



CONTRIBUTION AUX AMENAGEMENTS HYDRO- AGRICILES DE LA PLATEFORME DE DEVELOPPEMENT INTEGRE (PDI) DE LA LOCALITE DE REO

Mémoire pour l'obtention du
MASTER EN INGÉNIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : EAUX AGRICOLES

Présenté et soutenu publiquement le 09 octobre 2014 par

BARRY Thierno Mamadou Hady

Travaux dirigés par :

DA SILVEIRA Sewa Koffi

Enseignant au CCREC

FOSSI Sévère

Ingénieur de Recherche au CCREC

KEITA Amadou

Enseignant-chercheur au CCREC

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr **Dial NIANG** Enseignant-chercheur au CCREC

Membres et correcteurs : **Sewa Koffi DA SILVEIRA** Enseignant au CCREC

Bassirou BOUBE Enseignant au CCREC

Ousmane Roland YONABA Ingénieur de Recherche au CCREC

Promotion 2013/2014

Citation

“Education is the most powerful weapon which you can use to change the world.”

Nelson Mandela

Dédicaces

À ma mère, à mon père, à ma femme, à ma sœur décédée avant la fin de mes études et à mon ami BARRY Chérif Sidy Mohamed, qui n'ont jamais cessé de me soutenir et me faire confiance.

REMERCIEMENTS

Au terme de mon cycle de Master en ingénierie de l'eau, qu'il me soit permis d'exprimer mes sincères hommages et ma reconnaissance aux personnes physiques et morales sans qui ce mémoire n'aurait pu être rédigé. Il s'agit de :

- L'ensemble du personnel enseignant de 2iE, pour la qualité de l'enseignement reçu ;
- Le Centre de Recherches pour le Développement International (CRDI), pour avoir financé le Projet Irrigation de Complément et Information Climatique (PICIC), sans lequel ce stage n'aurait pas eu lieu ;
- Mes encadreurs, M. Sévère FOSSI, M. KEITA Amadou, et M. Sewa Koffi da SILVEIRA, enseignants à 2iE, pour n'avoir à aucun moment hésité à m'éclaircir sur mes zones d'ombres lors du déroulement de ce stage ;
- Les travailleurs IDE Burkina Faso, surtout M. Yéni YARO Directeur des Programmes et Mme Aïda GANABA Responsable Technique pour leur accueil, leur disponibilité et les informations fournies sur le système IDE ;
- M. TAGOUKAM Alex, Ingénieur du génie rural, spécialité Irrigation et Maitrise de l'Eau et les travailleurs de CINTECH pour leur aide et tous les conseils prodigués dans l'élaboration de cet document
- M. YONABA Roland, Ingénieur en eau et assistant de recherche à 2iE, pour son aide et tous les conseils prodigués dans l'élaboration de cet document ;
- M MADOUGOU Issa, enseignant à 2iE, pour la fourniture de données topographiques du site à aménager et les remarques très pertinentes apportées dans l'élaboration de ce document ;
- M. ZONGO Emmanuel, responsable de la plateforme d'irrigation de Kamboinsé, pour l'aide précieuse qu'il m'a apporté dans les travaux de laboratoire ;
- Tous les stagiaires 2iE répondants aux noms de ANGUI AKA-BAH Rosine, GORE Abibata, LIASU Taju Olatoundé, ZIDA Hawa, ABI Attoumane, KOUASSI Kouadjo François, KONE Mabénin, ELI Ottoumbé, BASSOLO Baki Cyrille, DIALLO Thierno Mamadou et BARRY Inoussa pour l'atmosphère conviviale de travail qu'ils ont su préserver ;
- Tous mes collègues de GUICOPRES. SA, mon frère DIALLO Algassimou, mes frères et sœurs, pour leur soutien moral et financier tout au long de cette formation.

Résumé

Cette étude a pour but l'élaboration d'un Avant Projet Détaillé et le Dossier d'Appel d'Offre pour un projet d'aménagement hydroagricole dans la localité de Réo au Burkina Faso. Les composantes du projet sont : i) l'irrigation localisée avec des distributeurs d'eau variés y compris avec programmeurs sur un espace de 2 ha, ii) l'irrigation par micro-aspersion sur une surface de 2 ha avec des distributeurs d'eau variés ; iii) l'irrigation par mini-pivot sur une surface de 3 ha pour la production de l'arachide de contre-saison dans le village de Séboun au Burkina-Faso.

La première partie de cette étude a porté sur la collecte de données climatiques et topographique, les études pédologiques, l'analyse qualitative de l'eau, un diagnostic rapide et participatif avec la population locale et l'identification de la disponibilité de la ressource en eau. La deuxième partie a consisté à effectuer le dimensionnement des différents systèmes d'irrigation et le choix de la variante la plus rentable pour chaque système.

La dernière partie a été l'élaboration des documents et pièces constituant l'APD et le DAO dont les caractéristiques des éléments pour lesquels nous avons optés sont les suivantes :

- 1) Le goutte-à-goutte : goutteurs intégrés de type DRIPNET PC 390 autorégulant de débit 1.6 l/h et débit spécifique de 1.16l/s/ha. Le temps de travail par poste est de 4 h 30 mn, à raison de 4 postes/jour. Le diamètre des conduites est compris entre 20 et 63mm
- 2) La micro-aspersion : asperseurs de type SUPERNET TURBINE LR autorégulant de 50 l/h à 1,5 bar et le débit spécifique est 1.13l/s/ha. Le temps de travail par poste 4 h 50 mn, à raison de 4 postes/jour.. Le diamètre des conduites est compris entre 20 et 50mm
- 3) Le mini-pivot : nous avons opté pour les mini-pivots GREENFIELD MP400 Mini-Pivot de travée 36,6 m et des porte-à-faux de 6,1m. Il fonctionne en courant monophasé 120V ou triphasé 380V. Le débit en tête de réseau est de 16, 645m³/h pour un diamètre de 75mm

Les coûts de réalisation hors taxes des différents systèmes d'irrigation sont estimés à 100 687 964 francs CFA soit 39 213 024 francs CFA pour le goutte-à-goutte, 39 690 710 pour la micro-aspersion et 21 784 230 francs CFA pour le mini-pivot hors bassin et station de pompage

Mots-clefs:

1. Système d'irrigation ;
2. Production agricole ;
3. Plateforme de développement intégré (PDI) ;
4. Réo ;
5. Burkina Faso

Abstract

The aim of this study is the writeup of the Detailed Design Project Document and a tender of supply offer for a project of agricultural hydro-planning in Réo, Burkina faso. The steps involved in this are: i) the design of a localized irrigation scheme with varied water distributors including programmers on 2 hectares, ii) the design of a micro-sprinkler irrigation scheme with varied water distributors on 2 hectares, iii) the design of a irrigation by mini-pivot on 3 hectares, for peanut production in dry season in the village of Seboun, in Burkina Faso.

The first part of this was the collection of climate data and topography, then some pedological study analysis, then a qualitative analysis of water, a survey involving local population and identification and availability of the water resource in water. The second part was the design and sizing of the different irrigation systems and the choice of the more economical variant profitable for every system.

The last part was the development of the document for the Detailed Design Project Document and the Tender of Supply Offer which the features of the elements which we opted are they according to:

- 1) The localized irrigation: with integrated drip type of DRIPNET PC 390 auto regulant 1.16 l/h and 1.16 l/s/ha of specific flow. The Time of work is 4 hrs 30 min by station, the number of station per day is 4. The diameter of the conducts is consisted between 20 and 63mm.
- 2) The micro – sprinkler: SUPERNET sprinkler type self-regulating head in high MODEL WORKS LR of 50 l/h at 1.5 bar and the specific discharge is 1.13l/s/ha. For 4 hs 50 mn time of work by station, the number of station per day is 4. The diameter of the conducts is consisted between 20 and 50mm
- 3) The mini pivot: we opted for the GREENFIELDS MP400 Mini - Pivot with 36.6 m of span and 6.1m of overhang. It operates informed mono phase 120 v or triphase 380 v. The discharge at the head of network is of 16.645m³/hr for 75mm of diameter

The costs of duty-free realization of the different systems of irrigation are estimated to 100 687 964 CFA francs either 39 213 024 CFA francs for the drip, 39 690 710 CFA francs for the micro - sprinkler and 21 784 230 CFA francs for the mini pivot out basin and station of pumping

Keywords:

- 1- Irrigation system
- 2- Agricultural production
- 3- Platform integrated development
- 4- Réo ;
- 5- Burkina Faso

