



C.E.T.R.I

CABINET D'ETUDE TECHNIQUE ET DE RECHERCHE EN INGENIERIE

09 BP 1133 OUAGADOUGOU B-F 09

E-mail : cetri@fasonet.bf

Tél. : 50 36 02 01

**ETUDE DE FAISABILITE D'UN AMENAGEMENT
HYDRO-AGRICOLE DE 20 HA EN SEMI
CALIFORNIEN DANS LA VALLEE DE
SOUM/BOULKIEMDE AU BURKINA FASO**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN EAU ET ENVIRONNEMENT**
OPTION : Infrastructures et Réseaux Hydrauliques (IRH)

Présenté et soutenu publiquement le [19/01/2017] par

Mme Bandiba Balkissa SANA/TRAORE

Travaux dirigés par :

M. Bassirou BOUBE,

Enseignant en Irrigation, Département Génie Civil et Hydraulique (GCH), 2iE

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Dial NIANG

Membres et correcteurs :

Dr. Amadou KEITA

M. Roland YONABA

M. Bassirou BOUBE

Promotion [2014/2016]

Dédicaces

Je dédie ce travail à ma famille pour ses soutiens multiformes et continus au cours de ma formation.

Remerciements

Les résultats obtenus de la présente étude sont le fruit de la réflexion et de la collaboration entre l'étudiante que je suis et les encadreurs venant en appui à la structure d'accueil CETRI.

Mes remerciements vont de tout cœur à ceux qui, de près ou de loin ont contribué à ma formation durant le cycle d'ingéniorat.

Que notre encadreur externe Mr COMPAORE, trouve ici nos remerciements pour son encadrement, son sens profond de l'écoute et sa disponibilité ;

Que notre encadreur interne Mr Bassirou BOUBE ainsi que tout le corps professoral du 2IE, trouvent ici nos remerciements pour leur encadrements, le savoir et les connaissances transmis ;

Que Monsieur Francis DAMIBA, Directeur Général du cabinet CETRI, son Directeur Technique, Mr Fouta DERA et Mr Josué GUIGMA, chargé d'études trouvent nos remerciements pour leur soutien, le bon climat de travail et leurs disponibilités.

Que Mr KOKOLE Agbevide, ingénieur en génie-civil et infrastructures et Mr Mamadou Lamine KONE, consultant Général en Hydraulique et Piste Rural à CETRI trouvent ici nos remerciements pour leurs soutien, disponibilité et leur encadrement.

Résumé

L'irrigation est considérée comme un moyen d'intensification de l'agriculture. Elle contribue à en augmenter la productivité tout en la sécurisant contre les risques de sécheresse. C'est un moyen de lutte contre la pauvreté et la faim qui sévissent de façon endémique l'Afrique occidentale en général et le Burkina Faso en particulier.

Le présent travail a pour but la proposition et le dimensionnement d'un réseau d'irrigation de type semi californien d'un périmètre d'environ 20 hectares dans le village de Soum/Boulkiemdé au Burkina Faso. Cet aménagement se fera en amont rive gauche du barrage de capacité 203 million de mètres cubes. La méthodologie adoptée est d'abord une revue documentaire, ensuite une exploitation des données recueillies et enfin la rédaction du présent rapport. Des parcelles de 0,25 ha seront aménagées pour l'exploitation des paysans. Des quartiers hydrauliques de 2,5 ha et un débit d'équipement de 3,25 l/s/ha ont été évalués. L'eau est acheminée vers le réseau via des conduites d'adductions de diamètre 315 mm et des conduites de distributions dont les diamètres varient entre 100-315 mm. Les conduites dans leurs ensembles seraient d'une longueur de 3330 m pour la distribution et 1170 m pour le refoulement.

De cette étude, il ressort qu'un assolement à l'hectare de 40% de tomate, 40% d'oignon et 20% de chou en campagne de contre saison contre 100% de maïs en campagne hivernale serait adéquat. Aussi, cet assolement s'accompagnerait d'apports en nutriments tels que l'azote, le potassium, le phosphore en compensation à l'insuffisance de ces éléments dans le sol du site.

Le cout global du projet s'élèverait à 146 799 094 soit un investissement de 7 160 931 FCFA à l'hectare, avec une durée de retour sur investissement de trois ans.

Mots clé :

- Irrigation,
- Semi-californien;
- Soum/Boulkiemdé;
- Tomate

Abstract

Irrigation is considered as a way of agricultural intensification. It contributes to increase that one's productivity and to give security against the risks of drought. It is a way of struggling against poverty and hunger which continuously devastate in African countries in general and in Burkina Faso in particular.

The aim of this work is to propose and design an irrigation network with an irrigation scheme of about 20 hectares in the village of Soum in Burkina Faso. This arrangement will be done upstream, on the left side of the barrage of a capacity of 203 million of cubic meters. The methodology is at firstly a documentary review, secondly an exploitation of collected data and at last the report writing. Farm plot of 0.25 ha will be arranged for farmers' exploitation. A hydraulic quarter of 2.5 ha and a specific discharge of 3.25 l/s/ha will be evaluated. Water is dispatched in the network by canalization pipes and distribution pipes. These pipes have a diameter which measures about 100 to 315 mm each and have a total length of 3330 meters of distribution and 1170 meters for canalization.

From that study, it is retained that a crop rotation per hectare of 40% onions; 40% tomatoes and 20% cabbages during dry season agricultural campaign and against 100% maize would be suitable during rainy season. Likewise, this crop rotation would be followed by a supply of fertilizers (nutrients) such as nitrogen, phosphorus and potassium in order to compensate their lack in this very experimental perimeter (area).

The project's whole cost is estimated at about 146 799 094 FCFA which stands for an investment of 7 160 931 FCFA per hectare with a return on investment of 03 years.

Key words

- Irrigation,
- Half-californien ;
- Soum/Boulkiemdé;
- Tomatoe

Table des matières

Dédicaces	i
Remerciements	ii
Résumé	iii
Abstract	iv
Liste des abréviations	vii
Liste des symboles	viii
Liste des figures	x
Liste des tableaux	xi
Présentation de la structure d'accueil	xii
I. Introduction.....	1
I.1. Problématique	2
I.2. Objectifs du travail.....	2
I.2.1. Objectifs.....	2
I.2.2. Résultats attendus.....	2
II. Matériels et méthodes	3
II.1. Présentation de la zone d'étude	3
II.1.1. Aspect socioculturel et économique	3
II.1.2. Cadre physique de la zone d'étude	3
II.2. Matériels et données	6
II.2.1. Matériels	6
II.2.2. Données	6
II.3. Méthode	9
II.3.1. Collecte des données.....	9
II.3.2. Traitement des données	9
III. Résultats	25
III.1. Simulation de la retenue	25
III.2. Schéma de mise en valeur de l'aménagement	27
III.2.1. Plan d'aménagement	27
III.2.2. Choix et justification des cultures	28
III.3. Estimation des besoins en eau	31
III.4. Dimensionnement du Partiteur ou bassin principal.....	35
III.5. Ouvrages d'assainissements	36
III.6. Ouvrage de franchissement	37
III.7. Etude financière de l'aménagement	38

III.7.1. Coût d'investissement	38
III.7.2. Retour sur investissement.....	39
III.8. Temps d'irrigation journalière.....	40
III.9. Etude d'Impact Environnemental et Social	40
IV. Analyses et discussions.	42
V. Gestion de l'aménagement	43
V.1. Les ennemies du maïs et du maraîcher et leur gestion	43
V.2. Conservation et conditionnement des cultures	45
VI. Conclusion.....	47
VII. Recommandation et perspective.....	48
Références bibliographiques	49
ANNEXES	i
Annexe1 : Compte d'exploitation par culture	i
Annexe2 : Devis estimatif et quantitatif.....	iii

Liste des abréviations

AL	: Sol Argilo-Limoneux
AS	: Sol Argilo-Sableux
BFO	: Brûlure de Feuille d'Oignon
BUNASOL	: Bureau National des Sols
BUMIGEB	: Bureau des Mines et de la Géologie du Burkina
CETRI	: Cabinet d'Etudes Techniques et de Recherche en Ingénierie
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FLIP	: Sols Ferrugineux Tropicaux Lessivés Indurés Profonds
FLTC	: Sols Ferrugineux Tropicaux Lessivés à Tâches et à Concrétions
LAS	: Sol Limono-Argilo-Sableux
MAAH	: Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques
MARHASA	: Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire
NIE	: Notice d'Impact Environnementale
NPSH	: Charge net à l'aspiration
PAFASP	: Programme d'Appui aux filières Agro-Sylvo-Pastorales
PDH	: Projet de Développement Hydro-Agricole
PEN	: Plan d'Eau Normal
PIB	: Produit Intérieur Brut
PVC	: Polychlorure de Vinyle
RGPH	: Recensement Général de la population humaine
SNDDAI	: Stratégie Nationale De Développement de l'Agriculture Irriguée
TUT	: Type d'Utilisation des Terres

Liste des symboles

Symbole	Unité	Désignation
E_v bac A	mm	Evaporation au bac de classe A
ETP	mm	Evapotranspiration Potentielle
ETM	mm	Evapotranspiration Maximale
P	mm	Pluie maximale journalière décennale
Di	h	Durée d'irrigation journalière
Bn	m ³	Besoin en eau net
Bb	m ³	Besoin en eau brut
Pe	mm	Pluie efficace
Kc		Coefficient cultural
Eg		Efficienc e globale
DFC	l/s/ha	Débit Fictif Continu
DMP	l/s/ha	Débit maximal de pointe
m	l/s	Main d'eau
W	ha	Quartier hydraulique
Nj	j	Nombre de jours dans le mois de pointe
f	j	Nombre de jours de service dans le mois
RU	mm	Reserve utile
RFU	mm	Reserve facilement utilisable
p		Facteur de tarissement
F ou N	j	Fréquence
R	j	Rotation
T	j	Tour d'eau
Dr	mm	Dose réelle
DN	mm	Diamètre nominal
V	m/s	Vitesse
J	m	Perte de charge linéaire
Q	m ³ /s	Débit
Ks		Coefficient de rugosité
HMT	mCE	Hauteur manométrique totale

Has	m	Hauteur manométrique à l'aspiration
Po	Pascal	Pression atmosphérique
Pv	Pascal	Pression de vapeur saturante
H	m	Perte d'eau par évaporation et infiltration
t	s	Temps d'évacuation
Cr		Coefficient de ruissèlement
Y	m	Tirant d'eau
B	m	Largeur au plafond
I	%	Pente
m		Fruit de berge
η	%	Rendement
P (KW)	KW	Puissance en KW
ρ	kg/m ³	Masse volumique de l'eau

Liste des figures

FIGURE 1: CARTE DE LOCALISATION DU SITE	4
FIGURE 2:PLUIES ET EVAPOTRANSPIRATION.....	5
FIGURE 3:IMAGE GOOGLE MONTRANT LE SITE A AMENAGER ET CEUX EN AMENAGEMENT POUR LA RIZICULTURE EN AVAL (TIREE DE GOOGLE EARTH2016).....	9
FIGURE 4: COURBE D'EXPLOITATION.....	26
FIGURE 5: DISPOSITION DES QUARTIERS HYDRAULIQUES SUR LE PERIMETRE	28
FIGURE 6: PARTITEUR OU BASSIN TAMPON	35
FIGURE 7: COUPE D'UN DRAIN.....	37
FIGURE 8: VUE EN PLAN DU DALOT	38

Liste des tableaux

TABLEAU 1: BILAN HYDRIQUE EVALUE DE LA ZONE D'ETUDE.....	5
TABLEAU 2: DONNEES UTILISEES POUR L'ETUDE.....	7
TABLEAU 3:CLASSIFICATION ET CARACTERISATION DES SOLS	7
TABLEAU 6:TABLE DE FACTEUR DE TARISSEMENT EN FONCTION DU GROUPE DE LA CULTURE ET DE L'ETM.....	14
TABLEAU 7:CONSOMMATION SPECIFIQUE PAR ESPECE ET PAR TETE D'ANIMAL	16
TABLEAU 8: EVALUATION DES PERTES ET BESOINS EN EAU DU BARRAGE DE SOUM.....	25
TABLEAU 4:ASSOLEMENT ET POURCENTAGE D'OCCUPATION/HA	29
TABLEAU 5: PLAGES DE L'EFFICIENCE DES SYSTEMES D'IRRIGATION ET COUT D'INVESTISSEMENT A L'HECTARE	30
TABLEAU 9: BESOIN EN EAU D'IRRIGATION PAR CALENDRIER	31
TABLEAU 10: DIMENSIONNEMENT PRELIMINAIRE.....	31
TABLEAU 11: DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES.....	33
TABLEAU 12: DIMENSIONNEMENT DU CHENAL	33
TABLEAU 13: CARACTERISTIQUE DE LA POMPE GRUNDFOS NK 125-250.....	34
TABLEAU 14: DIMENSIONNEMENT DES PARTITEURS	35
TABLEAU 15: SECTION DES DRAINS ET COLATURE.....	36
TABLEAU 16: SECTION DES DALOTS	37
TABLEAU 18: CALCUL DE LA DUREE DE RETOUR SUR INVESTISSEMENT	39
TABLEAU 19: CALENDRIER D'IRRIGATION	40

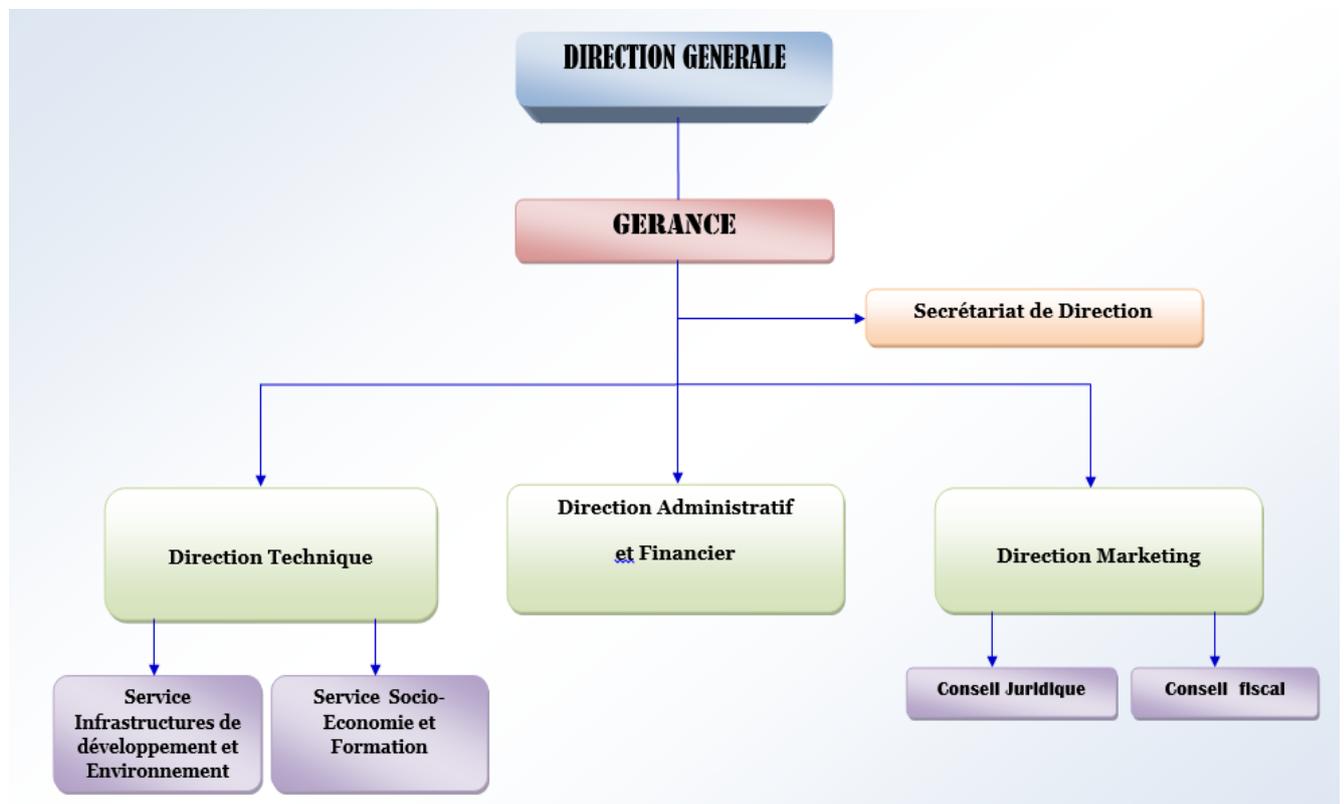
Présentation de la structure d'accueil

Fondé en Juillet 1999, le Cabinet d'Études Techniques et de Recherche en Ingénierie en abrégé CETRI était au départ une entreprise individuelle qui a évolué en une Entreprise à responsabilité limitée (SARL). Elle œuvre dans le domaine des prestations intellectuelles et de maîtrise d'œuvres et a pour mission principale, la valorisation de ses services dans ses domaines d'intervention.

