	u	33923500	1	33 923 500
Personnel et intrants en saison sèche	u	33923500	1	33 923 500
Sous total des charges d'exploitation				128 467 938
Amortissements	u	26063705	1	26 063 705
Recettes	u			
Recettes de la saison humide	u	370000000	1	370 000 000
Recettes de la saison sèche	u	370000000	1	370 000 000
Recettes totales				740 000 000
Solde financier				- 652 992 184
Cumul des soldes				- 652 992 184

Tableau 23: tableau des flux financier actualisés sur 20 ans

	Année									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coéfficient d'actualisation (CA)	0,892857143	0,797193878	0,711780248	0,635518078	0,567426856	0,506631121	0,452349215	0,403883228	0,360610025	0,321973237
Solde financier actualisé (SFA)	522 739 604	466 731 790	416 724 812	372 075 725	332 210 469	296 616 490	264 836 152	236 460 850	211 125 759	188 505 142
Cumul des soldes	- 73 514 518	393 217 272	809 942 084	1 182 017 809	1 514 228 278	1 810 844 768	2 075 680 920	2 312 141 770	2 523 267 529	2 711 772 671
	Année									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Coéfficient d'actualisation (CA)	0,287476104	0,256675093	0,22917419	0,204619813	0,182696261	0,163121662	0,145644341	0,13003959	0,116106777	0,103666765
Solde financier actualisé (SFA)	168 308 162	150 275 145	134 174 237	119 798 426	106 962 880	95 502 571	85 270 153	76 134 065	67 976 844	60 693 611
Cumul des soldes actualisés	2 880 080 833	3 030 355 978	3 164 530 214	3 284 328 640	3 391 291 520	3 486 794 091	3 572 064 244	3 648 198 309	3 716 175 153	3 776 868 764