Liste des abréviations

2iE : Institut International d'Ingénierie

CRDI : Centre de Recherche pour le Développement International

DGPV : Direction Générale de la Production Végétale

FAO : Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

MASA : Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire

PCD : Plan Communal de Développement

APD : Avant-Projet Détaillé

DAO : Dossier d'Appel d'Offres

Symboles scientifiques

<i>Symbole</i>	<i>Unités</i>	<i>Définition</i>
<i>(ou Notation)</i>		
Dcal	<i>mm</i>	Diamètre calculé
Dcom	<i>mm</i>	Diamètre commercial
Tar	<i>H</i>	Temps d'arrosage
ΔH	<i>m</i>	Pertes des charges
ΔH requis	<i>m</i>	Pertes de charge autorisées
HMT	<i>m</i>	Hauteur Manométrique Totale

Table des matières

Citation	i
Dédicaces.....	ii
REMERCIEMENTS	iii
Résumé	iv
Abstract	v
Liste des abréviations	vi
Symboles scientifiques	vi
Listes des tableaux	vii
Listes de figures	ix
I INTRODUCTION ET OBJECTIFS	1
I.1. Préambule	1
I.2. Objectif global	2
I.3. Objectifs spécifiques	2
I PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS	1
I Présentation du milieu d'étude	1
I.1. Situation géographique.....	1
I.2. Climat et Végétation	1
I.3. Hydrographie de Réo	2
I.4. Aspects socioculturel et économique	2
II DEUXIÈME PARTIE : MATÉRIEL ET MÉTHODES	1
II MATÉRIELS ET MÉTHODE	5
II.1. La collecte des données.....	5
II.1.1. Recherche documentaire :	5
II.1.2. La vitesse d'infiltration du sol avec le dispositif Müntz	5
II.1.3. Les études pédologiques.....	6
II.1.4. Les mesures de la conductivité de l'eau.....	7

II.1.5.	Les enquêtes socio-économiques.....	7
II.2.	Analyse de données climatiques :	8
II.3.	Le traitement des données	8
II.4.	L'algorithme de dimensionnement	8
III	TROISIEME PARTIE : AVANT-PROJET DETAILLE (APD) ET DOSSIER D'APPEL D'OFFRE (DAO).....	1
III	Avant-Projet Détaillé.....	13
III.1.	Etudes pédologique et de l'eau d'irrigation.....	13
III.1.1.	La vitesse d'infiltration du sol (sableux limoneux) :.....	13
III.1.2.	Les humidités caractéristiques (marmite de Richard)	13
III.2.	L'eau d'irrigation	15
III.3.	Les enquêtes socio-économiques	15
III.4.	Analyse de données climatiques :	16
III.5.	Choix et caractéristiques agronomiques des spéculations	18
III.6.	Calculs des paramètres d'irrigation	18
III.6.1.	L'évapotranspiration maximale ETM	18
III.6.2.	Les besoins en eau.....	19
III.7.	Calcul des paramètres du dimensionnement du réseau d'irrigation.....	20
III.7.1.	La réserve utile du sol (RU).....	20
III.7.2.	La réserve facilement utilisable (RFU)	20
III.7.3.	La fréquence d'irrigation F	21
III.7.4.	Choix du tour d'eau	21
III.7.5.	Dose nette d'irrigation DN	22
III.7.6.	Dose Brute d'irrigation DB.....	22
III.8.	Dimensionnement des systèmes d'irrigation	23
III.8.1.	Découpage parcellaire du périmètre :.....	23
III.8.2.	Calendrier d'irrigation	26

III.8.3.	Irrigation localisée	27
III.8.4.	Micro aspersion.....	30
III.8.5.	Mini-Pivot.....	32
III.8.6.	Dimensionnement du bassin de stockage	34
III.8.7.	Dimensionnement de la Station de pompage	35
III.8.8.	Dimensionnement du réseau de drainage	35
III.8.9.	Planning du projet	35
III	Le Dossier d'Appel d'Offre (DAO)	36
III.1.	L'avis d'appel d'offres	36
III.2.	Devis Quantitatif Estimatif (DQE).....	36
III.3.	Bordereau des prix unitaires	37
III.4.	Les cahiers des prescriptions techniques	37
III.5.	Les instructions aux soumissionnaires	37
IV	Analyse	38
IV.1.	Installation d'irrigation par micro-aspersion	38
IV.2.	Installation d'irrigation goutte-à-goutte.....	38
IV.3.	Installation d'irrigation par mini-pivot	39
V	CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	40
	ANNEXES.....	oo
	Bibliographie	Erreur ! Signet non défini.

Listes des tableaux

Tableau 1 : humidité caractéristiques des échantillons 4 et 6 et moyenne des 7 échantillons	14
Tableau 2 : mesures in situ de l'eau	15
Tableau 3 : ET0 de Boromo (source CLIMWAT).....	16
Tableau 4 : Pluviométrie mensuelle quinquennale et décennale sèche -Station Météo de REO	17
Tableau 5 : récapitulatif ETM maximale	18
Tableau 6 : récapitulatif des ETM localisées.....	18
Tableau 7 : Besoins nets pour le système goutte-à-goutte	19
Tableau 8 : Besoins nets pour la micro-aspersion et le mini-pivot.....	19
Tableau 9 : besoins brutes des spéculations pour l'irrigation localisée (goutte-à-goutte)	19
Tableau 10 : besoins brutes des spéculations pour la micro-aspersion et le mini-pivot	20
Tableau 11 : réserve utile pour différentes spéculations	20
Tableau 12 : Reserve facilement utilisable pour les différents systèmes d'irrigation	20
Tableau 13 : Fréquence d'irrigation pour l'irrigation localisée (goutte-à-goutte).....	21
Tableau 14 : Fréquence d'irrigation pour la micro-aspersion et le mini-pivot	21
Tableau 15 : Tour d'eau pour l'irrigation localisée (goutte-à-goutte)	21
Tableau 16 : Tour d'eau pour la micro-aspersion et le mini-pivot.....	22
Tableau 17 : Dose nette d'irrigation pour l'irrigation localisée (goutte-à-goutte).....	22
Tableau 18 : Dose nette d'irrigation pour la micro-aspersion et le mini-pivot.....	22
Tableau 19 : Dose brute d'irrigation pour l'irrigation localisée (goutte-à-goutte).....	23
Tableau 20 : Dose brute pour la micro-aspersion et le mini-pivot	23
Tableau 21 : Calcul des débits du système localisé	28
Tableau 22 : Caractéristiques des goutteurs et des conduites.....	28
Tableau 23 : Résultats du dimensionnement des conduites du système goutte-à-goutte.....	28
Tableau 24 : calage du réservoir	29
Tableau 25 : dimensionnement du réseau de refoulement du système goutte-à-goutte.....	29

Tableau 26 : caractéristique de la pompe choisie	29
Tableau 27 : Besoins des cultures pour l'irrigation localisée	30
Tableau 28 : Calcul des débits de la micro-aspersion	30
Tableau 29 : Caractéristiques des micro-asperseurs et des conduites.....	31
Tableau 30 : Résultats du dimensionnement des conduites de la micro-aspersion	31
Tableau 31 : Récapitulatif du calcul de la HMT de la pompe	31
Tableau 32 : Besoins des cultures pour la micro-aspersion	32
Tableau 33 : dimensionnement préliminaires du mini-pivot.....	32
Tableau 34 : Caractéristiques technique et nombre d'arroseur	33
Tableau 35 : inexactitude des débits	33
Tableau 36 calcul de la hauteur	34
Tableau 37 : Besoins des cultures pour le mini-pivot.....	34
Tableau 38 : Dimensions du bassin de stockage.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 39 : caractéristique de la pompe choisi	35
Tableau 40 : devis estimatif pour les différents systèmes	37
Tableau 41 : calcul des humidités caractéristiques	m
Tableau 42 : capacité du bassin	p