Le bureau d'études CETRI intervient dans les domaines tels que l'eau, les infrastructures et l'environnement et ses prestations vont des études préliminaires et de faisabilité à l'élaboration des dossiers d'appel d'offres en passant par les études d'avant-projet, les études techniques détaillées et les études d'exécution. Il assure également des missions de pilotage, de maîtrise d'ouvrage déléguée, de contrôle et supervision de travaux, d'assistance technique ou d'expertise.

Il se compose d'un Personnel permanent et contractuel, compétent et expérimenté, qui intervient à toutes les étapes de conception et de mise en œuvre des projets de développement.

La figure suivante présente l'organigramme de CETRI.



I. Introduction

Le secteur rural du Burkina Faso, occupe une place prépondérante dans l'économie nationale. En effet, il emploie environ 86% de la population active et génère environ 40% du PIB (agriculture 25%, élevage 12% et 3% foresterie et pêche){MAHRH,2007}. Cependant le pays est soumis depuis plusieurs décennies à une forte dégradation de ses ressources naturelles, limitant ainsi le développement de ses productions agro-sylvo-pastorales (Pontanier et al. 1995; Thiombiano, 2000).

Les changements climatiques, le système de production archaïque, conjugués à la persistance de la désertification sont des aléas auxquels le pays fait face. La conséquence la plus caractéristique est de façon pratique, une baisse continue de la productivité des terres et partant de la non atteinte de l'autosuffisance alimentaire (SCADD). Pour y remédier, le recours aux aménagements hydro-agricoles (bas fond et périmètres irrigués) par de nouvelles techniques agricoles (irrigation) et l'extension de ces pratiques en contre saison se voit une place importante dans la politique Burkinabé. Ainsi des projets d'aménagements initiés de 1970 à nos jours ont permis d'aménager environ 54 270 ha de périmètres irrigués dont 29 730 ha en maîtrise totale de l'eau (FAO, 2011). Ces projets comprennent de petits aménagements hydro-agricoles mais aussi de grands périmètres irrigués dans la vallée du Sourou, autour du barrage de Bagré, à l'aval du barrage de Samandeni et l'actuel périmètre de 350 ha hydro-agricoles muni de réseau d'irrigation de type semi-californien. Ce périmètre se situe à l'amont du barrage de Soum dans le Boulkiemdé et l'étude a été confiée au Cabinet d'Etudes Techniques et de Recherche en Ingénierie (CETRI) par le Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques (MAAH) dans le cadre de l'exécution de la phase II du PDH Soum.

De ce projet une étude de faisabilité d'un aménagement hydro agricole pilote d'environ 20 ha nous fut confié dans le cadre de notre mémoire de fin de cycle par le bureau CETRI, partenaire du MAAH et Le présent rapport s'articulera d'abord sur la présentation de la problématique et des objectifs afin de mieux cerner le sujet. Seront décrites ensuite les méthodologies et matériels adoptés pour enfin aboutir aux résultats sur lesquels une analyse sera portée et des recommandations et suggestions proposées.

I.1. Problématique

Dans le cadre de l'exécution de la Phase II du Projet de Développement Hydro-agricole (PDH) de Soum, une étude de faisabilité de 350 ha pour l'extension des superficies à irriguer est en cours de réalisation, ce qui est en adéquation avec les objectifs du plan d'investissement de la stratégie nationale de développement de l'agriculture irriguée (SNDDAI) adoptée en 2003. En effet, une mission d'évaluation du Projet de Développement Hydro-agricole de Soum a proposé l'augmentation des superficies irriguées autour du barrage en vue de relever le Taux de Rentabilité Interne qu'elle avait trouvé bas. Faisant suite aux recommandations de la mission d'évaluation, le Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques qui a la tutelle technique du PDH/Soum a signé avec le Cabinet d'études techniques et de Recherche en Ingénierie (CETRI) un contrat d'Etude de Faisabilité ci-dessus cité.

I.2. Objectifs du travail

I.2.1. Objectifs

L'objectif global du présent travail est la réalisation d'une étude de faisabilité de l'aménagement hydro-agricole d'environ 20 ha en amont et en rive gauche du plan d'eau du barrage de Soum dans la province du Boulkiemdé dans le but d'accroître et de sécuriser la production agricole.

De façon spécifique, il s'agira de:

- Identifier un site potentiel pour l'implantation d'un périmètre irrigué de 20 ha environ en amont sur la rive gauche du plan d'eau du barrage de Soum/Boulkiemdé ;
- Concevoir le périmètre, dimensionner les réseaux d'irrigation et de drainage ;
- Dresser un devis quantitatif et estimatif des travaux d'aménagement.

I.2.2. Résultats attendus

Les résultats attendus au terme de l'étude sont :

- Un dossier d'étude de faisabilité d'un aménagement hydro-agricole d'environ 20 ha munis d'un réseau d'irrigation de type semi californien est disponible ;
- Une proposition d'un plan d'aménagement du site potentiel;
- Une évaluation du coût du projet est disponible.

II. Matériels et méthodes

II.1. Présentation de la zone d'étude

II.1.1. Aspect socioculturel et économique

Le projet à une influence direct sur trois communes rurales que sont Nanoro, Kordié et Soaw avec une population évaluée à 67 240 habitants selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat, avec un taux d'accroissement de 3,1% (INSD 2006)

L'agriculture est la principale activité économique des populations dans les communes de Nanoro, de Soaw et de Kordié. Elle emploie plus de 80 % des populations actives et satisfait la plus grande partie des besoins alimentaires et économiques de la plupart des ménages. Activité économique de premier plan, l'agriculture occupe les communautés rurales durant toute l'année à travers l'agriculture pluviale (mil, sorgho, maïs et riz) et l'agriculture irriguée de contre saison. (CETRI 2015)

II.1.2. Cadre physique de la zone d'étude

➤ Situation de la localité

Le site retenu pour l'aménagement dans le cadre du projet est l'amont en rive gauche du barrage de Soum. Ce dernier est situé à 15 km au Sud-Ouest du chef-lieu de la commune de Nanoro dans la province du Boulkiemdé, région du centre Ouest au Burkina Faso. Le village de Soum est localisé à 12°35'59'' de latitude Nord et 2°17'47'' de longitude Ouest et accessible à partir de Ouagadougou par la Route Nationale n°2 (Ouagadougou-Ouahigouya) jusqu'à Boussé chef-lieu de la province du Kourwéogo d'où l'on emprunte la route régionale n°13 jusqu'au chef-lieu de la commune rurale de Nanoro. Le barrage de Soum se trouve à environ quinze kilomètres au Sud de Nanoro.

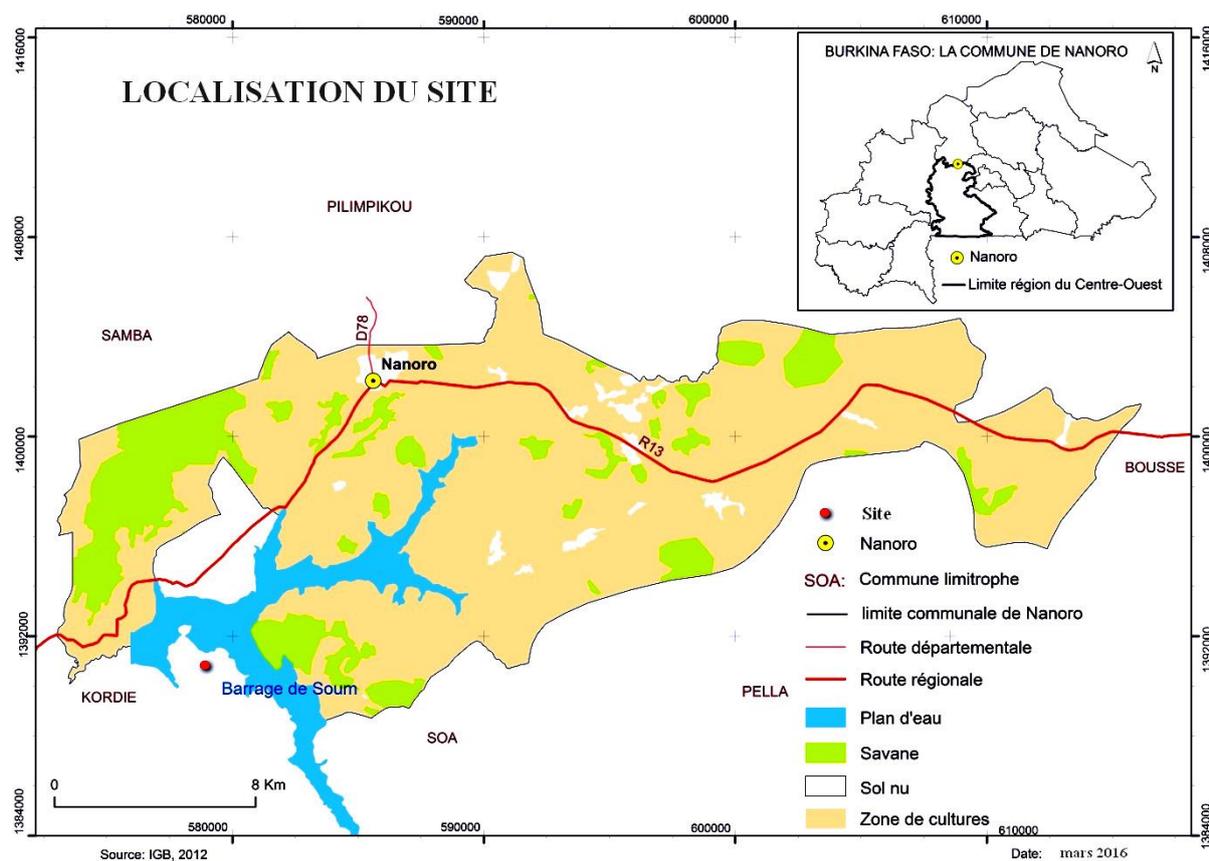


Figure 1: Carte de localisation du site

➤ Le climat

La zone de Soum/Boulkiemdé est soumise à un climat soudano-sahélien marqué par une alternance de deux saisons (BARRO 2015) dont : une longue saison sèche qui va d’octobre à mai ; et une saison humide de juin à septembre, à variabilité inter et intra annuelle notable, préjudiciable aux productions agro-sylvo-pastorales.

La saison humide est caractérisée selon les données, de la station pluviométrique de Nanoro par, une pluviométrie moyenne annuelle de 679,5mm variant entre 594,9 et 784,8mm suivant les années; et une pluviométrie journalière maximale décennale de 82mm. La température moyenne maximale est de 34° C en avril et celle minimale de 25,2° C en décembre (BARRO 2015).

L’évapotranspiration potentielle (ETP Penman) moyenne annuelle est d’environ 2193mm. L’évapotranspiration mensuelle varie suivant les mois, très forte d’Octobre à Mai et affichant une valeur maximale de 217.1mm en Mars; elle est un peu en dessous de 160, 4 mm de Juin à

Septembre selon les données de 40 ans de la station synoptique de Dédougou. Le tableau 1 présente le bilan hydrique évalué dans la zone d'étude.

Tableau 1: Bilan hydrique évalué de la zone d'étude.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pmoy	0,1	0,0	1,5	18,5	42,5	80,6	172,1	200,5	120,3	32,7	0,3	0,0
ETP (mm)	199,8	197,6	217,1	206,5	210,6	175,8	153,6	138,2	142,0	173,2	182,8	196,4
Surplus/Déficits	- 199,7	- 197,6	- 215,6	- 188	- 168,1	- 95,2	+ 18,5	+ 62,3	- 21,7	- 140,5	- 182,5	- 196,4

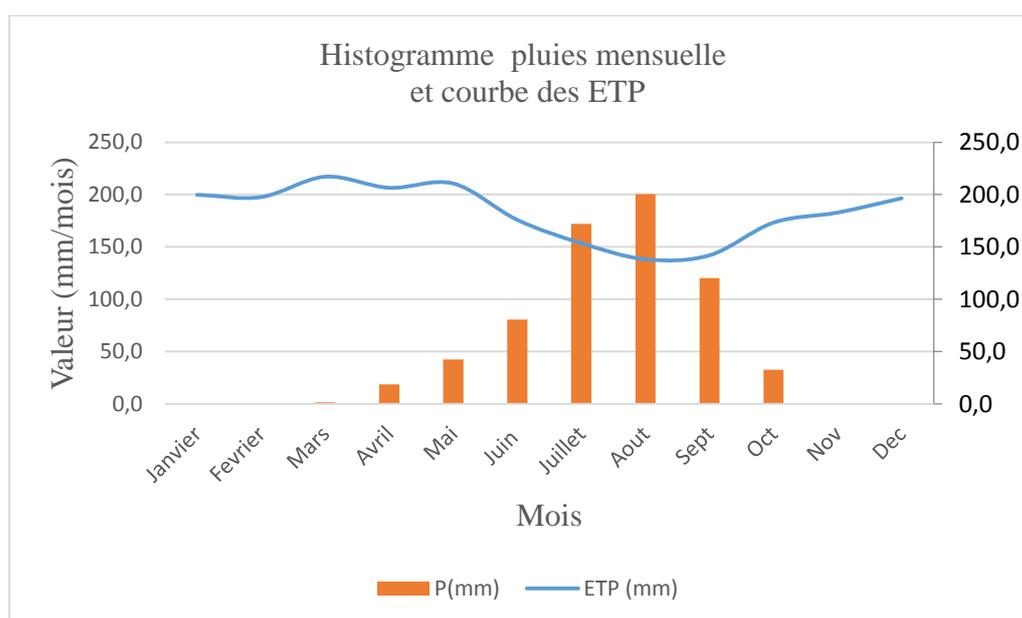


Figure 2: Pluies et Evapotranspiration

➤ Milieu physique

- Sols

Le site est caractérisé par des sols à prédominances limon sableux à limon argileux de faible à moyenne profondeur avec des pentes pouvant aller de 0.5% à 1.5% dans la majeure partie du sol, voire 2% dans certains endroits. Les études pédologiques ont révélé que les sols de la zone d'aménagement sont pauvres en éléments nutritifs (BUNASOLS 2015)

- Végétation

La végétation de Soum/Boulkiemdé est très hétérogène et caractérisée par une savane arbustive, très dégradée au niveau des sommets et des hauts-glacis, et se renforçant peu à peu

jusqu'au niveau du bas-glacis et des rives des bas-fonds. Elle est faite d'une mosaïque de formations naturelles mais fortement perturbée par les activités humaines (déboisement, défrichage, élevage extensif, feux de brousse, et autres).

Sur les interfluves, la situation actuelle est une succession de savane parc, de jachères et de rares fourrés. (CETRI 2015)

- Ressource en eau

Le site prévu pour l'aménagement du périmètre pilote objet de notre étude a pour principale ressource en eau le barrage de Soum dont la cote du plan d'eau normal est de 282,1m. La ressource est constituée par le plan d'eau d'une superficie d'environ 4989.2 ha au plan d'eau normal (PEN). La retenue est permanente durant toute l'année et a une capacité de stockage maximale de 203.000.000 m³ au PEN (CNDI eau 2012).

II.2. Matériels et données

II.2.1. Matériels

La réalisation de ce travail a été rendue possible grâce à l'utilisation d'un certain nombre de matériels, principalement les logiciels.

- AUTOCAD –Covadis : utilisé pour le traitement des données topographiques, et la réalisation des plans de situation des ouvrages.
- Excel : utilisé pour le dimensionnement préliminaire et final des équipements de l'irrigation.
- Google earth pour des vues satellitaires du site, Word pour la rédaction du mémoire ;
- Convers pour les conversions de coordonnées de points.

II.2.2. Données

Dans le cadre de ce projet un certain nombre de données ont été mises à notre disposition pour exploitation par le bureau d'études CETRI. Le tableau 2 présente un résumé des données qui ont été utilisées pour la réalisation de cette étude.

Tableau 2: Données utilisées pour l'étude

Type de données	Sources
Topographiques	Rapport d'études topographiques
Pédologiques	Rapport d'études pédologiques
Pluviométriques	Direction Générale de la Météorologie (BF)
Evapotranspirations	Direction Générale de la Météorologie (BF)

Les données topographiques et pédologiques utilisées dans cette étude sont issues d'études préalables qui ont été réalisées par des consultants recrutés par le bureau CETRI.

II.2.1. Etude topographique

Elle a permis de faire le rattachement des mesures altimétriques au nivellement général du Burkina Faso en s'appuyant sur les bornes topographiques présentes dans la zone. Le levé topographique a été fait au moyen d'une station totale et de ses accessoires. Les données collectées ont été traitées avec le logiciel COVADIS et ont permis de sortir des courbes de niveau d'équidistance de 0,5m. La topographie du terrain est caractérisée par une variabilité des pentes comprises entre 0,3 et 1% dans l'ensemble avec des pointes de 2% entre certains points singuliers.

II.2.2. Etude pédologique

L'étude pédologique réalisée par l'expert en pédologie, a permis de dégager les caractéristiques physico-chimiques des sols. L'étude a été réalisée sur une surface de 665 ha, incluant les 20 ha ayant fait l'objet de cette étude et a permis d'identifier six unités pédologiques et de classer ces sols en cinq classes d'aptitudes. Les sols sur lesquels sont implantés les 20 hectares, sont de la classe d'aptitude 1. Le Tableau 3 décrit avec plus de détails les unités de sols rencontrées sur la zone d'étude.

Tableau 3: Classification et caractérisation des sols

Classe	Unité	Texture du sol	Caractéristiques
I	Unité 1	LS/AS/AL	Pente faible à sensible (0,5 à 1%);
	(FLTC) de type	Charge graveleuse 1-10 % de concrétions	Une profondeur >120cm ;

	LS, série AL	hydromorphe bien prononcé :	Une couleur brun foncé (10YR4/3)
		10- 30% de taches d'oxydoréduction	de 0 à 13cm; brun foncé (7,5YR5/6 à 5/8) après.
		Une structure massive	
	-Unité 2 (FLIP) type LAS	LAS/AS/Ca	Pente faible à sensible (0,5 à 1%) ;
		Charge graveleuse de 1-15% de 0-40cm	Une profondeur de (80cm) ;
		40% de 40-60cm, horizon gravillonnaire	carapace à partir de 80cm;
		Structure massive de 0-60cm.	Couleur brun foncé (10YR4/3) de 20 à 40cm;
			brun jaunâtre foncé (10YR4/6) de 40 à 60cm;
			brun vif (7,5YR5/8) de 40-60cm, à l'état humide
	<p><i>Légende : FLTC: Sols Ferrugineux tropicaux Lessivés à Taches et à Concrétions; LAS : Argilo-Limono-Sableuse ; AS : Argilo-Sableuse ; AL : Argilo-Limoneuse ; FLIP : Les sols Ferrugineux tropicaux Lessivés Indurés Profonds.</i></p>		

(CETRI 2015)

Cependant, une caractérisation chimique des sols de ladite zone a révélé que, cette classe a pour principales contraintes actuelles :

- ❖ La structure massive, qui rend difficile la pénétration racinaire;
- ❖ La tendance à la prise en masse de l'horizon à concrétions au niveau de certains endroits;
- ❖ Les insuffisances de réserves et de disponibilité en nutriments.

II.3. Méthode

II.3.1. Collecte des données

Sur la base des informations que nous avons pu tirer du rapport d'études socio-économiques et des données agro-climatiques, les besoins en eau des cultures ont été évalués et un type de dimensionnement proposé.

II.3.2. Traitement des données

II.3.2.1. Détermination des paramètres de dimensionnement du réseau d'irrigation

❖ Délimitation de la superficie aménageable

La superficie aménageable est délimitée sur la base de levé topographique et des résultats de l'étude pédologique. Les limites ont été tracées en tenant compte de l'aptitude des sols aux cultures et des contraintes topographiques du terrain.

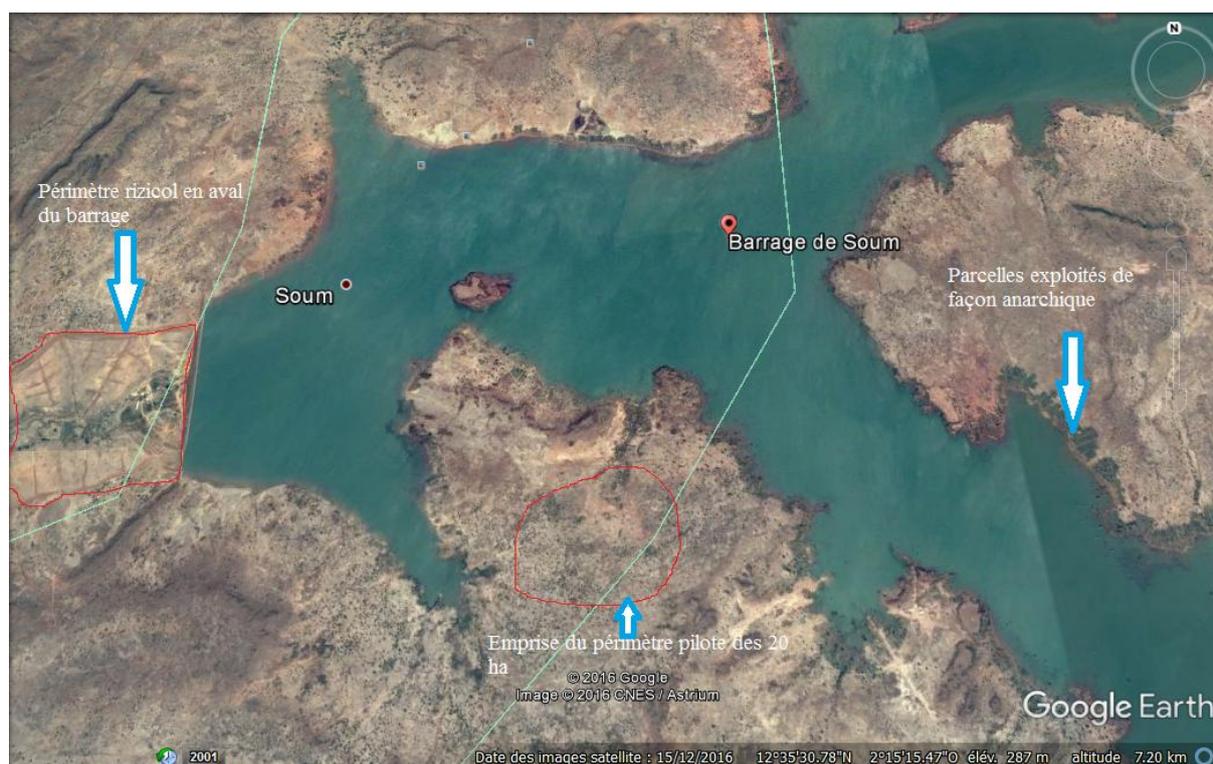


Figure 3: image Google montrant le site à aménager et ceux en aménagement pour la riziculture en aval (tirée de Google earth 2016)

❖ Estimation des besoins en eau d'irrigation

Le besoin en eau d'irrigation est le volume d'eau requis pour les cultures et qui n'est pas fourni par les précipitations, la surexploitation de l'eau du sol, ou par l'écoulement de l'eau vers la zone racinaire à partir d'une zone saturée (CIID, 1985 citée par LAUTURE). Les besoins en eau d'irrigation sont déterminés en fonction des conditions climatiques de la région et de la culture la plus exigeante en eau parmi celles retenues au niveau du périmètre. Les données climatiques utilisées pour les calculs sont celles de la station pluviométrique de Nanoro et celle synoptique de Dédougou qui sont dans la même zone agro-climatique que le site; elles ont été recueillies à la direction générale de la météorologie nationale. Les cultures envisagées étant la Tomate ; l'Oignon et le Chou en campagne de contre saison et le Maïs en saison hivernale, l'évaluation des besoins en eau des cultures prendra en compte les assolements et seront évaluées en deux calendriers agricoles différents afin d'avoir une idée de leur incidence sur les besoins en eau des cultures. Le premier débute au mois de Novembre et le second au mois de Décembre.

➤ Calcul de l'évapotranspiration maximum (ETM)

L'ETM : c'est la quantité d'eau perdue par une végétation jouissant d'une alimentation hydrique optimale. Par rapport à la notion d'ET₀, on ajoute l'action climatique, l'influence du type de culture et du stage végétatif. Ces informations sont contenues dans les coefficients culturaux (K_c) par lesquels on multiplie l'ETP pour obtenir l'ETM.

$$ETM = K_c \times ET_0$$

Avec :

ET₀ l'évapotranspiration de référence;

K_c coefficient cultural et dépendant du stade végétatif, de la variété, de la densité de plantation et du climat (Min. Coop. Française, 1979).

➤ Besoin Net de pointe (B_n)

C'est la quantité d'eau qui est effectivement consommée par la plante. Il est défini comme la hauteur d'eau consommée par l'évaporation d'une culture conduite dans des conditions données d'environnement et de pratiques culturales (Traité d'irrigation 2014). IL est exprimé en m³/ mois et est calculé par la formule suivante :

$$B_n = ETM - P_e$$

B_n le besoin net du mois de pointe en m³ /mois;

P_e la fraction de la précipitation stockée dans la zone racinaire ou pluie efficace en m³ /mois

ETM : évapotranspiration maximale en m³

NB : Le besoin maximal de pointe est réduit à ETM car le dimensionnement du réseau d'irrigation est effectué pour la saison sèche.

➤ **Le besoin en eau brut (B_b)**

C'est le volume d'eau délivré par le réseau d'irrigation ou prélevée sur la ressource en eau. Il est calculé en tenant compte des diverses pertes (ruissellement, évaporation, infiltration) qui peuvent survenir par la majoration des besoins nets.

Il est calculé par la formule suivante :

$$B_b = \frac{B_n}{E_g}$$

B_b le besoin brut en (m³ /mois)

B_n le besoin net en (m³ /mois)

E_g l'efficacité globale qui est le produit de:

- *L'efficacité au transport de 95%(réseaux de canalisations enterrées)*
- *L'efficacité d'application à la parcelle de 75%.*
- *Soit une efficacité globale de 0.7125 que l'on arrondi à 70%.*

➤ **Estimation du Débit Fictif Continu (DFC)**

Le débit fictif continu (DFC) est le débit qu'il faudrait fournir à chaque hectare du périmètre s'il devrait être alimenté, sans interruption, 24 heures sur 24 durant tout le mois d'irrigation.

Le Débit Fictif Continu est donné par l'expression suivante

$$DFC = \frac{B_b \times 1000}{24 \times N_j \times 3600}$$

Avec :

DFC : (l/s/ha) le débit fictif continu ;

Bb : (m^3) le besoin brut

Nj : (jour) le nombre de jour de la période pris égale à 30

➤ **Estimation du débit max de pointe ou débit effectif (DMP)**

C'est le débit ajusté au temps de fonctionnement réel de service des ouvrages dans la période et dans la journée pour satisfaire les besoins en eau. Le nombre de jours d'irrigation étant fixé à 26 jours par mois pour tenir compte d'une journée libre que l'on prévoit chaque semaine. Le débit maximal de pointe s'exprimera comme suit :

$$DMP = \frac{Dfc \times 24}{\alpha \times D_i}$$

$$\alpha = \frac{f}{N_j} \text{ et } \alpha \leq 1$$

Avec :

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

Dfc (l/s/ha) : le débit fictif continu ;

Di (10 heures) : la durée d'irrigation journalière ;

$\alpha = 26/30 = 0.86$: fraction de jours d'irrigation arrêtée dans la période = rendement en temps d'irrigation ;

f (jr) : Nombre de jours de mise en service du réseau dans la période considérée ;

➤ **La main d'eau**

C'est le débit qu'un irrigant peut manier sans être ni débordé ni freiné. La main d'eau *m* (l/s) est fonction des (méthodes d'arrosage, de la technicité de l'irrigant et de la topographie du terrain). Elle est prise égale à 10 l/s qui sont proches du produit du débit maximal de pointe (3,25 l/s/ha) au quartier hydraulique (2,5 ha).

➤ **Le quartier hydraulique (W)**

C'est la surface de l'ensemble des parcelles qui peuvent être irriguées à partir d'une même main d'eau. Elle a été évaluée à 3ha et s'est vue réduite à 2,5ha pour tenir compte des contraintes topographiques et pédologiques du site.

$$W = \frac{m}{DMP}$$

Avec :

W (ha) le quartier hydraulique ;

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

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

❖ **Propriétés hydriques et hydrodynamiques des sols**

➤ **La Reserve Utile RU**

C'est la quantité d'eau maximale que le sol peut absorber et restituer à la plante : Autrement dit c'est une réserve d'eau exploitable par la plante (Lambert, 1996). Les résultats des analyses effectuées sur les échantillons de sols prélevés et envoyés au laboratoire du Bureau National des Sols (BUNASOLS) pendant la phase de prospection pédologique sur le terrain ont révélé que les réserves utiles en eau des sols sont relativement faibles et varient de 58 mm à 101 mm .

Pour ce qui est du cas présent notre bande de terrain est de la classe I avec des unités (I et II) de caractéristiques (ferrugineux tropicaux à prédominance limon sableux à limon argileux) ce qui nous a guidé au choix de laRU égale à 101mm. Cependant selon Israelson et Hansen les sols sablo-limoneux auraient une réserve utile comprise entre 90-150 mm/m **Sawa et al. ; (2001)**. Aussi selon **(Nicou et al, 1987; Leclercq & Dembélé, 1987)**, les sols ferrugineux tropicaux auraient une réserve utile (RU) sur une profondeur de 80-100 cm comprise entre 76,6 mm à 102,3 mm.

Conclusion : La RU est bien dans la plage proposée par Israelson et Hansen mais aussi de celle proposée par Leclercq et Dembélé.

➤ **La Reserve Facilement Utilisable RFU**

C'est la réserve que les plantes peuvent facilement utiliser grâce à la tension osmotique sans avoir à freiner l'ETR (Lambert, 1996) et sans effort d'extraction excessif. Son calcul nécessite de recourir au tableau de l'ETM de pointe en fonction du groupe de cultures et s'exprime comme suit :

$$RFU = p \times RU$$

Avec :

RFU (mm) Reserve Facilement Utilisable ;

P facteur de tarissement (sans unité et fonction du groupe de la culture ; de l'ETM)

RU (mm/m) la Reserve Utile

Le Tableau 6 donne les différentes valeurs du paramètre p en fonction de L'ETM et du groupe auquel appartient la culture.

Tableau 4:Table de facteur de tarissement en fonction du groupe de la culture et de l'ETM

Groupe	Valeur de l'ETM (en mm/jour)								
	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
1	0,5	0,425	0,350	0,300	0,250	0,225	0,200	0,200	0,175
2	0,675	0,575	0,475	0,400	0,350	0,325	0,275	0,250	0,225
3	0,800	0,700	0,600	0,500	0,450	0,425	0,375	0,350	0,300
4	0,875	0,800	0,700	0,600	0,550	0,500	0,450	0,425	0,400
Groupe									
1	Oignon, piment, pomme de terre								
2	Banane, choux, raisin, pois, tomate								
3	Tournesol, haricot, agrumes, arachide, ananas, pastèques, blé								
4	Coton, maïs, olive, sorgho, soja, betterave à sucre, canne à sucre, tabac.								