Listes de figures

Figure 1: carte de la province de Sanguié	1
Figure 2 : Carte des essais de MUNTZ et des prélèvements de sol de la PDI	6
Figure 3 : graphique d'ajustement avec Prism5	13
Figure 4 : carte des humidités à la capacité au champ du jardin	14
Figure 5 : rôle des associations paysannes	16
Figure 6 : Moyenne mobile et Moyenne arithmétique.....	17
Figure 7 : plan d'aménagement du périmètre goutte-à-goutte	24
Figure 8 : plan d'aménagement du périmètre de la micro-aspersion	25
Figure 9 : plan d'aménagement du périmètre du mini-pivot.....	26
Figure 10 : calendrier d'irrigation a) le goutte-à-goutte b) la micro-aspersion.....	27
Figure 12 : coût de mise en valeur de leur périmètre.....	1
Figure 11 : expérience des associations sur la gestion d'un périmètre.....	1
Figure 13 : distribution des parcelles	1
Figure 14 : a) : plan d'aménagement du site b) drains secondaire c) prise en charge (vue en plan) d)station de tête	n
Figure 15 : profils en long a) des conduites de transport goutte-à-goutte et micro-aspersion et refoulement goutte-à-goutte b) des portes rampes principales goutte-à-goutte c) conduite transport mini-pivot d) des portes rampes principales de la micro-aspersion	o
Figure 16 : Planning d'exécution des travaux	q
Figure 17a et b pressurisation des échantillons c) essai de Muntz d) focus groupe e) mesurent in-situ de l'eau f) prélèvement de sol	k

I INTRODUCTION ET OBJECTIFS

I.1. Préambule

En Afrique, et plus précisément en zones aride et semi-aride, l'eau constitue le principal facteur limitant pour le développement du secteur agricole. Ceci est dû à plusieurs facteurs comme la forte irrégularité spatio-temporelle des pluies mais surtout le faible cumul pluviométrique

Le Burkina Faso, dans sa partie soudano-sahélienne est aussi confronté à ce phénomène puisque les cultures pluviales de celui-ci constituent l'essentiel des revenus des populations rurales. Dans le cadre de sa politique nationale en matière de lutte contre la pauvreté, le Burkina Faso a entrepris la réalisation d'aménagements hydroagricoles comportant bien souvent des retenues d'eau à buts multiples. Ces ouvrages permettent de stocker de l'eau en vue d'aménager des périmètres agricoles, de favoriser le développement de l'élevage et d'augmenter la production halieutique.

L'application des méthodes et techniques d'amélioration de l'irrigation dans les petites exploitations est en rapide expansion parce que la nécessité d'une plus grande efficacité de l'irrigation, d'une meilleure utilisation de l'eau, ainsi que d'une intensification et d'une diversification de la production se fait sentir de manière accrue. Ainsi l'adaptabilité de ces systèmes d'irrigation en milieux semi-aride et aride est un problème crucial posé aux chercheurs et aux techniciens afin de permettre une meilleure production de nourriture dans ces zones et réaliser des économies d'eau.

Pour faire face à tous ces difficultés, et aussi pour assurer une disponibilité permanente des différents produits agricoles tout au long de l'année, un accord de partenariat a été mis en place entre l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) et l'Association des Parents et amis des Enfants Encéphalopathes (APEE) le 27 avril 2010. Cet accord a permis de lancer des actions conjointes qu'ils estiment importants pour sécuriser la production agricole. Il s'agit entre autre de développement de l'irrigation en saison des pluies (irrigation de complément) et en saison sèche, avec divers systèmes d'irrigation. Dans la commune de Réo, il est prévu la mise en place d'une Plateforme de Développement Intégré (PDI) pour aider les producteurs à obtenir de meilleurs rendements. La PDI comportera trois systèmes d'irrigation :

- L'irrigation localisée, comprenant des distributeurs d'eau variés, avec programmateur sur un espace de 2ha,
- L'irrigation par micro-aspersion sur une surface de 2 ha, avec des distributeurs d'eau variés
- L'irrigation par mini-pivot sur une surface de 3 ha.

Le présent mémoire vise à élaborer un Avant-Projet Détaillé (APD) et un Dossier d'Appel d'Offre pour la réalisation d'aménagements hydro-agricoles dans la PDI de REO

I.2. Objectif global

Faciliter l'adoption des technologies de la micro irrigation (goutte-à-goutte micro-aspersion mini-pivot) par les producteurs de la région pour une meilleure valorisation de l'eau.

I.3. Objectifs spécifiques

Il s'agit de produire les documents nécessaires à la réalisation d'une plateforme d'immersion pour les chercheurs les étudiant et les paysans qui sont :

- 1) La note de calcul pour les différents systèmes d'irrigation,
- 2) l'APD et le DAO pour les aménagements hydro-agricoles pressentis dans la plateforme de Développement Intégré de Réo.

I PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS

I Présentation du milieu d'étude

I.1. Situation géographique

Le lieu retenu pour notre étude est le village de Séboun. Il est situé dans la commune de Réo à 12Km au Nord de la ville de Réo qui est le chef-lieu de la province du Sanguié. Le village de Séboun est localisé à 02.45°de longitude Ouest et 12.42°de latitude Nord et accessible par piste rurale. (Figure 1)

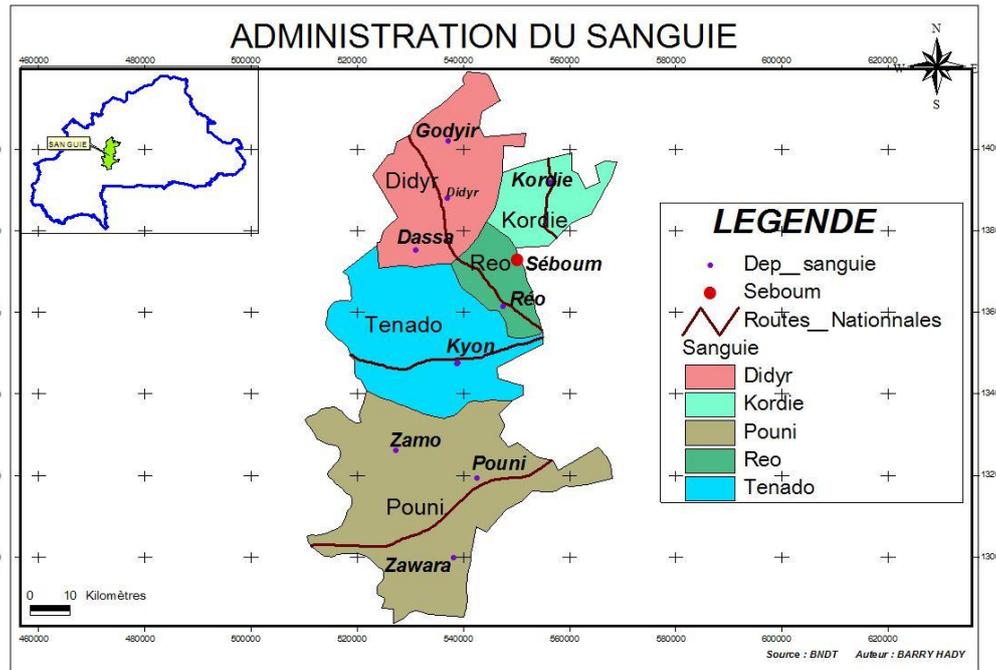


Figure 1: carte de la province de Sanguié

I.2. Climat et Végétation

Le climat dans la commune de Réo est de type soudano-sahélien avec des températures comprises entre 16°C, et 42°C :

De décembre en février, la période est relativement fraîche et sèche avec des températures minima absolues de moins de 16°C en décembre. La température moyenne est de l'ordre de 24°C. De telles températures sont favorables au développement des légumes.

De mars à juin ; c'est la période la plus chaude de l'année avec des températures moyennes de 30°C. Les maxima absolus peuvent atteindre 42°C à l'ombre.

De juillet à septembre ; cette période correspond à la seconde période fraîche où des fléchissements sont observables durant les mois d'abondantes pluies. Globalement les températures moyennes atteignent 25°C.

La seconde période chaude de l'année est observée d'octobre à novembre où on a de légères augmentations lorsque les précipitations diminuent. La moyenne thermique est de 28°C (BOGNINI, 2006).

La pluviométrie moyenne de 850 mm par an. Il est caractérisé par une longue saison sèche qui va d'Octobre à Avril et une saison de pluie courte qui va de Mai à Septembre (PCD-REO, 2009).

La végétation du Sanguié est très hétérogène. Elle est faite d'une mosaïque de formation primaire (forêt claire, savane, prairie) et de formation secondaire (savane boisée, arborée et arbustive). Mais l'action de l'homme par la coupe abusive du bois, la divagation des animaux et les feux de brousse ont transformé la savane en une vaste steppe annonçant l'approche du Sahel (PCD-REO, 2009).