(KEITA 2009)

➤ Fréquence d'arrosage F (jr)

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

$$F = N = \frac{Bb}{RFU}$$

Avec :

F ou N (jr) la fréquence d'arrosage ;

Bb (mm) le besoin brut mensuel et

RFU (mm) la réserve facilement utilisable

➤ **Rotation**

C'est le rapport entre le nombre de jours de service dans le mois sur la fréquence d'apport.

Elle est estimée comme suit :

$$R = \frac{N_j}{N}$$

Avec :

R(j) la rotation ;

N_j (j) nombre de jours dans le mois de pointe et

N la fréquence d'irrigation

Le tour d'eau représente la durée en jour du temps au bout duquel la même parcelle doit être irriguée de nouveau. Elle est prise inférieure ou égale à la valeur de la rotation et égale T=3 jours.

➤ **Dose réelle**

Avec une application d'un tour d'eau de 3 jours, dans le mois de pointe qui en compte 30 jours dont vingt-six (26) jours réservés à l'irrigation, on compte 8 apports durant ce temps de mise en service du réseau d'irrigation du périmètre. Elle s'exprime comme suit :

$$D_r = \frac{B_b}{N}$$

Avec :

D_r (mm) la dose réelle ;

B_b (mm) le besoin brut et

N le nombre d'apports dans le mois de pointe.

II.3.2.2. Vérification de la disponibilité en eau

Afin de s'assurer de la disponibilité de l'eau pour le futur périmètre de 1630ha y compris nos 20 ha aussi bien en amont qu'en aval du barrage de Soum, l'exploitation de la courbe hauteur volume de la retenue ainsi qu'une simulation de l'utilisation de l'eau seront fait.

❖ **Besoins en eau du cheptel**

Les besoins en eau du cheptel sont évalués en tenant compte de la consommation spécifique par tête et par espèce d'animal en fonction de la période de l'année.

Pour l'estimation de la consommation de l'eau du barrage par le cheptel, les hypothèses suivantes ont été émises.

- De Juillet à Septembre (en pleine saison de pluies), le bétail s'abreuve principalement dans les mares et points d'eau environnants. Il n'y a donc pas de prélèvement dans la retenue et même en cas de prélèvement, la quantité prélevée est compensée par les eaux de pluies.
- D'octobre à janvier (fin de la saison des pluies), les mares contiennent encore de l'eau. On suppose alors que le cheptel est encore satisfait à 50% par ces dernières.
- Allant de février à juin (saison sèche), la totalité des besoins en eau du cheptel sera prélevée dans la retenue.

Le cheptel s'abreuvant dans la retenue se compose du cheptel local, ceux en transhumance et en transit. Pour ce faire la période de Mars à Juin est retenue comme celle de transhumance et le nombre de têtes est retenu tel qu'en cheptel local et pour ce qui est du transit le mois de Mars est retenu comme mois de pointe.

Les consommations spécifiques ayant servi à l'évaluation des besoins en eau du cheptel sont consignées dans le Tableau 7.

Tableau 5: Consommation spécifique par espèce et par tête d'animal

Animaux	Bovins	Ovins	Caprins	Porcins	Asines	Equins	Volaille
Conso spécifique (l/j)	40	5	5	10	30	40	0,21
Effectifs	6401	25034	42856	16689	3951	1	152295

❖ **Besoins humains**

Pour les besoins humains, la population totale des trois communes d'influence directe du projet que sont Nanoro, Kordié et Soaw est évaluée à 67 240 habitants (RGPH de 2006). Tenant compte du fait que cette population a certainement augmenté (le taux de croissance est actuellement estimé à 3,1%), et que des forages sont réalisés dans les villages pour l'approvisionnement en eau potable, 40 % de celle-ci est considérée comme utilisant l'eau de la retenue à des fins de besoins domestiques (confections de briques, construction de l'habitat, développement de l'artisanat). Ce qui donne une population $P = 36\,498$ habitants. Un ratio de 40 litres par jour et par habitant est retenu pour les besoins de la simulation.

❖ **Besoins hydro-agricoles**

Pour les besoins hydro-agricoles, nous avons pris en compte un aménagement en place de 868 hectares de type gravitaire en aval du barrage au profit de la culture du riz et de 635 hectares munis de réseaux d'irrigation de type semi-californien en amont pour la pratique essentielle du maraîchage. Sans oublier la superficie utilisée anarchiquement qui est estimée à 20% de celle qui sera aménagée pour la maraîcher-culture soit un total de 1630 hectares. Connaissant donc les besoins en eau de chaque mois et de chaque culture, la consommation est juste estimée par sommation.

❖ **Perte par évaporation et infiltration**

Pour ce qui est des pertes au niveau de la retenue il a été pris égal à:

- 2mm/jour pour l'infiltration (CNDI eau 2012).
- Pour l'évaporation du plan d'eau, elle est estimée par la formule de Monsieur Bernard POUYAUD de l'ORSTOM et s'exprime comme suit :

$$Ev = 0,68 \times EVbac$$

Avec : *EVbac* l'évaporation mesurée au bac classe A

II.3.2.3. Dimensionnement du réseau d'irrigation

❖ Estimation des diamètres des conduites et des canalisations

➤ Contraintes de Calcul :

Le réseau d'irrigation sera constitué de conduites en PVC basse pression et enterrés pour éviter les obstacles et leur dégradation face aux aléas climatiques, aux actions de déplacement des hommes, des animaux et des engins et outils agricoles ;

Un partiteur principal d'eau d'irrigation sera aménagé en bout de conduite de refoulement afin d'alimenter en eau les partiteurs secondaires. Ces derniers à leur tour distribueront l'eau aux prises parcellaires. Cette adéquation passe impérativement par la mise en place d'ouvrage de vidange et de franchissement afin d'assurer l'évacuation des dépôts solides pour le bon fonctionnement du système ;

Des pistes cyclables d'une largeur d'au-moins 3m faciliteront l'accessibilité aux parcelles ;

Lors du calcul de dimensionnement, on essaiera de tenir compte des critères suivants :

- être dans la gamme des diamètres commercialisés et économiques ;
- assurer à chaque partiteur la côte de calage adéquate ;
- La vitesse d'écoulement doit être comprise entre 0,5 m/s et 1,2 m/s pour le calcul de dimensionnement.

➤ Conduites de distribution

Le calcul du diamètre des conduites de distribution et de transport est fait à l'aide de la formule usuelle et s'exprime comme suit :

$$D = \sqrt{4 \times \frac{Q}{\pi \times V}}$$

Avec :

D (m) le diamètre ;

Q (m³/s) le débit

V (m/s) : la vitesse d'écoulement

La loi de perte de charge employée est celle de Robert Manning et donnée par la formule suivante :

$$J = \frac{10.29 \times Q^2}{K_s^2 \times D^{\frac{16}{3}}}$$

Avec :

J (m) la perte de charge linéaire ;

D (m) le diamètre des conduites;

Q (m³/s) le débit le long de la conduite

➤ Conduite de refoulement

Elle est dimensionnée de façon à pouvoir transporter le débit de la pompe sans créer trop de pertes de charge sur le réseau. Elle sera enterrée à une profondeur minimale de 0,8 m pour éviter sa destruction par les chocs des engins agricoles, sur un lit de sable d'épaisseur minimale 10 cm et recevra un blocage anti-bélier aux changements de direction.

Le diamètre des tuyaux PVC qui la composent est déterminé à partir des formules de Bresse, Bresse modifié et le diamètre retenu est porté à la vérification de l'effet de surpression.

$$\text{Bresse : } \varnothing = 1.5 \times \sqrt{Q}$$

$$\text{Bresse modifié : } \varnothing = 0.8 \times Q^{1/3}$$

Avec :

\varnothing (m) le diamètre

Q (m^3/s) le débit dans la conduite

➤ Estimation de la vitesse

La vitesse de l'eau dans la conduite de refoulement est calculée avec la formule suivante

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times \varnothing^2}$$

V ($\frac{m}{s}$) la vitesse d'écoulement dans la conduite;

Q ($\frac{m^3}{s}$) le débit véhiculé et

\varnothing (m) le diamètre de la conduite

Le pompage de l'eau d'irrigation se faisant sous pression, la protection du matériel et des équipements contre la surpression due au coup de bélier s'avère indispensable. Pour ce faire une détermination de cette surpression qui pourrait survenir dans le réseau suite à une mauvaise manœuvre ou à l'arrêt brusque de la pompe sera évaluée par la formule suivante :

$$\Delta P = C \times \frac{V}{g}$$

ΔP la surpression en m

C la célérité estimée par l'expression

$$C = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \times \frac{1}{1 + \frac{D \times E}{E \times e}}$$

V la vitesse dans la conduite de refoulement en m/s

g l'intensité de la pesanteur

E le module de young = 2×10^9 Pa;

ρ la masse volumique de l'eau en Kg/m³

D le diamètre de la conduite de refoulement en mm ;

e l'épaisseur de la conduite en mm ;

ϵ Le coefficient de compressibilité en Pa.

- Estimation des pertes de charge

La loi de perte de charge employée est également celle de Robert Manning dont l'équation est écrite plus haut.

- Conduite d'aspiration

Avec une vitesse imposée de 2 m/s les diamètres ont été estimés par la formule qui suit:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{V}} \times 18.811$$

Avec :

D (mm) le diamètre de la conduite ;

Q (m³ /h) le débit du système et

V (m/s) la vitesse dans la conduite.

- Estimation des pertes de charge

La loi de perte de charge employée est celle de Cool brook et Calmon Lechapt et est donnée par l'expression :

$$J_{asp} = a \times \frac{\left[\frac{Q}{3600}\right]^N}{[D]^M} \times L_{asp}$$

Avec :

Jasp (m) perte de charge le long de la conduite ;

Q (m^3/h) le débit ;

D (m) le diamètre de la conduite ;

L_{asp} (m) la longueur de la conduite d'aspiration et

M ; N et a sont des coefficients caractéristiques des matériaux.

➤ Dimensionnement du chenal d'amené

Un semi de point de la cuvette du barrage sur Google Earth a été effectué. Suite à cela les courbes de niveau ont été filées afin d'avoir une idée sur l'évolution de la pente du terrain naturel. Sur cette base donc un chenal est placé et dimensionné à l'aide de la formule de Manning.

$$Q = K_s \times S \times I^{1/2} \times R_h^{2/3}$$

Q le débit véhiculé en m^3/s ;

R_h le rayon hydraulique en m ;

S la section mouillée en m^2 ;

K_s le coefficient de rugosité du chenal fixé à 35 ;

I la pente fixée à 0.0001

m le fruit de berge fixé à 1 donc des talus de 1/1

II.3.2.4. Dimensionnement de la pompe

Le périmètre, en amont du barrage de Soum bénéficiant de l'aménagement se trouve à une côte minimale supérieure à celle du plan d'eau normal de la retenue. Afin d'assurer un apport en eau d'irrigation de ces terres aménagées un système de pompage s'avère indispensable.

❖ Estimation de la hauteur manométrique Totale

Elle correspond à la charge totale exigée au niveau de la station de pompage pour le fonctionnement de l'installation d'irrigation. Elle est obtenue par la sommation de la hauteur manométrique d'aspiration et celle de refoulement.

$$HMT_{tot} = Hmt_{asp} + Hmt_{ref}$$

HMT_{tot} (mCE) la hauteur manométrique totale ;

Hmt asp (mCE) la hauteur manométrique d'aspiration ;

Hmt ref (mCE) la hauteur manométrique de refoulement.

❖ Estimation du NPSH disponible

Le NPSH est simplement une mesure permettant de quantifier la hauteur manométrique d'aspiration disponible pour éviter la vaporisation du liquide pompée au niveau le plus bas de la pression dans la pompe. Le NPSH permet de déterminer la hauteur manométrique d'aspiration à ne pas dépasser. Il est estimé par la formule rationnelle :

$$NPSH_{dis} = \frac{P_0 + P_v}{\rho \times g} - H_a - J_{asp}$$

Ha la hauteur théorique maximale d'aspiration en mètre (m) ;

Po la pression atmosphérique en pascal ;

Pv la pression de vapeur saturante de l'eau pompée à 25° en pascal ;

ρ (kg/m³) la masse volumique de l'eau ;

g (m²/s) l'intensité de la pesanteur et

Jasp (m) les pertes de charges sur la conduite d'aspiration

❖ Puissance de la motopompe

La puissance de la motopompe est définie comme étant l'énergie déployée par unité de temps et se calcule à partir de la relation suivante

$$P_{(w)} = \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{\eta}$$

Pm la puissance de la motopompe en W ;

ρ (kg/m³) la masse volumique de l'eau ;

g ($\frac{m^2}{s}$) l'intensité de la pesanteur ;

Q le débit de la motopompe en m³ /s ;

HMT la hauteur manométrique totale et

η le rendement de la motopompe.

II.3.2.5. Dimensionnement du réseau de drainage

Le dimensionnement du réseau de drainage va consister en une détermination du débit spécifique des drains internes pour les eaux de pluies et l'excédent d'eau d'irrigation sur le périmètre et des colatures de ceintures qui collecteront les eaux sauvages ou de ruissellement venant des terres hautes.

❖ Estimation des débits

✓ Drains internes

Parallèle aux réseaux d'irrigation, les drains internes sont dimensionnés à partir de l'estimation du débit de crue qui prend en compte le seuil de tolérance de durée d'inondation des cultures. Dans ce cas présent on tiendra compte de l'évaporation et de l'infiltration et le débit spécifique sera estimé comme suit :

$$Q_d = \frac{(P - 2 \times H) \times 10000}{T}$$

Q_d (l/s/ha) = Débit spécifique

P (mm) pluie max journalière décennale = 82mm

H la hauteur d'eau perdue par évaporation et infiltration durant le temps T en mm;

T (s) Temps d'évacuation de l'eau pris égale à 48h

✓ Colatures de ceintures

Pour le dimensionnement des colatures de ceinture qui drainent les eaux des bassins versants environnant il sera d'abord procédé à la détermination des débits collectés. Cependant pour des raisons de sécurité nous choisiront une largeur L suffisante de bande de terre dont les apports de ruissellement sont susceptibles d'alimenter la colature de ceinture. Ainsi pour une longueur L de limite on a une surface de $100 \times L$. On se fixe un temps de base de calcul de débit, le ruissellement décennal à évacuer pendant une durée de $t=24$ heures. Connaissant la pluie décennale maximale journalière de 24 heures P_{10} et connaissant la valeur du coefficient de ruissellement C , on calcule le débit pour chaque 100 ml de colature de ceinture.

$$q_c \left(\frac{m^3}{s} \right) = \frac{P \times C_r(\%) \times (100 \times L) \times 0.001}{T \times 3600}$$

Q_c le débit en m^3 /s ;

P la pluie maximale journalière décennale en mm ;

L la longueur des colatures en m ;

C_r le coefficient de ruissellement égale à 0.15 selon le rapport APD Barrage de Soum 2004.

❖ Estimation des sections des drains internes et colatures

Après avoir estimé le débit, le calcul des sections des drains internes et des colatures de ceintures (de forme trapézoïdale) se feront par itération à partir de la formule de Manning-Strickler afin de trouver des sections pratiquement réalisable. La formule s'écrit comme suit :

$$Q = K_s \times S \times I^{1/2} \times R_h^{2/3}$$

$$S = Y \times [(b + m \times y)]$$

$$R_h = \frac{Y \times (b + m \times Y)}{(b + 2 \times Y \times \sqrt{m^2 + 1})}$$

Y le tirant d'eau en m ;

b la largeur au plafond en m ;

Q le débit drainé en m^3 /s ;

R_h le rayon hydraulique en m ;

S la section mouillée en m^2 ;

K_s le coefficient de rugosité des drains fixé à 35 ;

I la pente en (%) variant entre 0,3% – 1% dans notre projet ;

m le fruit de berge fixé à 1 donc des talus de 1/1.