I.3. Hydrographie de Réo

La commune dispose d'un important potentiel hydrique. Elle est située dans le bassin du Mouhoun dont l'affluent principal, le Vruoa-sa, alimente la province du Sanguié du nord au sud. Elle dispose également de rivières et de marigots temporaires, de quatre retenues d'eau de surface importantes qui sont les barrages de Réo (au secteur sept) et de Séboun, les mares des secteurs 2 et 8. (Konseiga, 2008)

Le barrage de Séboun est situé dans le village du même nom, de la commune de Réo dans la province du Sanguié, aux coordonnées 2.439722°Ouest, 12.426220°Nord. La retenue a un périmètre de 9km qui traverse plusieurs villages. La retenue est permanente durant toute l'année et a une capacité de 10.300.000 m³.

I.4. Aspects socioculturel et économique

En 2014, on dénombrait 300 000 habitants avec un taux d'accroissement de 1,26%. La densité de la population était estimée à 48,32 hab/km² (BOGNINI, 2006). Les différentes ethnies que l'on rencontre dans la commune de Réo sont les Gourounsi, les Mossi et les Peulh. Et les langues parlées sont le Lyélé, le Moré et le Fulfulde. Les activités économiques menées sont : l'agriculture, l'élevage, l'artisanat et le commerce. L'agriculture occupe plus de 90% de la population et a pour but l'autosuffisance alimentaire, elle est constituée essentiellement des cultures pluviales (mil, sorgho, maïs) et le maraichage. L'élevage est caractérisé par les bovins, ovins, caprins, porcins et aussi la volaille (PCD-REO, 2009).

II DEUXIÈME PARTIE : MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour atteindre les objectifs, la méthodologie et le matériel utilisés se sont basées sur les axes principaux que sont :

- 1) la collecte des données
- 2) les travaux de terrain en vue d'estimer les paramètres caractéristiques du dimensionnement
- 3) le traitement des dites données
- 4) Dimensionnement.

II MATÉRIELS ET MÉTHODE

II.1. La collecte des données

II.1.1. Recherche documentaire :

Dans le cadre de cette étude plusieurs documents ont été consultés. Le Centre d'Information Documentaire du 2iE, le site de la FAO et d'autres documents ont été les outils utilisés pour faire cette recherche. Les documents consultés sont tous liés à au moins un des domaines suivants :

- Aux systèmes d'irrigation ;
- A la gestion de l'irrigation à petite échelle ;
- Au contrôle et à l'entretien d'une irrigation localisée ;
- au coût spécifique d'exploitation qu'entraîne la micro-irrigation ;
- les difficultés d'adaptation des paysans aux nouvelles technologies d'irrigation.

Tous les documents et données nécessaires à la réalisation du projet ont été collectés. Qui sont entre autre : les données hydro-climatiques de la station synoptique de Réo, les fiches techniques des spéculations à emblaver, le fond topo du domaine, les catalogues des fabricants de matériel d'irrigation et les documents de base et guide de conception de système d'irrigation sous pression « *Manuel des techniques d'irrigation sous pression* » (FAO, Manuel des techniques d'irrigation sous pression, 2008). La liste suivante présente le récapitulatif de la recherche.

(SENNINGER, 2014) : Catalogues des asperseurs du mini-pivot

(NELSON IRRIGATION, 2014) : Catalogues des pistolets de fin du mini-pivot « end gun »

(VALMONT, 2014) : Catalogues du mini-pivot et de ces accessoires

(NETAFIM, 2014) : Catalogues des goutteurs et de la micro-aspersion

II.1.2. La vitesse d'infiltration du sol avec le dispositif Müntz

Deux essais ont été réalisés vue le temps que nous disposions et ont été répartis sur l'ensemble du domaine de sorte à avoir l'infiltration la plus contraignante du site. Ce travail a été fait de la manière suivante :

1. Les anneaux ont été enfoncés sur une profondeur de 6 cm pour éviter les fuites latérales.
2. L'anneau de garde de même que l'anneau intérieur a été mis en eau jusqu'à 3cm de hauteur. Ces lames d'eau ont été maintenues constantes durant l'essai. Un pied à coulisse a servi à la mesure de cette hauteur d'eau.
3. Des mesures de volume d'eau infiltré dans l'anneau intérieur (volume ajouté) ont été faits avec une éprouvette de 500ml à la 1^{ère}, 3^{ème}, 5^{ème}, 10^{ème}, 30^{ème} minute et de là toutes les 30 minutes jusqu'à la 240^{ème} minute.
4. Un fichier Excel nous a permis de calculer : la hauteur d'eau infiltrée temporellement h (cm), la vitesse d'infiltration Vi (cm/h), le temps moyen d'infiltration Tmoy (h). Ces données ainsi obtenu ont été ajustées avec le logiciel PRISM. Pour bien ajuster les données nous avons utilisé la méthode « one phase decay » pour une régression non linéaire (Keïta, 2014). L'équation de cet ajustement est :

$$Y = (Y_0 - \text{Plateau}) * \exp(-K * X) + \text{Plateau} \quad \text{Équation 1 ajustement graphique de PRISM 5}$$

II.1.3. Les études pédologiques

A l'aide de la tarière, sept échantillons ont été prélevés, localisés avec un GPS garrmin et étiquetés. La profondeur de ce prélèvement est de 30cm, ces sept échantillons ont été pris sur le site1 et ils sont uniformément répartis de sorte à avoir des résultats qui représenteront au mieux la pédologie du domaine à aménager.

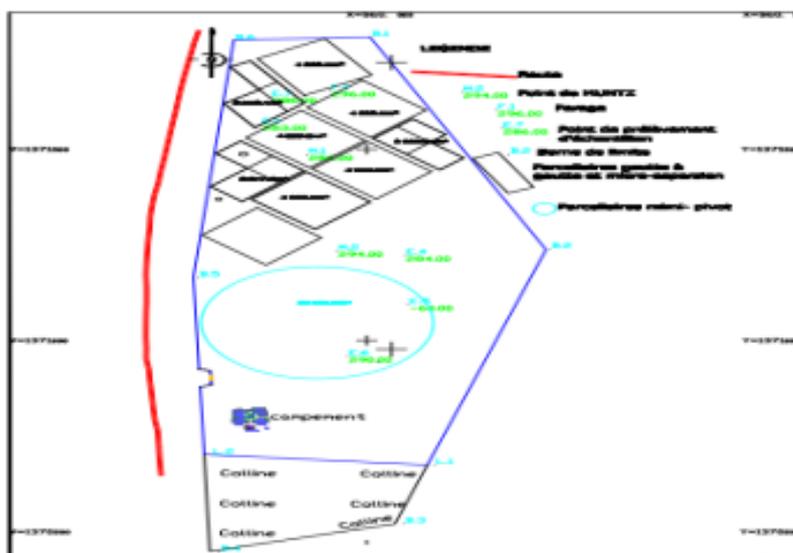


Figure 2 : Carte des essais de MUNTZ et des prélèvements de sol de la PDI

Les travaux de laboratoire : Les travaux de laboratoire ont porté sur la détermination des propriétés hydriques du sol (humidités caractéristiques) avec la marmite de Richard et se sont déroulés en trois étapes :

Première étape : la saturation : les sept échantillons de sol prélevés ont été saturés avec de l'eau distillée et conserve pendant une dizaine de jours avant d'être mis dans la marmite de richard ;

Deuxième étape : la pressurisation : chacun des sept échantillons saturés a été mis dans deux anneaux étiquetés avant d'être posés dans la marmite de richard pour la pressurisation soit à 15 bars ou à 1 bar.

Troisième étape : le calcul de quantité d'eau restante : cette étape consiste à déterminer la quantité d'eau restante dans l'échantillon après pressurisation soit à 1bar ou à 15 bars. Chaque échantillon a été pesé à l'état humide, avant d'être mis dans le four à 105°C pendant 24 heures, et à l'état sec après séchage. Ainsi connaissant la masse volumique de l'eau, on pourra alors calculer son volume. Le volume total de l'échantillon est obtenu à partir des anneaux calibrés qui ont été utilisés pour la pressurisation. Les humides volumétriques sont obtenus en utilisant l'une des formules suivant : $\theta = V_w/V_t$ ou $\frac{db \cdot M_w}{dbw}$

Le traitement des données de la marmite de Richard a été fait sur une feuille Excel, après la pressurisation et les mesures des poids humide et sec. Pour pouvoir calculer les humidités volumétriques, nous pris la densité apparente des sols de la plateforme de Kamboinsé qui se trouve être la mieux adapté aux conditions climatiques et aux types de sol. Cette densité vaut 1.511 g/cm³ et celui de l'eau environ 1 g/ cm³

II.1.4. Les mesures de la conductivité de l'eau

Avec des flacons et le kit de terrain pour les mesures in-situ trois échantillons ont été prélevés et trois mesures de ph, de température et de conductivité ont été faites. Ce prélèvement a porté sur les ressources en eau actuel de la localité vue que les forages prévus sur le site n'ont pas été encore réalisés. Il a eu pour but de déterminer les caractéristiques physico-chimiques nécessaires au dimensionnement de chaque système d'irrigation.