❖ Dimensionnement des partiteurs

Ils sont conçus de sorte à :

- Recevoir l'eau sous haute pression en provenance de la station de pompage, dissiper son énergie et la restituer au réseau de distribution sous basse pression;

- Amoindrir le travail fourni par la motopompe en lui épargnant d'envoyer l'eau sous haute pression au point le plus éloigné du réseau.

Pour son dimensionnement l'hypothèse de fonctionnement dénoyé est émise et la lame déversante ainsi que la longueur du seuil sont estimées par la formule suivante :

$$Q = m \times l \times \sqrt{2 \times g} \times h^{\frac{3}{2}}$$

En fixant la longueur du partiteur la lame est exprimée comme suit :

$$h = \left(\frac{Q}{m \times l \times \sqrt{2 \times g}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Q : Débit transité par le déversoir en m^3 /s ,

m: Coefficient du déversoir pris égal à 0.36

L : Longueur du déversoir en m;

h : Hauteur de la lame d'eau déversante en m

❖ Dimensionnement des ouvrages de franchissement : Dalots

Des dalots à sortie libre et de forme rectangulaire sont prévus à l'intersection entre les drains et les pistes afin de faciliter l'accès au périmètre et aux parcelles. Nous avons au total sept (07) dalots. La détermination des sections a été faite par la méthode préconisée de Ngyeen VAN TUU, BCEOM et les résultats semblaient aberrants. Au vu donc de la petitesse des débits dans ces dits dalots, nous avons opté pour la lecture sur planche (abaque).

II.3.2.6. Etablissement du compte d'exploitation

Il sera réalisé par hectare en fonction du type de cultures. Les prix de vente sont estimés à la moyenne près sur le marché. Il faut aussi noter que la charge serait estimée en fonction des prix des intrants agricoles, produits phytosanitaires, carburant.

III. Résultats

III.1. Simulation de la retenue

Sur la base des estimations des consommations humaine, cheptel, irrigation et des pertes par évaporation et infiltration, les résultats suivants ont été obtenus et a permis le traçage de la courbe d'exploitation.

Tableau 6: Evaluation des pertes et besoins en eau du barrage de Soum

Mois	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Besoins agricoles (hm3)	0.48	0.41	0.42	0	0	0	0	0	0	0	0	0.45
Besoins pastoraux et Humains (hm3)	1.514	1.527	1.596	1.582	1.582	1.582	0	0	0	1.514	1.514	1.514
Total des prélèvements (hm3)	1,99	1,93	2,01	1,58	1,58	1,582	0	0	0	1,51	1,51	1,96
Total Evapo. + infil. (m)	0.29	0.32	0.36	0.34	0.31	0.24	0.19	0.17	0.17	0.21	0.25	0.28
Dépôts solides (hm3)	0.049											

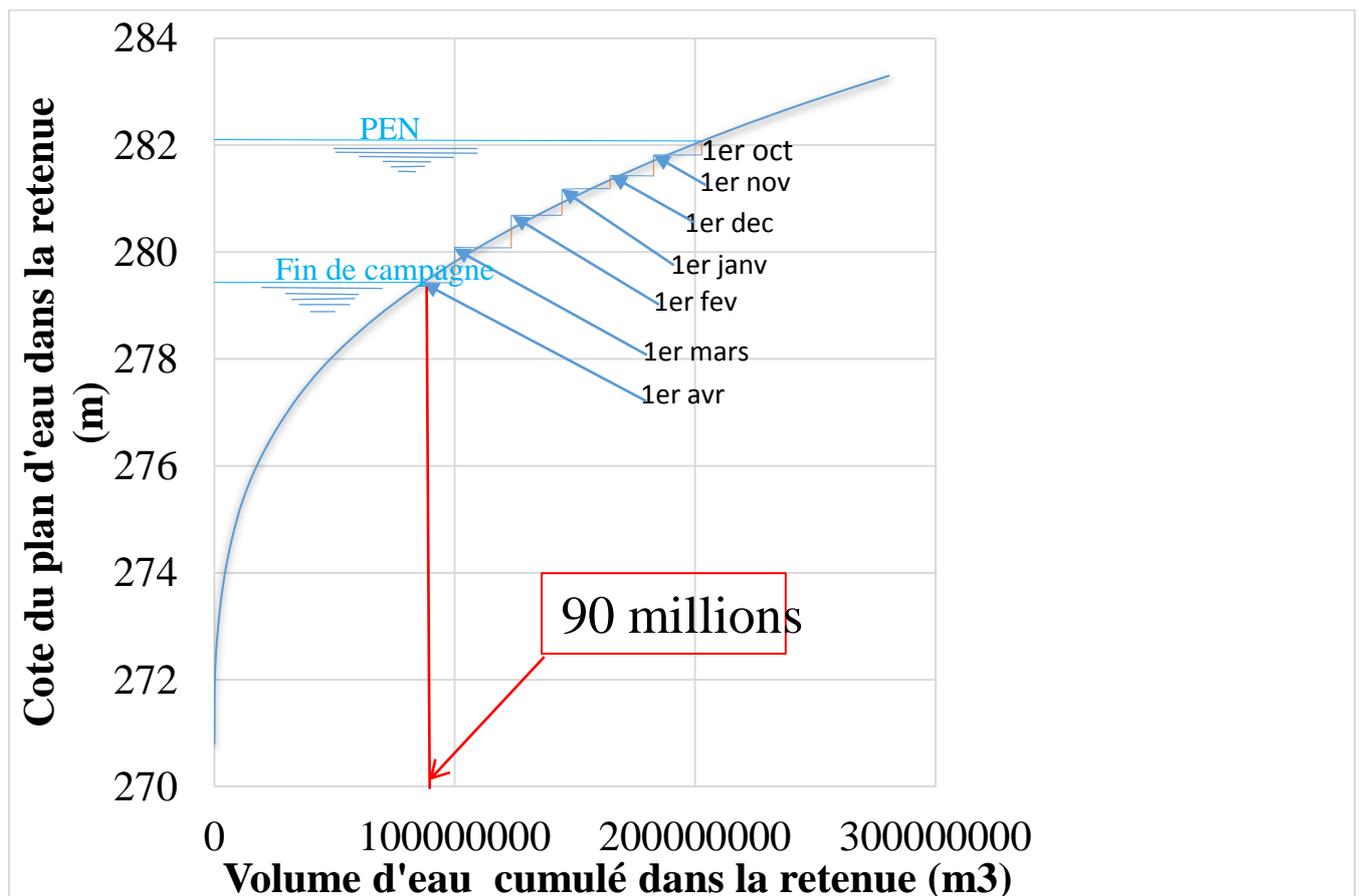


Figure 4: Courbe d'exploitation

De cette analyse nous constatons bel et bien qu'à la côte d'étiage 279,5 m le plan d'eau est à 90 000 000 m³ dans la retenue. La ressource en eau est en quantité suffisante et assure l'apport en eau durant la campagne.

III.2. Schéma de mise en valeur de l'aménagement

L'aménagement est destiné aux producteurs. Ils bénéficieront chacun d'une superficie de 0.25 hectare pour la culture du maïs en saison hivernale et la tomate, l'Oignon et le chou en contre saison. Il faut dire que ce choix a été opéré par la forte valeur commerciale de ces produits sur les marchés aussi bien locaux que national.

III.2.1. Plan d'aménagement

Une superficie d'environ 20 ha est délimitée pour l'aménagement avec le réseau d'irrigation de type semi-californien en suivant les prescriptions du manuel élaboré et proposé par le PAFASP. Elle est répartie en quartiers hydrauliques de superficie comprise entre 1 et 2,5 hectares en fonction de la possibilité de mise en place des cultures envisagées. La disposition des quartiers hydrauliques est proposée à la figure 5

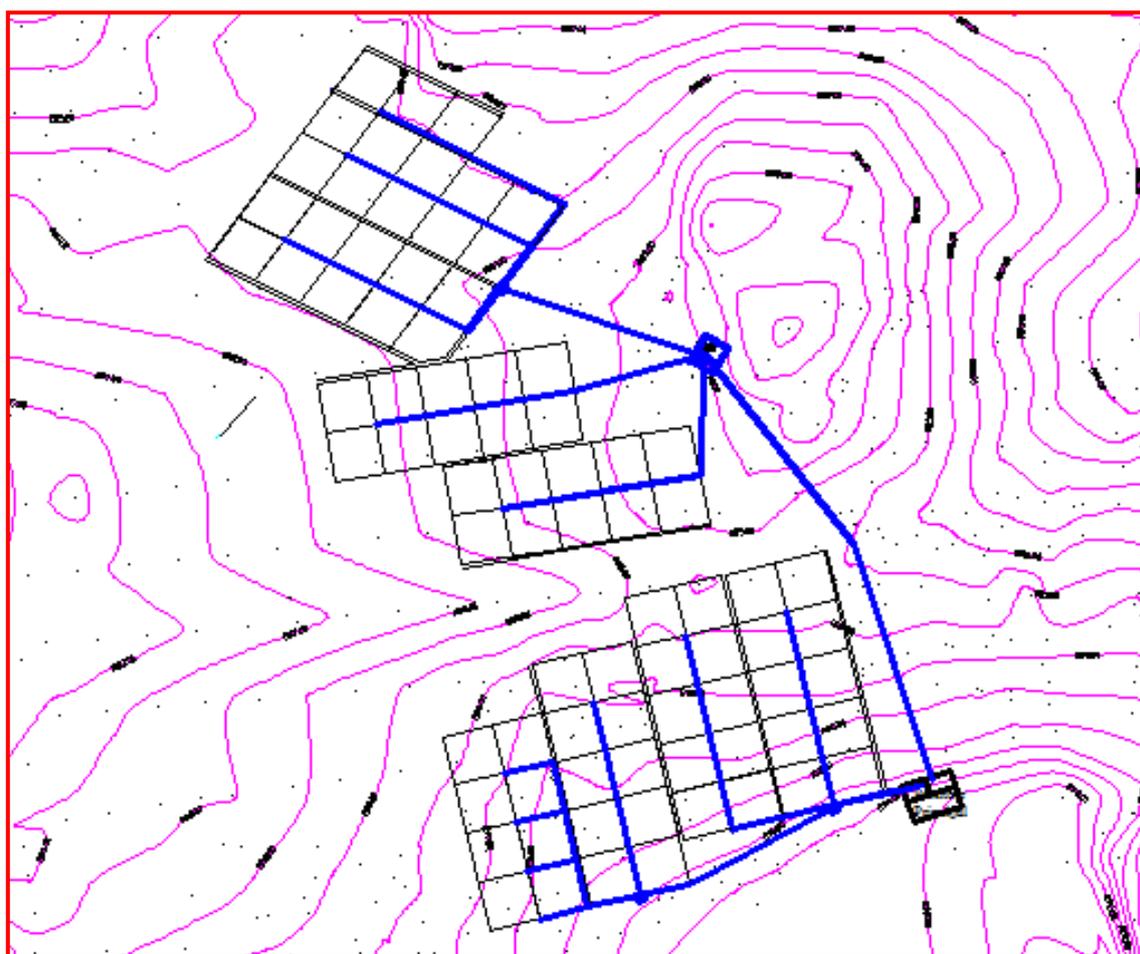


Figure 5: Disposition des quartiers hydrauliques sur le périmètre

III.2.2. Choix et justification des cultures

Le choix des cultures a été fait en tenant compte des souhaits des futurs bénéficiaires de l'aménagement, de l'influence du prix de vente sur le marché, dans le but d'assurer la continuité de mise en valeur de la zone avec une intensification de la production mais aussi en fonction du type de sol et de la rentabilité ou valeur ajoutée de ces produits. **Selon l'analyse des résultats de l'enquête maraîchère campagne 1996 à 1997**, au Burkina Faso, la culture maraîchère est généralement pratiquée en contre saison. Avec l'insuffisance des céréales, la culture maraîchère constitue un appoint pour lutter contre l'insécurité alimentaire (SCADD). **Ainsi l'oignon, la tomate et le chou ont été choisis et sont succédés par le maïs en hivernage**

❖ Justification du point de vue sol, climat et économie

▪ Le Maïs

Le maïs est une plante tropicale gourmande en éléments fertilisants et grande consommatrice d'eau. Sa culture est favorable sur les sols profonds, limon sablonneux régulièrement approvisionné en eau et ayant un PH compris entre 6 et 7.5. Son semis doit être réalisé à une température supérieure à 10°C et à des conditions optimales d'humidité.(Chambres d'Agriculture du Limousin 2008).

▪ La Tomate

La tomate est devenue une des légumes les plus importantes du monde. Sa production mondiale en 2001 était d'environ 105 millions de tonnes de fruits frais. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en-dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus des plantes pourraient s'endommager. (AKPINFA 2008)

▪ L'Oignon

L'oignon est principalement cultivé pour la production des bulbes destinés à la consommation humaine. Sa culture s'accommode à diverses textures de sol, mais il préfère des sols légers donc plus sableux avec un PH optimum entre 5.5 – 7.5 ou des sols hydromorphes peu humifères à tâches et concrétions sur matériaux sableux. Les sols à ressuyage rapide et une teneur en matière organique minimale sont favorables à sa production. L'oignon représente la culture maraîchère ayant le chiffre d'affaires le plus élevé (soit 30%) parmi les autres gammes

de culture (DPSAA, 2011) aussi selon les données des échanges commerciaux du Burkina Faso en 2013, le taux de croissance en valeur des exportations d'oignon est établi à 24% entre 2009 et 2013

- Le Chou

C'est une culture exigeante, occasionnant des prélèvements importants, à faire précéder d'apports organiques.

Les choux apprécient les sols profonds, limono-argileux et les fumures organiques importantes, les pH entre 6,5 et 7,5 et une bonne teneur en calcium soluble (moindre sensibilité à la hernie et aux carences minérales Source : Fiche technique

Selon le MARHRH/DGSA, la production du chou au Burkina était de 23 715 tonnes en 2001-2002 et représentait 63 % de la production maraichère.

III.2.3. Les assolements et l'occupation du sol

La rotation de l'exploitation agricole est en générale partagée entre plusieurs spéculations végétales, chacune d'elle impose des conditions physiques, chimiques et biologiques bien déterminées. De ce fait quelques-unes appauvrissent le sol pendant que d'autres l'enrichissent en certains éléments.

Après échange avec l'agroéconomiste il a été retenu un assolement par unité d'hectare présenté dans le tableau 4.

Tableau 7:Assolement et pourcentage d'occupation/ha

Campagne	Cultures	Superficie emblavée	Taux d'intensification
Campagne Hivernale	Mais	1ha	200%
Campagne de Contre saison	Tomate	0,4ha	
	Oignon	0,4ha	
	Chou	0,2ha	

III.2.4. Choix et justification du système d'irrigation

Le choix du système d'irrigation s'est basé sur la qualité de l'eau, son économie, le coût d'investissement à l'hectare connaissant les plages, et aux pratiques agricoles des bénéficiaires.

- Point de vue efficience d'application et coût

Tableau 8: Plage de l'efficience des systèmes d'irrigation et coût d'investissement à l'hectare

Système	Goutte à goutte	Aspersion	Semi-californien	Gravitaire
Efficience (%)	80-90 (FAO, 1989)	60-75	70	50-80 (FAO)

L'irrigation goutte à goutte permet une diminution de 30% des besoins en eau en raison d'une meilleure efficience donc permet une augmentation des rendements comparativement aux autres type d'irrigation. Cependant :

- **Du point de vue technicité et qualité de l'eau :** L'irrigation goutte à goutte a une technicité beaucoup plus complexe que l'irrigation gravitaire et l'aspersion. Elle nécessite une eau de qualité afin d'éviter l'obstruction des goutteurs, une longue durée de mis en service du réseau, une organisation adéquate des parcellements du périmètre et un minimum de niveau d'instruction des bénéficiaires. Ces contraintes font que, des visites de terrain sur des sites goutte à goutte laissent croire que ce système demande une initiation des paysans avant sa vulgarisation.
- **Du point de vue coût :** l'irrigation goutte à goutte est beaucoup plus coûteux que l'irrigation par aspersion voire le semi californien et le gravitaire en fonction de sa source d'énergie et de la pression de service.