II.1.5. Les enquêtes socio-économiques

Dans l'objectif de la mise en œuvre une approche participative pour la conception de l'aménagement, des enquêtes ont eu faites auprès des représentants de la quasi-totalité des Coopératives existantes ainsi que la population cible.

Cette population cible étant trop grande, nous avons opté pour un échantillonnage aléatoire simple dont les propriétés donnent la même probabilité à chaque individu de l'échantillon d'être choisi.

- a) Les enquêtes ont porté sur la connaissance des différentes techniques d'irrigation pressentie sur le site par les paysans, sur le rendement économique et les techniques culturelles des spéculations locales et comment comptent-ils s'organiser autour du périmètre. Pour la bonne marche de cette enquête deux types de questionnaires ont été élaborées : un questionnaire pour les agriculteurs et le second pour les associations et

groupements d'agriculteur de la localité et de ses environs voir **Erreur ! Source du envoi introuvable**.annexe 1 et annexe 2.

II.2.Analyse de données climatiques :

Lacunes : Toutes les données recueillies sont bien complètes et ne présentent aucune lacune

Tendance climatique : Pour la détermination de la pluie annuelle, nous avons utilisé une série de 30 années de valeurs mensuelles de la station de Météo de REO. Les moyennes mobiles de 3,5 et 11 ans ont été calculées à partir de la pluie annuelle.

L'analyse fréquentielle : Les étapes suivantes ont été suivies pour le calcul de la pluie quinquennale et décennale sèche mensuelle :

- Préparation des séries mensuelles des pluies de 31 années [de 1981 à 2011]
- Tri des séries dans l'ordre croissant.
- traitement de chaque série mensuelle triée, à part:
- attribution d'un rang à chaque valeur de pluie.
- calcul de la fréquence empirique de HAZEN pour chaque valeur.
- Ajustement de la série par la loi de GAUSS. Ainsi on obtient la valeur du quantile 0.20 ou 0.10 que l'on compare avec notre échantillon.
- ainsi, on obtient 12 valeurs des pluies quinquennales ou décennales sèches

II.3.Le traitement des données

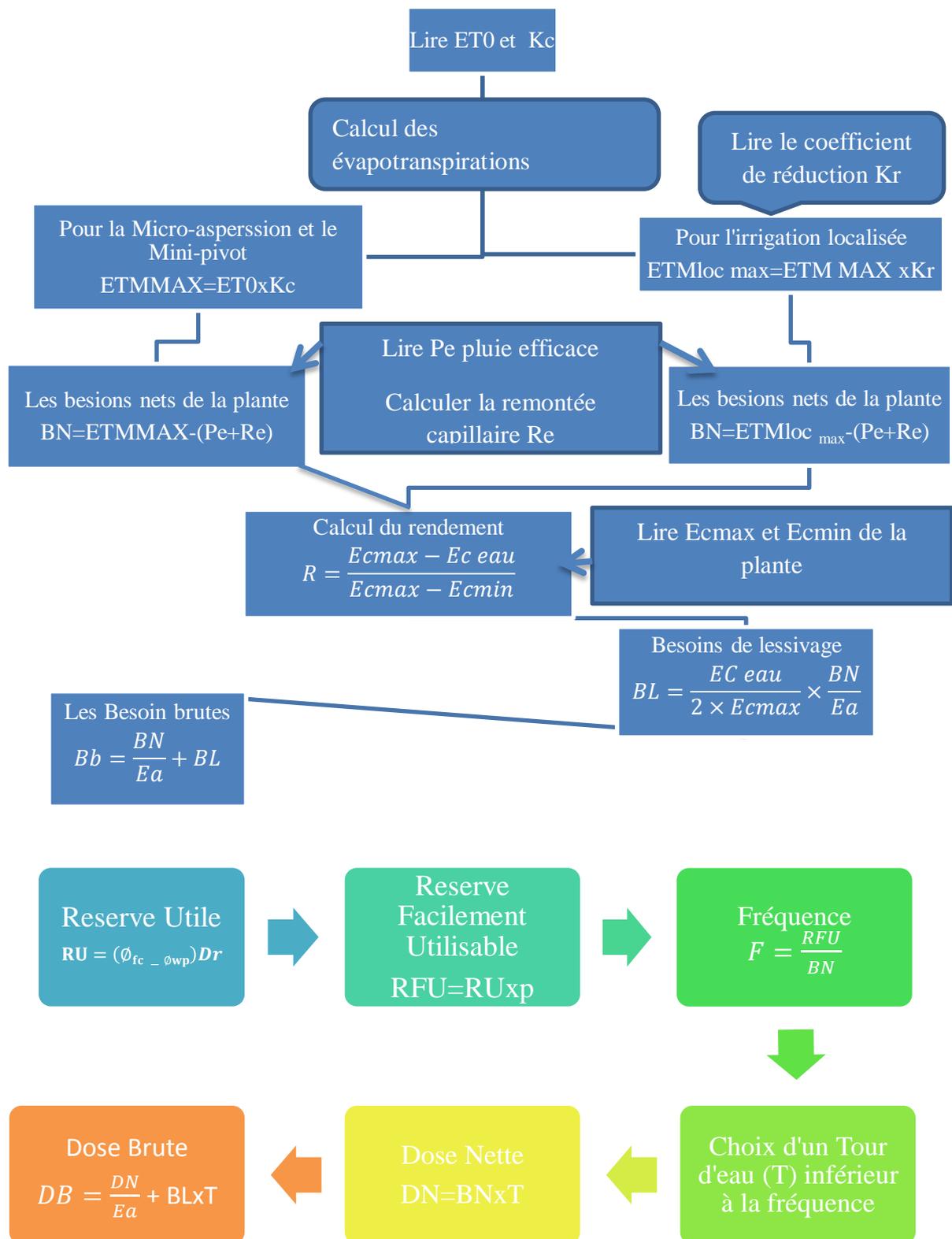
Le traitement des données collectées s'est déroulé au bureau. Plusieurs logiciels ont été utilisés dans le but de l'atteinte des objectifs spécifiques et se sont :

- PRISM 5 pour les ajustements graphiques
- Autocad et Covadis pour le design

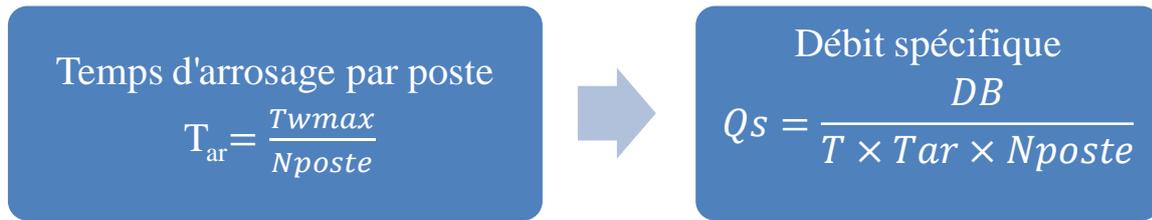
II.4.L'algorithme de dimensionnement

Le dimensionnement a été fait à travers un algorithme qui varie d'un système à un autre.