L'irrigation par aspersion quant à elle, engendre des surcoûts de pompage car les asperseurs ont besoin d'une pression nominale de fonctionnement. Ce qui augmente la HMT et donc une forte consommation en énergie. Elle est moins coûteuse que le goutte à goutte mais comparativement au semi-californien, ce système est à un coût élevé.

Le semi californien à cheval entre l'aspersion et le gravitaire est plus maniable car moins de technicités et est à la portée des bénéficiaires vue leur niveau. De plus en termes de durée de

travail journalière le système n'en demande pas trop, il consomme moins d'énergie et est économiquement abordable.

Conclusion sur le choix du système d'irrigation : L'étude comparée des différents systèmes d'irrigation montre que les avantages du système semi californien sont plus exhaustifs que les autres systèmes ci-dessus cités. Il est jugé entre 4-5 millions /ha (PAFASP) et est moins coûteux que le système goutte à goutte 12 millions environs (PVEN, 2013).

Vue l'ensemble des contraintes liée aux systèmes goutte à goutte et aspersion le semi-californien est retenu.

III.3. Estimation des besoins en eau

✓ Dimensionnement préliminaire

Il a été réalisé grâce aux données de base (climatique et pédologique) obtenu. Ainsi suite aux évaluations des besoins en eau qui en résulte.

Tableau 9: Besoin en eau d'irrigation par calendrier

Cultures	calendrier 1		calendrier 2	
	Nov. Fev	Juin. Sep	Déc. Mars	Juil. Oct.
Période de production				
Besoin net (m3/mois)	2078.30	334.97	2105.81	950.81
Besoin brut (m3/mois)	2969	478.52	3008.29	1358.3

Conclusion sur le choix du calendrier: Le calendrier N°2 est retenu pour la suite de l'étude car il est le plus contraignant avec un besoin en eau de 12482.82 m³/ha pour toute la campagne agricole ; 10166.55 m³/ha pour la campagne maraichère avec un besoin de point de 3008 m³/ha.

Tableau 10: Dimensionnement préliminaire

	Décembre	Janvier	Février	Mars
Evapotranspiration potentiel ETP (mm)	196,4	199,8	197,6	217,1
Coefficient cultural Kc	0,8	1,1	1,15	0,95
Besoin net (m^3)	1261,08	1690,62	2059,08	2105,81
Pluies moyennes mensuelles (mm)	0	0,1	0	1,5
Pluie efficace (mm/mois)	0	0	0	0
Besoin brut (m^3 /mois)	1801,54	2415,17	2941,54	3008,29
Profondeur racinaire (m/)	1	1	1	1
Reserve utile (m/m)	101	101	101	101
Facteur de tarissement p	0,324	0,324	0,324	0,324
Reserve facilement utilisable (mm)	32,7	32,7	32,7	32,7
Fréquence d'irrigation (jour)	6	8	9	10
Rotation (jour)	5	3	3	3
Tour d'eau (jour)	3	3	3	3
Dose réelle (mm)	20	26,84	32,62	33,43
Débit fictif continu (l/s/ha)	0,7	0,93	1,13	1,16
Débit maximal de pointe (l/s/ha)	1,95	2,59	3,15	3,25
Main d'eau (l/s)	10	10	10	10
Quartier hydraulique (ha)	5	3,86	3	3
Durée pratique d'irrigation (h)	6h 15mn	8h 23mn	9h 03mn	9h 17mn
Temps d'irrigation d'une parcelle	1h30mn	2h	2h 10mn	2h 20mn

Discussion sur le tableau : Après le choix du calendrier agricole l'estimation des besoins par mois montre que le mois de pointe est celui de mars et la culture la plus contraignante la tomate. Un débit d'équipement de 3.25 l/s/ha est évalué et nous constatons qu'il est dans la plage recommandé pour le semi-californien (**3-5 l/s/ha**). Un tour d'eau de 3 jours est retenue pour une main d'eau de 10 l/s/ha afin d'assurer l'apport continu en eau aux plantes.

✓ Dimensionnement final

Pour la satisfaction des besoins en eau des cultures, et après évaluation, nous proposons que le partiteur principal soit alimenté en eau par une moto pompe d'un débit de 295m³/h avec une HMT de 16,30 m. La motopompe sera installée sur une plate-forme et pompera l'eau

d'irrigation sur un chenal. L'ensemble du réseau après le dimensionnement final a fourni les résultats résumés dans le tableau 11.

Tableau 11: Dimensionnement des conduites

Conduites	Nombre	Diamètre (mm)	Pression (bar)
Aspiration	1	315	flexible
Refolement	1	315	6
Principales	2	315	4
Secondaire	6	160 - 250	4
Tertiaire	4	160	4
Quatenaire	2	100-160	4

NB : La surpression le long de la conduite de refolement calculée s'élève à 29,77 mCE ajoutée à sa hauteur manométrique qui est de 10,7 mCE est inférieure à la pression nominale de la conduite de refolement qui est de 6 bars. Le diamètre 315 mm de pression nominale 6 bars pourra supporter la pression sans risque d'éventuels dégâts.

➤ Chenal d'amenée

Suite au dimensionnement par la méthode des débitances une section de 1 m de largeur au plafond et un tirant d'eau de 0,4 m ont été respectivement imposés et évalués. Les résultats sont consignés dans le tableau 12:

Tableau 12: Dimensionnement du chenal

Point s	Dist cum	Dist partielle	Débit(l/s)	Cote TN	I (%)	Profil du chenal				V (m/s)	Côte fond	Section(m ²)	volume(m ³)
						m	y(m)	b (m)	y+r (m)				
P1	0,00	0,00	82	279,39	0,01	1	0,4	1	1,00	0,18	278,39	2,00	0,00
P2	50,00	50,00	82	279,49	0,01	1	0,4	1	1,10	0,18	278,39	2,32	108,07
P3	100,00	50,00	82	279,64	0,01	1	0,4	1	1,26	0,18	278,38	2,83	128,82
P4	150,00	50,00	82	279,83	0,01	1	0,4	1	1,45	0,18	278,38	3,55	159,47
P5	200,00	50,00	82	280,02	0,01	1	0,4	1	1,64	0,18	278,37	4,34	197,28
P6	250,00	50,00	82	280,21	0,01	1	0,4	1	1,84	0,18	278,37	5,21	238,85
P7	300,00	50,00	82	280,39	0,01	1	0,4	1	2,03	0,18	278,36	6,16	284,19
P8	350,00	50,00	82	280,47	0,01	1	0,4	1	2,11	0,18	278,36	6,55	317,56
P9	360,41	10,41	82	280,46	0,01	1	0,4	1	2,10	0,18	278,36	6,51	67,99

P10	360,41	0,00	82	280,46	0,0 1	1	0,4	1	1,00	0,18	279,4 6	2,00	0,00
P10'	400,00	39,59	82	280,74	0,0 1	1	0,4	1	1,28	0,18	279,4 6	2,93	97,63
P11	450,00	50,00	82	281,08	0,0 1	1	0,4	1	1,63	0,18	279,4 5	4,27	180,16
P12	456,13	6,13	82	280,98	0,0 1	1	0,4	1	1,53	0,18	279,4 5	3,88	24,99
P13	500,00	43,87	82	281,20	0,0 1	1	0,4	1	1,75	0,18	279,4 5	4,82	190,80
P14	550,00	50,00	82	281,44	0,0 1	1	0,4	1	2,00	0,18	279,4 4	6,01	270,90
P15	600,00	50,00	82	281,69	0,0 1	1	0,4	1	2,25	0,18	279,4 4	7,34	333,86
P16	650,00	50,00	82	281,94	0,0 1	1	0,4	1	2,51	0,18	279,4 3	8,79	403,14
P17	651,73	1,73	82	281,95	0,0 1	1	0,4	1	2,52	0,18	279,4 3	8,84	15,24

➤ Choix de la pompe

L'eau dans le réseau d'irrigation sera mise en partie sous pression par une station de pompage implantée au bord d'un chenal et qui alimente un bassin tampon. Afin de garantir les charges et débits nécessaires au bon fonctionnement du réseau, la station de pompage délivrera un débit de 295m³/h sous une HMT de 16,3 mètres.

Le choix de la pompe étant guidé par le débit Q (m³/h) et la HMT (mCE), il a porté sur la pompe de type GRUNDFOS NK 125-250. La courbe caractéristique du réseau d'irrigation est tracée. Elle est confrontée aux courbes hauteurs-débits du catalogue GRUNDFOS, et la pompe choisi offre le meilleur point de fonctionnement avec les caractéristiques consignées dans le Tableau 13 :

Tableau 13: Caractéristique de la pompe GRUNDFOS NK 125-250

Caractéristique de la pompe GRUNDFOS NK 125-250	
Débit (m ³ /h)	295,2
HMT (m)	16,3
Rendement r(%)	82
Puissance P _{luc} (KW)	15
NPSH requis (m)	3
NPSH disponible (m)	7

Risque de cavitation : Le NPSH requis lu sur la courbe, majoré de 0.5 m se doit d'être inférieur au NPSH disponible. Condition vérifiée dans le cas présent donc **pas de risque de cavitation**.

- Choix de l'énergie d'alimentation de la pompe

L'alimentation en énergie de la pompe par le réseau électrique de la SONABEL est à priori exclue pour des raisons de non disponibilité dans la localité.

L'alimentation en énergie photovoltaïque est également exclue pour des raisons économiques. Il serait de 2 à 3 fois plus élevé que le thermique à court terme mais idéal à long terme.

Conclusion : La motopompe sera alimentée par l'énergie thermique. Cela nécessitera une motopompe à moteur thermique de type diesel, bien robuste et supportant des régimes de fonctionnement long.

III.4. Dimensionnement du Partiteur ou bassin principal

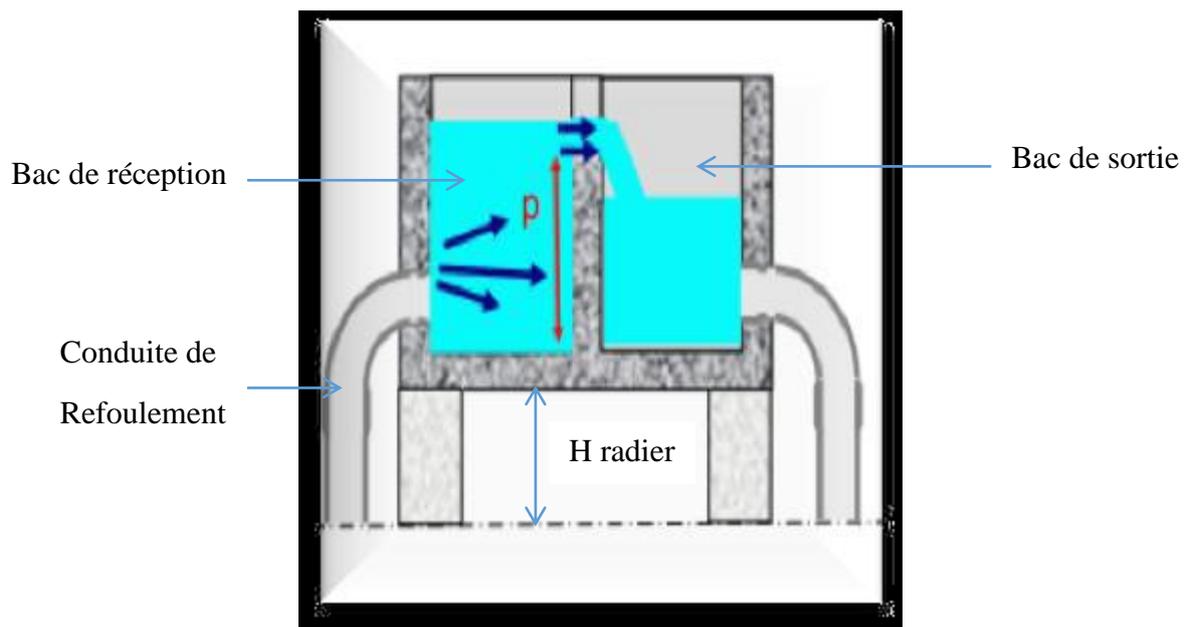


Figure 6: Partiteur ou bassin tampon

La capacité et le calage des bassins partiteurs fonctionnant en dénoyé doivent permettre d'alimenter les parcelles en eau jusqu'à la plus contraignante. Les caractéristiques des bassins suite au calage sont consignées dans le tableau 14.

Tableau 14: Dimensionnement des partiteurs

Partiteur	Principal	Secondaire 1	Secondaire 2
-----------	-----------	--------------	--------------

Débit (l/s)	82	38	44
Longueur des déversoirs(m)	1,8	1	1.2
Lame d'eau (m)	0.09	0.08	0.08
Ligne d'eau amont (m)	292,38	292,31	290,36
Ligne d'eau aval (m)	292,34	292,28	290,33
Côte déversoir (m)	292,29	292,23	290,28
Côte bord supérieur du partiteur (m)	292,58	292,43	290,48
Côte radier (m)	291,69	291,63	289,68
Hauteur sous radier (m)	0,4	0,25	0,3
Hauteur bassin (m)	1,2	1,1	1,1

Les bassins seront de section rectangulaire et revêtu en béton ordinaire ; Le radier du partiteur principal est calé à la côte 291,69 m. Cette côte est obtenue en soustrayant à la côte du déversoir 0,60 m. La côte du déversoir s'obtient en procédant de la manière suivante :

- A la prise parcellaire la plus contraignante, on donne une pression de service minimale de 0,40 m pour s'assurer d'avoir le débit d'arrosage ou la main d'eau calculé.
- A cette pression de service on ajoute les pertes de charges nécessaires pour amener l'eau du partiteur à la prise. Ces pertes de charges linéaires sont majorées de 10% pour tenir compte des pertes singulières.
- La côte du déversoir = côte prise + $P_{service}$ + J_{totale}

Conclusion : Les bassins sont callés à des hauteurs inférieures à 2 m. Ceci permettra d'avoir une charge hydraulique suffisante pour assurer une vitesse de sortie suffisante au niveau des prises et de vaincre les perte de charge le long du trajet d'adduction.

III.5. Ouvrages d'assainissements

Ils ont été dimensionnés de sorte à évacuer les excédents d'eau de pluies sur le périmètre et les eaux sauvages. Les résultats sont résumés dans le tableau 15.

Tableau 15: Section des drains et colature

Paramètres	Débit (m ³ /s)	Pente	Ks	m	y(m)	b (m)	r (m)	V (m/s)	L (m)
Colature	0,09965	0,50%	35	1	0,080	0,3	0,30	0,4	0,47
DS1	0,01	0,50%	35	1	0,075	0,3	0,2	0,4	0,45
DP1	0,05	0,50%	35	1	0,15	0,5	0,3	0,6	0,8
DP2	0,02	0,50%	35	1	0,084	0,5	0,3	0,4	0,668
DP3	0,003	0,50%	35	1	0,045	0,3	0,3	0,3	0,39

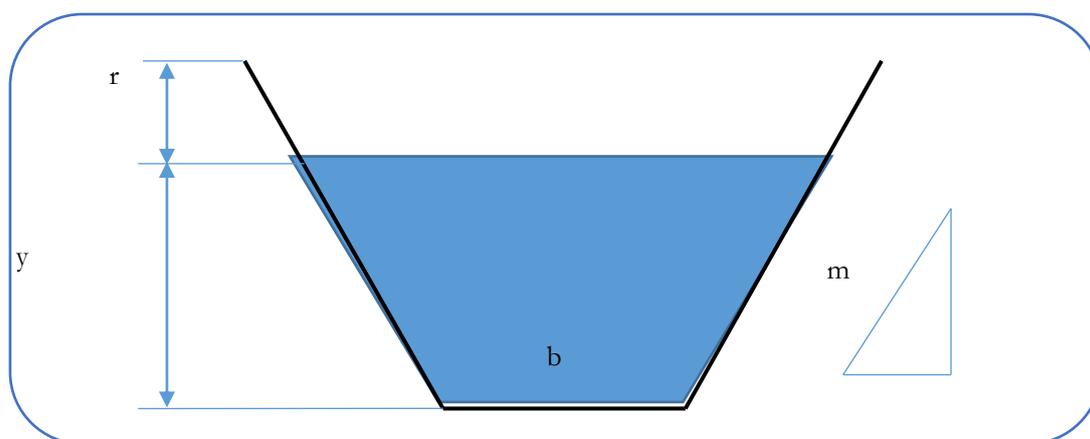


Figure 7: Coupe d'un drain

III.6. Ouvrage de franchissement

Suite à la lecture sur planche les résultats résumés dans le tableau 16 donnent les sections des dalots.