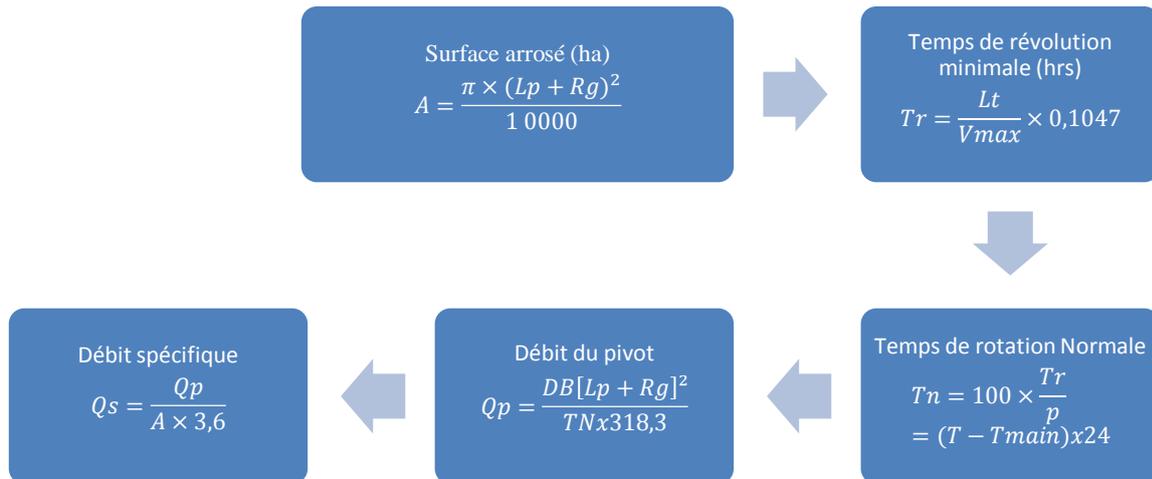
Dimensionnement préliminaire



Pour le goutte-à-goutte et la micro-aspersion

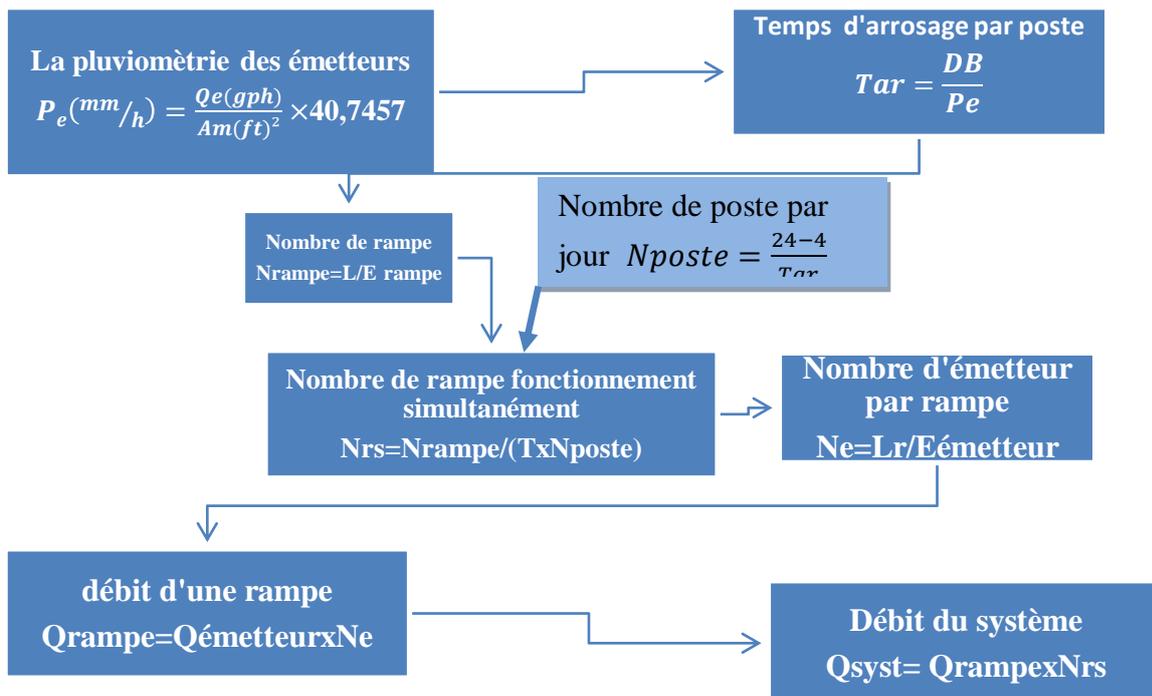


Pour le mini-pivot

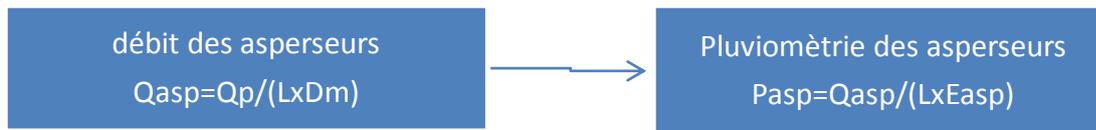


Dimensionnement final

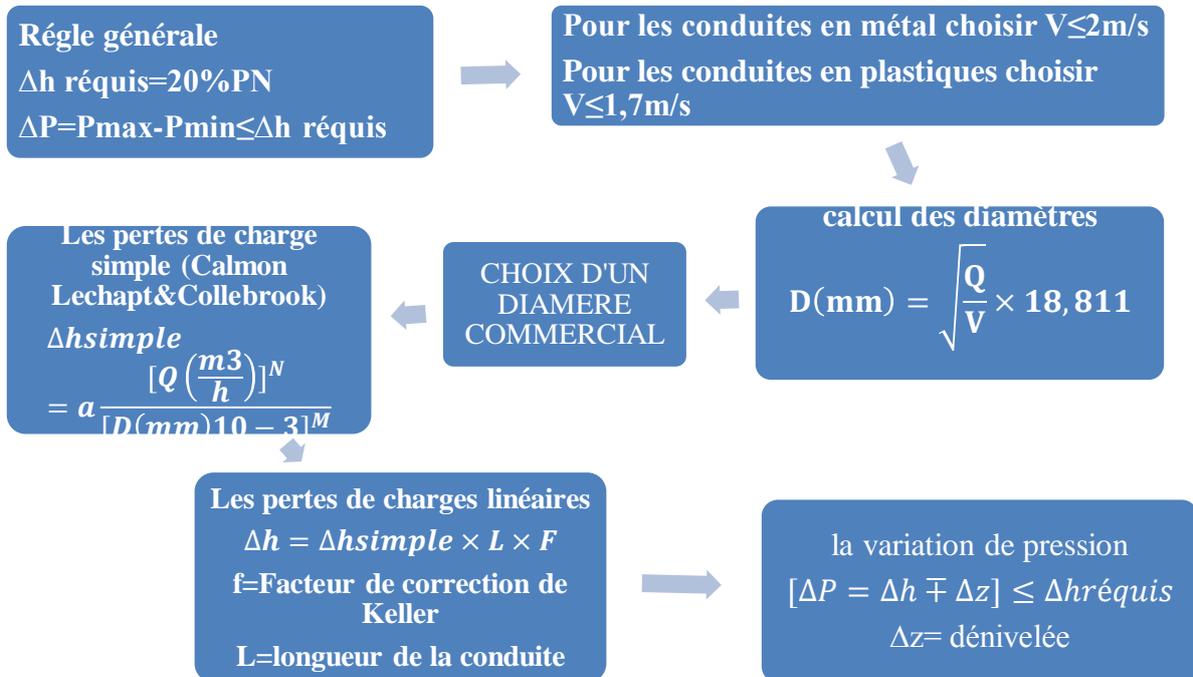
Irrigation goutte-à-goutte et la micro-aspiration



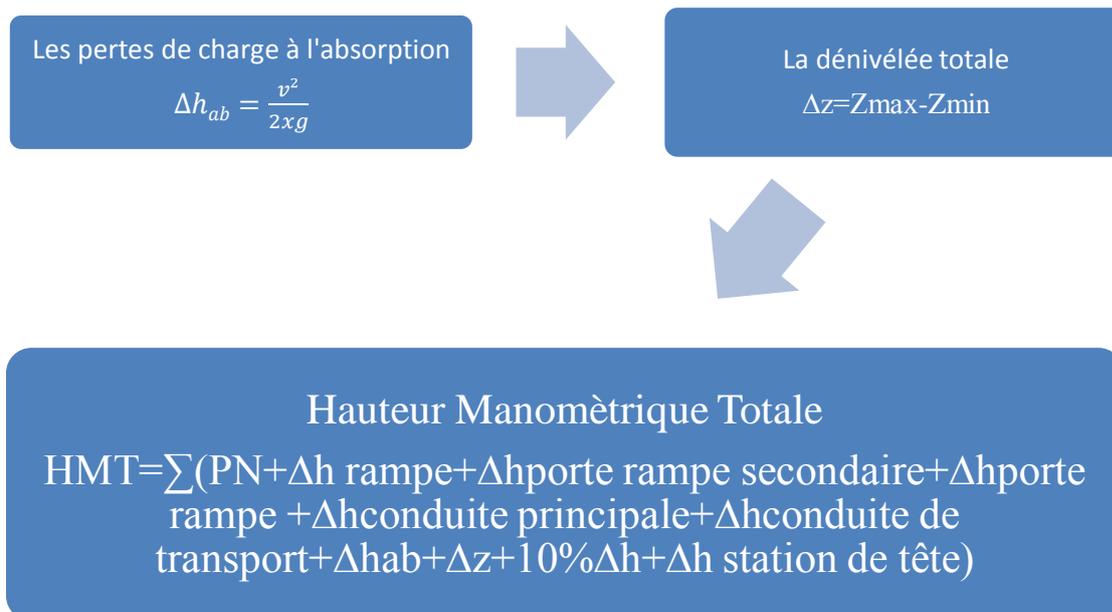
Le mini-pivot



Calcul des diamètres des conduites



LA HAUTEUR MANOMETRIQUE TOTALE



III TROISIEME PARTIE : AVANT- PROJET DETAILLE (APD) ET DOSSIER D'APPEL D'OFFRE (DAO)

III Avant-Projet Détaillé

III.1. Etudes pédologique et de l'eau d'irrigation

Le traitement des essais d'infiltration et de la pédologie au laboratoire ont permis d'avoir les caractéristiques hydriques et hydrodynamiques du sol.

III.1.1. La vitesse d'infiltration du sol (sableux limoneux) :

L'ajustement graphique des deux essais nous a permis d'avoir la vitesse d'infiltration du sol, et celle-ci est égale à la valeur du plateau. Ainsi, les deux valeurs issues de ces deux essais sont : **3.451cm/h** pour le premier essai et **2.901cm/h** pour le second. La valeur de la compilation est **3.176cm/h**. ces valeurs correspondent aux valeurs d'un sol sableux limoneux

Après toutes analyses faites nous avons choisi une vitesse d'infiltration de **20mm/h** pour le dimensionnement.

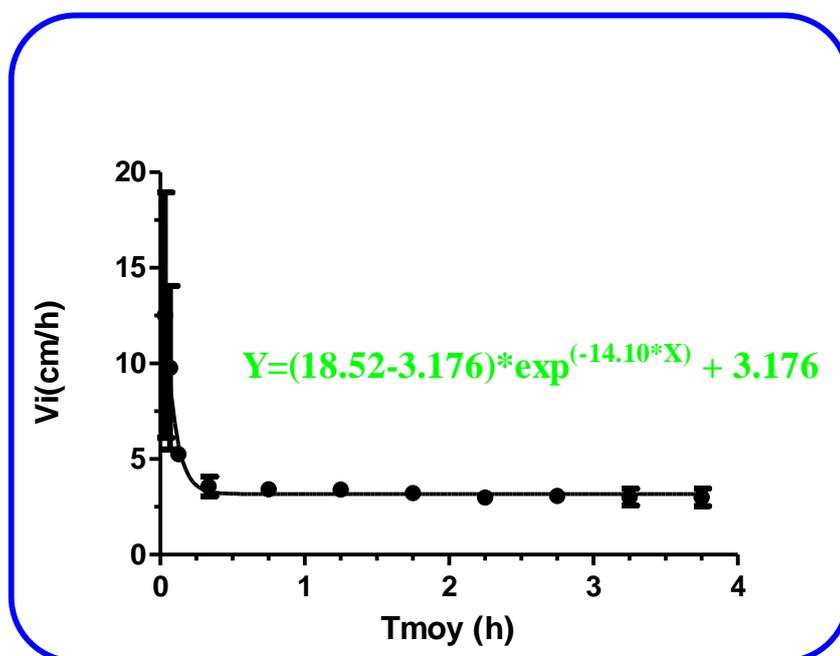


Figure 3 : graphique d'ajustement avec Prism5

III.1.2. Les humidités caractéristiques (marmite de Richard)

Le récapitulatif du traitement des humidités caractéristiques est présenté dans le Tableau 1. Les résultats de cette étude sont annexés au document Tableau 41 : calcul des humidités caractéristiques.

Tableau 1 : humidité caractéristiques des échantillons 4 et 6 et moyenne des 7 échantillons

N°	15 bars		0.33 bar		Réserve utile mm/mm
	Teneur en eau volumétrique	Moyenne	Teneur en eau volumétrique	Moyenne	
Echantillon dont la réserve est la plus petite					
E4.1	0.058	5.79%	0.110	11.08%	5.29
E4.2	0.058		0.112		
Echantillon dont la réserve est la plus grande					
E6.1	0.063	5.31%	0.322	18.81%	13.50
E6.2	0.043		0.054		
MOYENNE		6.74%		14.87%	8.12

En faisant une simulation avec ces différentes valeurs, nous nous sommes rendu compte qu'en prenant la plus grande valeur, on a des valeurs de fréquence variant de 2 à 8 jours. Tandis qu'en prenant la valeur moyenne ou la plus petite valeur, nous avons des fréquences très voisines, variant de 1 à 5 jours ceci pour les différentes spéculations. Nous avons considéré pour la valeur moyenne pour la suite du dimensionnement, valeur que nous jugeons représentative de la réalité du terrain.

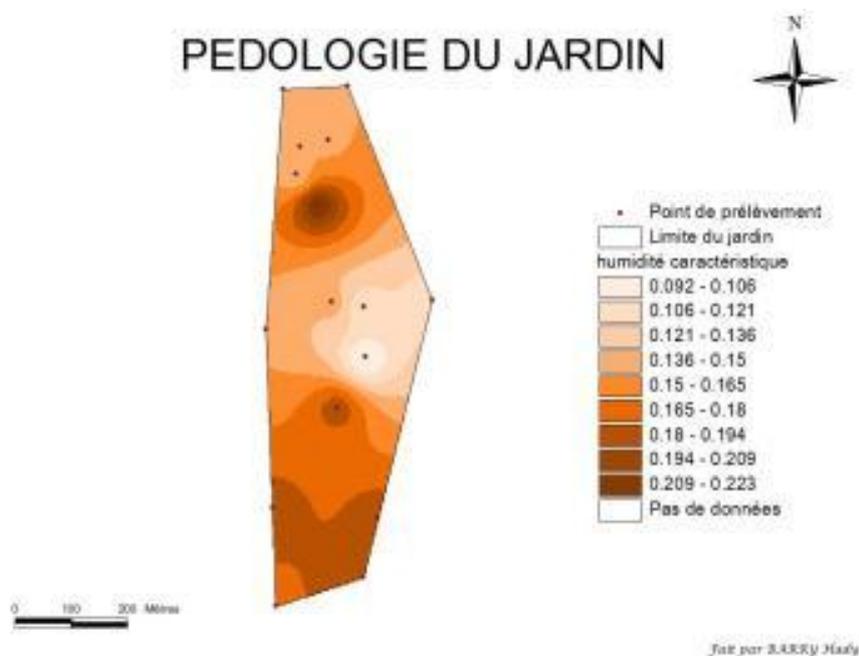


Figure 4 : carte des humidités à la capacité au champ du jardin

III.2. L'eau d'irrigation

Les essais in situ ont permis d'avoir la conductivité de l'eau. Trois valeurs de pH, de température, et de conductivité ont été mesurées et la moyenne a été retenue pour la suite des calculs Tableau 2.

Tableau 2 : mesures in situ de l'eau

				MOYENNE	Ecart types
Température °c	35	35	36	35.33	±0,58
PH	7,56	7,62	7,65	7,61	±0,05
Conductivité (µs/cm)	352	317	363	344,00	±24,02

L'appareil de mesure donnant la conductivité rapporté à 25°C, aucune correction de valeurs n'est nécessaire.

III.3. Les enquêtes socio-économiques

Les enquêtes ont concerné un échantillon de 16 exploitants agricoles dont 5 présidents d'association et 11 producteurs agricoles. Parmi les enquêtés, nous avons 4 hommes et 12 femmes soit respectivement 25% et 75% des enquêtés. Les informations recueillies sont donc exploitables. Les enquêtes ont révélé une adhésion totale des populations au Projet. Elles ont mis l'accent sur la priorité d'attribuer des parcelles aux paysans qui exploitent déjà dans l'emprise du futur périmètre. Et la superficie maximale à allouer à chaque paysan serait de 0.25ha, superficie dont la majeure partie de la population dispose les moyens humains, matériels et financiers pour la mise en valeur.