Tableau 16: Section des dalots

Nbre de Dalots	Nbre de cellule	Q (l/s)	Vitesse (m/s)	Y (m)	Revanche (m)	Htot(m)	Largeur B
D2.1	1	8,38	0,2	0,1	0,15	0,25	0,3
D1.2	1	8,38	0,2	0,1	0,15	0,25	0,3
D3.2	1	8,38	0,2	0,1	0,15	0,25	0,3
D4.2	1	3,35	0,2	0,1	0,15	0,25	0,3
D1.1	1	16,75	0,3	0,15	0,15	0,3	0,4
D3.1	1	15,1	0,3	0,15	0,15	0,3	0,4
D2.2	1	16,75	0,3	0,15	0,15	0,3	0,4

Conclusion : La hauteur intérieure des dalots étant inférieure à 0,5m, ils seront difficilement visitable. Nous proposons donc que les radiers supérieurs soient remplacés par de petites dalles amovibles. Ce qui permettra un entretien plus aisé des ouvrages. La figure 8 montre une vue en plan d'un dalot.

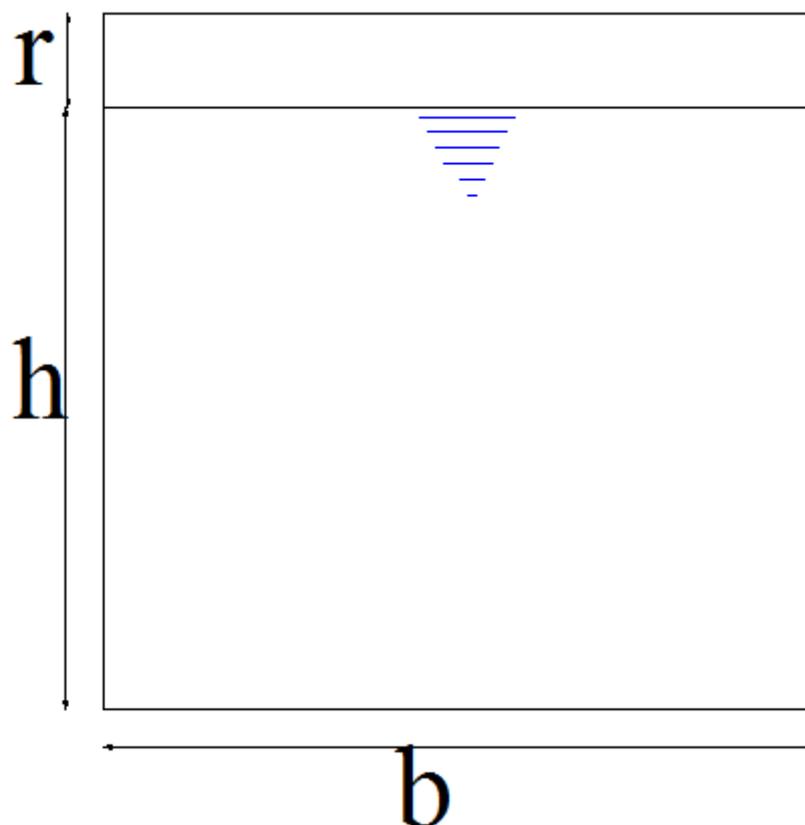


Figure 8: vue en plan du dalot

III.7. Etude financière de l'aménagement

III.7.1. Coût d'investissement

Tableau 17: Coût d'investissement

Désignation	Coût total
I. installation	4 717 500
II.1. terrassement	9 473 450

II.2. Station de pompage, refoulement + bassin	11 944 182
III. Réseau de distribution	54 000 400
IV. Ouvrage de drainage	1 470 480
IV. Réseau de circulation	7 800 000
V. Mesures d'accompagnements	35 000 000
Total hors taxe	124 406 012
Total Toutes taxes Comprises	146 799 094
Total Toutes taxes Comprises/hectare	7 160 931

Les résultats détaillés sont en annexes.

III.7.2. Retour sur investissement

Le coût de l'aménagement à l'hectare selon le devis estimatif s'élèverait à sept million cent soixante mille neuf cent trente un (7 160 931) F CFA. Partant du compte d'exploitation dont le détail des calculs se trouve en annexe, une **durée de retour sur investissement de trois (3) est évaluée**. Le tableau suivant présente un résumé de ces calculs

Tableau 178: Calcul de la durée de retour sur investissement

Culture à l'hectare	Tomate	Oignon	Choux	
Charge d'exploitation/ ha	750500.00	790500.00	709500.00	
Prix de vente moyen	11900000	5100000	4199000	
Valeur ajoutée	11149500.00	4309500.00	3489500.00	
DRI			2.6460945	
DRI			3	ans

III.8. Temps d'irrigation journalière

Apriori fixé à dix (10) heures, le temps d'irrigation journalière nécessaire pour apporter une dose de 33.45mm correspondant à un tour d'eau T=3jours est estimé à 9 heures 17 minutes pour une main d'eau de dix (10) litre par seconde. Afin d'assurer la fluidité du travail pour les exploitants ce temps estimé est arrondi à 9heures 20 minutes soit un temps à la parcelle de 2h 0 min. De là, un calendrier d'arrosage sera mis à la disposition des producteurs. Voir le résumé dans la table 19.

Tableau 189: Calendrier d'irrigation

N° Quartier	Heure	L	M	M	J	V	S
1	7h-9h.20	P _{1.1} ---P _{4.1}	P _{5.1} ---P _{8.1}	Pas de parcelles	P _{1.1} ---P _{4.1}	P _{5.1} ---P _{8.1}	Pas de parcelles
2		P _{1.2} ---P _{4.2}	P _{5.2} ---P _{8.2}	P _{9.2} -P _{10.2}	P _{1.2} ---P _{4.2}	P _{5.2} ---P _{8.2}	P _{9.2} -P _{10.2}
3	9h20-	P _{1.3} ---P _{4.3}	P _{5.3} ---P _{8.3}	P _{9.3} -P _{10.3}	P _{1.3} ---P _{4.3}	P _{5.3} ---P _{8.3}	P _{9.3} -P _{10.3}
4	11h40	P _{1.4} ---P _{4.4}	P _{5.4} ---P _{8.4}	P _{9.4} -P _{10.4}	P _{1.4} ---P _{4.4}	P _{5.4} ---P _{8.4}	P _{9.4} -P _{10.4}
5	11h40-	P _{1.5} ---P _{4.5}	P _{5.5} ---P _{8.5}	P _{9.5} -P _{10.5}	P _{1.5} ---P _{4.5}	P _{5.5} ---P _{8.5}	P _{9.5} -P _{10.5}
6	14h	P _{1.6} ---P _{4.6}	P _{5.6} ---P _{8.6}	P _{9.6} -P _{10.6}	P _{1.6} ---P _{4.6}	P _{5.6} ---P _{8.6}	P _{9.6} -P _{10.6}
7	14h-16h20	P _{1.7} ---P _{4.7}	P _{5.7} ---P _{8.7}	P _{9.7} -P _{10.7}	P _{1.7} ---P _{4.7}	P _{5.7} ---P _{8.7}	P _{9.7} -P _{10.7}
8		P _{1.8} ---P _{4.8}	P _{5.8} ---P _{8.8}	P _{9.8} -P _{10.8}	P _{1.8} ---P _{4.8}	P _{5.8} ---P _{8.8}	P _{9.8} -P _{10.8}
9				P _{1.9} -P _{4.9}			P _{1.9} -P _{4.9}

III.9. Etude d'Impact Environnemental et Social

L'impact est l'effet immédiat, à moyen ou à long terme que l'aménagement, qu'il soit prévu ou non, qu'il soit bénéfique ou néfaste, provoque sur son environnement d'accueil, sa périphérie immédiate ou éloignée.

La mise en œuvre d'aménagements de périmètre irrigué occasionne une forte convoitise et de compétition de la part des communautés bénéficiaires avec pour conséquence la dégradation de ses écosystèmes et l'accroissement des conflits. Il sera donc judicieux de réaliser une étude d'impact environnementale et sociale en vue de proposer des mesures pour maintenir l'équilibre entre la nécessité de conservation de la diversité biologique et la satisfaction des besoins fondamentaux des populations riveraines.

L'Etude d'Impact environnementale (EIE) s'inscrit à l'intérieur d'un processus décisionnel et est régie par les dispositions législatives et réglementaires en vigueur au Burkina Faso, notamment la Loi N°006-2013/AN du 02 avril 2013 portant Code de l'Environnement au Burkina Faso.

Le décret N°2001-342/PRES/PM/MEE donnant la liste des catégories d'activités et documents de planification assujettis à l'Etude ou à la Notice d'Impact sur l'Environnement, mentionne que les projets d'irrigation et de drainage dont la superficie est de 20 hectares sont classés dans la catégorie B. Par conséquent, l'aménagement hydro-agricole d'environ 20 hectares de terres à Soum est assujetti à une NIES objet de la présente étude.

Tableau 20: Notice d'impact environnemental

Désignations			Milieux récepteurs			
Phases	Activités sources	Description de l'impact	Milieu biophysique		Milieu socio-économique	
			Positifs	Négatifs	Positifs	Négatifs
Travaux d'aménagements	Installation du chantier	Perte d'habitats/biens	-	O		
		Compensations	O	N	O	N
		Création d'emplois			O	N
	Déboisement, débroussaillage et nettoyage de l'emprise	Déforestation	N	O		
		Nuisance sonore	N	O		
	Travaux de canaux d'irrigation, de terrassement, de planage, de parcellement, de construction	Main d'œuvre			O	N
		Pollution d'air	N	O		

	d'ouvrages d'arts.						
	Aménagement des voies d'accès au site et à l'intérieur du site	Perturbation faune et flore	N	O	N	O	
Exploitation	Distribution des parcelles aux exploitants	Conflits			N	O	
	Formation des exploitants sur les techniques de production	Adaptation aux nouvelles pratiques agricoles			O	N	
	Utilisation des intrants (pesticides, engrais, semences etc.)	Amélioration des rendements			O	N	
		Appauvrissement des sols	N	O			
		Pollution des eaux	N	O			
	Suivi-rapproché des producteurs	Sensibilisation			O	N	
	Entretien et gestion du périmètre	Durabilité	Assurée				
		Rentabilité					
Commercialisation	Fluidité			O	-		

Légende : N = Non ; O = Oui ; - = trace

IV. Analyses et discussions.

Le dimensionnement du réseau d'irrigation a fourni un débit d'équipement de 3.25 l/s/ha valeur qui est comprise dans l'intervalle recommandé par le manuel semi californien du

PAFASP (3 l/s/ha à 5 l/s/ha). Aussi il est ressorti du dimensionnement des hauteurs de bassins tampons inférieur à 2 m. Ce qui permettra un fonctionnement adéquat du système

En outre le semi californien comparativement au gravitaire est plus économique en eau, simple d'utilisation. Cependant sa conception nécessite une implication rigoureuse si bien que pris à la légère, elle peut être source de mauvais fonctionnement du réseau voir l'abandon du périmètre par les exploitants. Au nord du Burkina ces problèmes sont récurrent (plus de 80% de site semi californien ne marchent pas) et des études de diagnostic révèlent toujours que soit les bassins et prises parcellaires sont mal calés, soit un mauvais choix des sections des conduites.

Enfin relativement au coût à l'hectare, les 7 160 931 franc CFA sont énorme pour du semi-californien. Mais cela s'explique par le fait que les activités annexes telles que (Route, Magasin, Terrasse de séchage, les ouvrages de franchissement) ont été pris en compte. Hors mis ces réalisations l'investissement à l'hectare tourne autour de cinq million soixante-treize mille cent vingt-six (5 073 126).

V. Gestion de l'aménagement

V.1. Les ennemies du maïs et du maraîcher et leur gestion

❖ Les ennemies du maïs et leur gestion

➤ La pyrale : on peut la combattre en utilisant le trichogramme, parasitoïde des œufs de la pyrale, qui est simple d'utilisation et efficace. Il faut éviter de laisser les fans de maïs passer l'hiver sur le sol, les larves de pyrales y nichent pour devenir adultes.

➤ Le taupin : il peut attaquer un plant de maïs par les racines, jusqu'au stade 6-8 feuilles. L'implantation d'un maïs derrière une prairie représente un risque car plus la prairie est âgée, plus le risque taupin est élevé. Afin de prévenir ce risque, un labour par temps chaud et sec permettra de détruire une grande partie des larves. Il faut aussi éviter les parcelles trop humides qu'affectionne le taupin.

➤ La limace : éviter de laisser les déchets de la culture précédente en surface (appétant pour les limaces).(Chambres d'Agriculture du Limousin 2008)

❖ Les ennemies de la tomate et leur gestion

-le flétrissement bactérien : aucun traitement, ni préventif ni curatif. Veiller à respecter les rotations et utiliser des variétés résistantes et tolérantes.

-Les autres maladies cryptogamiques (cladosporiose, alternaria, septoriose, pourriture grise) causée par la mouche maraîchère ou mineuse, les acariens, les aleurodes et les nématodes sont également évitées à condition de respecter les doses de produit et les fréquences des traitements.

-les maladies non parasitaires (la nécrose apicale, les fentes de croissance, la déformation nécrotique de la tige) sont essentiellement dues à des déséquilibres au niveau nutritionnel (eau ou éléments fertilisants) ou à des facteurs naturels défavorables (profondeur du sol ou drainage insuffisant).(AKPINFA 2008)

❖ Les ennemies de l'Oignon et leur gestion

-Le mildiou de l'Oignon : il est causé par *Peronospora destructor*, une maladie qui survient d'ordinaire par plaques dans le champ. Pendant les premiers stades de la maladie, une excroissance d'apparence duveteuse violet/grisâtre se développe et tue le tissu infecté. Les feuilles touchées jaunissent et se dessèchent.

-La brûlure de la feuille d'Oignon (BFO) : Elle est causée par *Botrytis squamosa* et se caractérise par de petites taches discrètes (de 1 à 5 mm), de couleur grise ou blanche, qui tournent au brun pâle à mesure que les lésions vieillissent. BFO est souvent distribuée dans tout le champ. ("Guide d'exportation de l'oignon en Afrique de L'Ouest et du Centre" 2000)

❖ Les ennemies du chou et leur gestion

-Le **mildiou** est la principale maladie des choux, qui se déclare par temps froid et humide, surtout sur les jeunes plants. Au moment de la plantation, il faut prévoir un traitement localisé du sol là où la **mouche du chou** provoque régulièrement des mortalités de jeunes plants

-La hernie du chou : elle se caractérise par une excroissance au niveau du collet et sur les racines. Pour l'éviter, il faut régler le pH si celui-ci est trop acide et désinfecter le sol.

-L'altise du chou : elle se remarque par de jeunes plantes criblées de trou. Son traitement se fait au parathion.

-La cécidomie du chou : les plantes qui en sont atteintes sont appelées plantes borgnes. Le traitement se fait au parathion en début de culture.

-La piéride du chou : elle se manifeste par un rongement des feuilles par des chenilles. Elle se traite aussi par le parathion. Lors des traitements, il faut ajouter un mouillant lors des pulvérisations sur les choux.(Reckhaus 1997).

V.2. Conservation et conditionnement des cultures

❖ Conditionnement du maïs

Laisser les épis sécher au soleil pendant quelques jours après la récolte. La conservation est beaucoup plus facile en épis qu'en graines. (Chambres d'Agriculture du Limousin 2008).

❖ Conditionnement de la tomate

Les fruits cueillis à maturité complète ne pourront se conserver que quelques jours. Il est donc conseillé de réaliser la récolte au stade de maturité dénommé « point rosé », c'est-à-dire à l'apparition de la coloration rose sur l'extrémité du fruit (le reste du fruit étant encore vert ou vert-jaune). Afin de limiter les pertes au transport, il est recommandé de conditionner les fruits en caisses rigides, en superposant au maximum 5 à 6 couches de fruits.(AKPINFA 2008).

❖ Stockage et conservation de l'Oignon

Les Oignons doivent être soumis immédiatement après la récolte à un processus de séchage complet avant d'être stockés. En plus du choix de variétés ayant une bonne aptitude à la conservation, il importe de se conformer aux bonnes pratiques de stockage. L'endroit de stockage doit être bien aéré, sec, propre, exempt d'odeur désagréable et non chauffé.

Les conditions optimales de conservation sont :

- 0 °C et 95 % d'humidité relative ou plus de
- 30 °C et atmosphère sèche (jamais entre 7 et 28 °C, à une forte humidité relative).

Une aptitude à la bonne conservation est bonne lorsqu'après 6 mois d'entreposage, les pertes en bulbes n'excèdent pas 10%. L'entreposage se fait dans des silos traditionnels ou modernes de conservation.(Christophe 2011).

❖ Conditionnement du chou

Le chou peut se conserver pendant 3 à 4 mois en chambre froide entre +2° C et -1°C avec 95% d'humidité, fortement ventilée. Contre certaines maladies de conservation (Penicillium),

on pourra, si nécessaire, tenter une désinfection des locaux de stockage par diffusion d'huiles essentielles (thym, origan, citron etc.). En l'absence de frigo, les choux peuvent être stockés hors gel, en palox ou en tas. Dans ce second cas de figure, le tas ne dépassera pas 1,5 à 2 mètres de hauteur (fiche technique de la culture du chou).(Reckhaus 1997)

VI. Conclusion

Au terme de l'étude portant sur le thème « Etude de faisabilité d'un aménagement hydro-agricole d'environ 20 ha dans la vallée de Soum/Boulkiemdé », le constat a été fait que sur la base d'un taux d'intensification de 200% par an la possibilité de mise en place d'un schéma d'exploitation sur deux campagne (à savoir le maïs en hivernage, la tomate l'oignon et le chou en campagne de contre saison) est proposé suite aux échanges avec la population bénéficiaire, la valeur ajoutée des produits sur le marché et sous la directive de l'agroéconomiste. Aussi de cette étude il ressort que le périmètre requiert une nette amélioration du sol en nutriments car du point de vue fertilité il est sujet à deux principales contraintes que sont la pauvreté en nutriments et sa faible capacité de rétention d'eau.

L'étude a aussi permis d'élaborer un plan d'aménagement d'environ 20ha muni d'un réseau d'irrigation de type semi-californien. Ce type proposé est adaptée à la topographie et à l'emplacement des parcelles car il assure le partage de l'eau dans toutes les parcelles jusqu'à la plus contraignante. L'aménagement est viable car l'eau est en quantité suffisante dans le barrage et la notice d'impact environnementale Le coût de l'hectare aménagé à valu la somme de 7 160 931 FCFA. Il nous est permis donc de confirmer que les objectifs sont atteints.

VII. Recommandation et perspective

Après l'étude du présent projet d'aménagement nous recommandons un levé topographique de quelque dizaine de points de plus vers la cuvette avant l'exécution des travaux d'aménagement. IL permettra de mieux cerner l'emplacement des colatures de ceintures pour la collecte et l'évacuation des eaux sauvages mais aussi du chenal d'amené.

Vue l'état de pauvreté des sols en nutriments et les assolements proposé sur une même superficie d'un hectare, nous recommandons scrupuleusement l'assistance des exploitants par un service technique afin:

De les encadrer sur les techniques culturales et le principe d'application et de dosage des engrais chimiques et organiques et produits phytosanitaires;

D'éviter la propagation de certaines maladies du maraichage et du maïs sur le périmètre;

Comme perspective nous envisageons pour une meilleure organisation des filières et la mise en place d'un comité pour la collecte des redevances en eau auprès des agriculteurs ainsi que la mise à leur disposition de matériels agricoles dont ils pourraient louer les services. La réussite de la collecte de la redevance eau, sa bonne gestion constitueront un gage pour le bon entretien du périmètre et partant son exploitation durable.

Références bibliographiques

- AKPINFA, Eduard. 2008. "Fiche technique de la culture de la tomate." JP Courchinoux.
- BARRO. 2015. "Rapport d'étude préliminaire pour l'extension des terres irriguées dans la vallée de SOUM/Boulkiemdé." Ouagadougou.
- BUNASOLS. 2015. "Rapport d'étude des sols." Rapport Principal 70. Ouagadougou.
- CETRI. 2015. "Rapport d'étude pédologique et socio-économique."
- Chambres d'Agriculture du Limousin. 2008. "MAÏS : ITINERAIRE TECHNIQUE, du semis à la récolte." CORREZE - CREUSE.
- Christophe, Fleurance. 2011. *Accompagnement du développement et de la structuration de la filière légumes de plein champ en zones céréalières biologiques.*
- CINTECH. 2014. "Rapport principal de l'étude d'actualisation des 808 ha."
- CNDI eau. 2012. "Rapport d'étude sur le barrage de Soum." CNDI eau.
- COMPAORE, Laurent. 1998. "Cours de Drainage et D'assainissement Agricole." 2ie.
- . 1999. "Les données de Base de l'irrigation." 2ie, 2em édition.1999.
- CentreTechnique de Coopération Agricole et Rurale.2000."Guide d'exportation de l'oignon en Afrique de L'Ouest et du Centre."
- IAHS. 1991. "Soil Water Balance in the Sudano-Sahelian Zone." *IAHS Publ. no. 199,1991*, February, sec. Proceedings of the Niamey Workshop.
- INSD. 2006. "Rapport du RGPH."
- KEITA, Amadou. 2009. "Cours d'irrigation gravitaire." 2ie.
- MAAH. 2014. "étude pour l'élaboration du plan de développement de la filière fruits et légumes." - Rapport final adopté par l'atelier national. Ouagadougou.
- MAR, Lamine. 2004. "Ecoulement à surface libre." 2ie.
- PAFASP. 2012. "Manuel technique d'aménagement des terres suivant le mode d'irrigation par réseau semi-californien au Burkina Faso." PAFASP.
- Reckhaus, Peter. 1997. "Maladies et Ravageurs des cultures maraîchères,." Margraf Verlag,GTZ, Allemagne ISBN 3-8236-1274-3.
- SOGETHA. 1968. "Les ouvrages d'un petit réseau d'irrigation." Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères,.
- Traité d'irrigation. 2014. "Définition et estimation des besoins en eau d'une plante." Ouagadougou.

ANNEXES

Annexe1 : Compte d'exploitation par culture

Compte d'exploitation pour 1 ha de tomates				
Désignations	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
Nettoyage	ha	1.00	10000	10000.00
Produits phytosanitaire	lot	1.00	70000	70000.00
Fumure organique	T	20.00	6000	120000
Semences	g	250	280	70000
Labour	ha	1	30000	30000
Hersage	ha	1	10000	10000
Semi	ha	1	15000	15000
Carburant				45000
Récolte	ha	1	25 000	25000
Transport et Conditionnement	j	30	1 250	37500
Appui conseil	ff	1	5000	5000
Taxe d'aménagement	ff	1	5000	5000
Redevance d'eau	ff	1	8000	8000
NPK	kg	600	400	240000
Urée	kg	150	400	60000
Total charge d'exploitation/ha				750500.00
Production	kg	35000		
Perte	%	15		
Production commercialisée	kg	29750		
Prix de vente moyen	ff	29750	400	11900000
Valeur ajoutée				11149500.00

Compte d'exploitation pour 1 ha d'oignon				
Désignations	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
Nettoyage	ha	1.00	10000	10000.00
Produits phytosanitaire	lot	1.00	80000	80000.00
Fumure organique	T	20.00	6000	120000
semence	kg	4	25000	100000
Labour	ha	1	30000	30000
Hersage	ha	1	10000	10000
Semi	ha	1	15000	15000
carburant				45000
Récolte	ha	1	25 000	25000
Transport et Conditionnement	j	30	1 250	37500
Appui conseil	ff	1	5000	5000
Taxe d'aménagement	ff	1	5000	5000
Redevance d'eau	ff	1	8000	8000
NPK	kg	600	400	240000
Urée	kg	150	400	60000
Total charge d'exploitation/ha				790500.00
Production	kg	30000		
Perte	%	15		
Production commercialisée	ha	25500		
Prix de vente moyen	ff	25500	200	5100000
Valeur ajoutée				4309500.00

Compte d'exploitation pour 1 ha de choux				
Désignations	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
Nettoyage	ha	1.00	10000	10000.00
Fumure organique	T	20.00	6000	120000
semence	kg	4	25000	100000
Labour	ha	1	30000	30000
Hersage	ha	1	10000	10000
Semi	ha	1	15000	15000
Récolte	ha	1	25 000	25000
carburant				45000
Transport et Conditionnement	j	30	1 250	37500
Produits phytosanitaires	lot	1	120 000	120000
Appui conseil	ff	1	5000	5000
Taxe d'aménagement	ff	1	5000	5000
Redevance d'eau	ff	1	8000	8000
NPK	kg	350	300	105000
Urée	kg	370	200	74000
Total charge d'exploitation/ha				709500.00
Production	kg	20000		
Perte	%	15		
Production commercialisée	kg	17000		
Prix de vente moyen	ff	17000	247	4199000
Valeur ajoutée				3489500.00

Annexe2 : Devis estimatif et quantitatif

Devis quantitatif et estimatif

	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total(FCFA)
I	Installations				
I.1	Amenée et repli du matériel de chantier	Forfait		3 000 000	3 000 000
I.2	Installation de chantier	ff	1	1 000 000	1 000 000
I.3	Implantation des ouvrages et du réseau d'irrigation	ha	20.5	35 000	717 500

	Total I				4 717 500
II.1	terrassment				
II.1.1	Débroussaillage avec essouchement d'arbustes	ha	20.5	150 000	3 075 000
II.1.2	Labour au tracteur d'une profondeur minimale de 25 cm	ha	20.5	75 000	1 537 500
II.1.3	Fouilles en rigoles pour pose de conduites	m ³	1553	2 500	3 882 500
II.1.4	Pose de lit de sable d'épaisseur 10 cm	m ³	155.3	6 000	931 800
II.1.5	Déblai pour ouvrage de vidange	m ³	15.55	3 000	46 650
	Sous total II.1				9 473 450
II.2	Station de pompage, refoulement + bassin				
II.2.1	Fourniture et installation d'une motopompe de 295,2 m ³ /heure et de HMT 16 mètres munie de ses accessoires (crépine, les tuyaux et d'aspiration clapet anti-retour)	Unité	1	10 000 000	10 000 000
II.2.2	Fourniture et pose d'une conduite en PVC irrigation de 315mm pour refoulement	unité	1	60 000	60 000
II.2.2	Béton cyclopéen dosé à 250 kg/m ³ pour fondation	m ³	0.018	90 000	1 620
II.2.3	Déblai pour fondation de la plateforme	m ³	1.125	3 000	3 375
II.2.3	Remblai pour plateforme de pompage	m ³	1.125	4 000	4 500
II.2.4	Béton armé pour poteaux et dalle de plateforme de pompage dosé à 350 kg/m ³	m ³	0.1899	130 000	24 687
II.2.4	Abri constitué de 4 pieux en fer rond de 50 sur platines en tôle de 5mm + charpente et 4 feuilles de Tôle bac alu-zinc 35/100 avec grillage de protection (voir plan)	Unité	1	750 000	750 000
II.2.5	Réalisation du partiteur principal	Unité	1	300 000	300 000
	Réalisation des partiteurs secondaires	Unité	2	250 000	500 000
	Réalisation des partiteurs tertiaires	Unité	2	150 000	300 000
	Total II.2				11 944 182
III	Réseau de distribution				
III.1	Fourniture et pose de conduites en PVC irrigation de 315 mm toutes sujétions comprises	ml	590	45000	26550000
III.2	Fourniture et pose de conduites en PVC irrigation de 250 mm toutes sujétions comprises	ml	200	19 000	3800000
	Fourniture et pose de conduites en PVC irrigation de 200 mm toutes sujétions comprises	ml	200	8 000	1600000
	Fourniture et pose de conduites en PVC irrigation de 160 mm toutes sujétions comprises	ml	1840	7 000	12880000

	Fourniture et pose de conduites en PVC irrigation de 125 mm toutes sujétions comprises	ml	250	5 000	1250000
III.3	Fourniture et pose de conduites en PVC irrigation de 100 mm toutes sujétions comprises	ml	250	10 000	2500000
III.4	Bouchon galvanisé pour conduites DN 160 mm	Unité	8	15 000	120000
III.5	Bouchon galvanisé pour conduite DN 125 mm	Unité	1	12 000	12000
III.6	Bouchon galvanisé pour conduite DN 100 mm	Unité	1	10 000	10000
III.7	Fourniture et pose de coude en PVC pression DN 160 PN 4	unité	8	50 000	400000
III.8	Fourniture et pose de coude PVC pression DN 125 PN 4	unité	1	25 000	25000
III.9	Fourniture et pose de coude PVC pression DN 100 PN 4	unité	1	12 000	12000
III.10	Fourniture et pose de Té PVC pression DN 160 PN 4	unité	8	10 000	80000
III.11	Fourniture et pose de Té PVC pression DN 125 PN 4	unité	1	7 000	7000
III.12	Fourniture et pose de té PVC pression DN 100 PN4	unité	1	5 000	5000
III.13	Fourniture et pose de réducteurs 110/100	unité	1	8 000	8000
III.14	Ouvrage de prise parcellaire double	unité	35	25 000	875000
III.15	Ouvrage de prise parcellaire simple	unité	12	15 000	180000
III.16	Rehausse en PVC évacuation de 160 mm	ml	0.3	16 000	4800
III.17	Rehausse en PVC évacuation de 125 mm	ml	0.3	14 000	4200
III.18	Rehausse en PVC évacuation de 100 mm	ml	0.3	8 000	2400
III.19	Réalisation d'ouvrage de vidange complet (plan)	Unité	9	75 000	675000
III.20	Fourniture et installation de dalot préfabriqué	Unité	6	500 000	3000000
	<i>Sous total III</i>				54000400
IV	Ouvrage de drainage				
IV.1	Déblais pour drains internes au périmètre	m ³	390	3 000	1170000
IV.2	Déblais pour colatures de ceinture	m ³	100.16	3 000	300480
	<i>Sous total IV</i>				1470480
V	Réseau de circulation				
V.1	Déblais de l'emprise des pistes sur 10 cm d'épaisseur	m3	800	3000	2400000
V.2	Remblai latéritique de 15 cm d'épaisseur pour pistes	m3	1200	4500	5400000
	<i>Sous total V</i>				7800000
VI	Mesures d'accompagnements				
VI.1	Construction d'un local pour gardien de station	ff	1	1 000 000	1 000 000
VI.2	Construction d'un magasin de stockage de 200 m ²	ff	2	15 000 000	30 000 000

VI.3	Construction d'une aire de séchage 200m ²	ff	2	2 000 000	4 000 000
Total VI					35 000 000
Total hors taxe					124 406 012
TVA					22393082.16
Total Tout axe Comprise					146 799 094
Superficie					20.5
TH à l'hectare					6068585.951
TTC à l'hectare					7160931.422