Il est aussi à signaler la non maîtrise par la population locale des techniques d'irrigation pressenties sur la plateforme et du manque d'expérience des associations dans la gestion d'un périmètre. La majeure partie (67% soit 3/5) des associations rencontrées aux villages sont sans agrément et sont spécialisées dans la fourniture de la main d'œuvre agricole. Seulement 2/5 soit 33% ont un agrément et sont spécialisées dans l'appui technique.

Dans la zone du projet, il n'existe pas de marché, le seul marché proche (12 km) du village est celui de REO. La commercialisation des produits agricole se fait au niveau de ce marché local et des marchés des villages et villes voisins. Les seuls moyens de transport dont disposent les agriculteurs du village de SEBOUN sont les charrettes, les vélos et les motocyclettes ce qui ne leur permet pas de se déplacer aux marchés éloignés de la zone du projet. A cause des difficultés qu'ont les paysans à accéder au marché et du manque d'équipement de stockage, de conservation et transport, certains paysans spécialisés sur des spéculations sont contraints de changer leurs spécialisations pour des spéculations moins rentables.

En outre, les enquêtes ont révélées que les spéculations les plus cultivées et les plus rentables dans la zone sont : l'arachide, la tomate, la chou la pomme de terre et l'oignon.

En plus, il est à noter que les populations n'ont aucun accès aux organismes de micro-crédit ou à des subventions du gouvernement. Ils n'ont que leurs caisses associatives ou leurs fonds propre pour la mise en valeur de leur parcelle (achat d'intrant et paiement de main d'œuvre).

Le traitement statistique de ces enquêtes avec Excel et la taille de l'échantillon sont annexés à ce document ANNEXE 3 : Analyse des enquêtes **socio-économiques**.

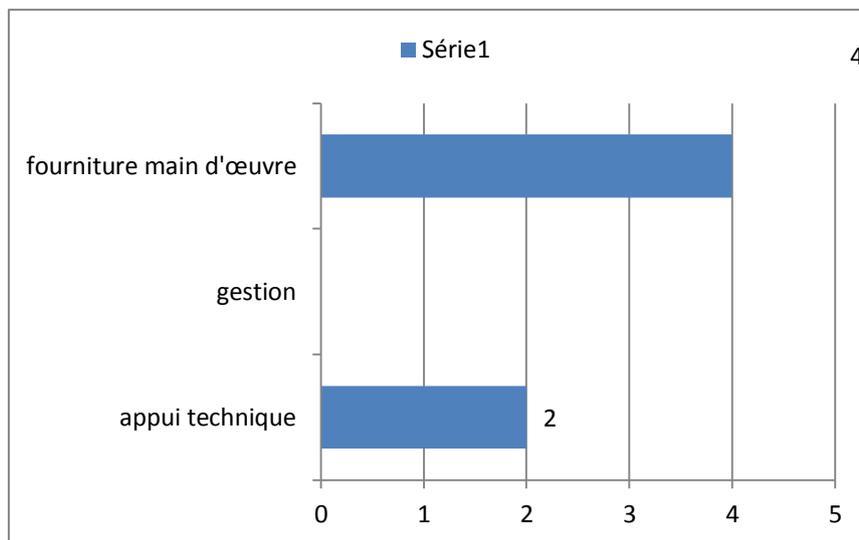


Figure 5 : rôle des associations paysannes

III.4. Analyse de données climatiques :

ETO : Les données sur l'ETO de la station de REO n'étant pas disponibles nous avons eu recours, aux données de CLIMWAT 2.0 for CROPWAT pour la station synoptique de Boromo. Ces éléments sont issus des données de la période allant de 1961 à 1990.

Tableau 3 : ETO de Boromo (source CLIMWAT)

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Eto mm/jr	4.86	5.51	6.24	6.36	5.88	4.96	4.34	3.83	3.95	4.57	4.45	4.29

Tendance climatique : Le graphe des différentes moyennes ont été représentés Figure 1. L'analyse qui se dégage de cette représentation est que dans les années quatre-vingt la tendance des pluies est à la baisse toutes les moyennes sont inférieures à la moyenne arithmétique. Au contraire, dans les années 1990 cette tendance est la hausse avec quelques exceptions. A partir des années 2000, la pluviométrie fluctue beaucoup autour de la moyenne avec des pluies faibles en début, et des petites hausses en milieu et fin de la décennie. En conclusion, la pluviométrie de la zone ne dégage aucune tendance car nous constatons une fluctuation autour de la moyenne arithmétique et les seules variations ne dépassent cinq(5)

ans. La maximale de la série a été observée dans les années 1990 tandis que la minimale a été observée dans les années 1980.

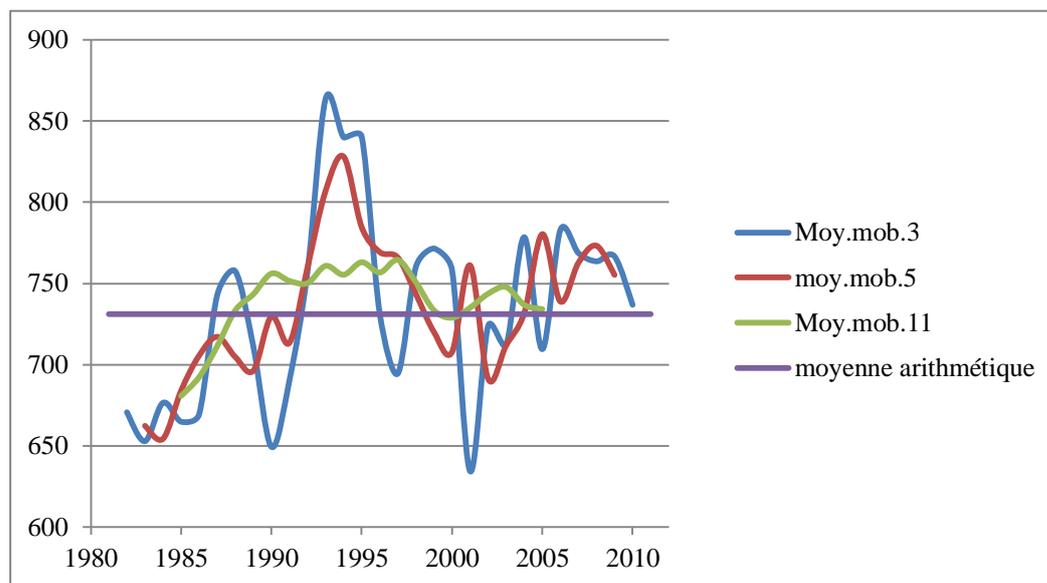


Figure 6 : Moyenne mobile et Moyenne arithmétique

L'analyse fréquentielle de ces données avec la loi normale :

La détermination de la pluie quinquennale et décennale sèche est importante pour les calculs des besoins en eau. La pluie mensuelle quinquennale et décennale sèche, calculée sur la chronique mensuelle de l'année 1981 à l'année 2011, est la pluie dont la probabilité de non dépassement est de 4 années sur 5 et de 9 années sur 10.

Les résultats du traitement statistiques des données sont indiqués dans le Tableau 4. Le total annuel des pluies mensuelles quinquennales sèches est 405 mm, soit 60 % de la valeur moyenne sur les 30 ans.

Tableau 4 : Pluviométrie mensuelle quinquennale et décennale sèche -Station Météo de REO

MOIS	janv	fév.	mars	avril	mai	juin	juillet	août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Quinquennale sèche (mm)	0.0	0.0	0.0	2.1	23.2	63.5	133.9	155.9	88.0	10.6	0.0	0.0
Décennale sèche (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	45.1	107.4	120.9	69.7	1.4	0.0	0.0
Moyenne inter-mensuelle (mm)	0	0	7,27	11,93	53,67	98,65	184,43	222,63	123,69	28,33	1,13	0,17

Pour la suite du dimensionnement, nous avons considéré la pluie mensuelle décennale sèche de 1981 à 2011 et les ETO de 1961 à 1990 de la station de Boromo obtenue à partir de CLIMWAT logiciel de la FAO.

III.5. Choix et caractéristiques agronomiques des spéculations

Les cultures proposées ont été choisies sur la base de divers critères techniques et socioéconomiques. Les coefficients culturaux, les profondeurs racinaires et les durées de croissance des spéculations ont été pris dans la base de données de Cropwat8. Ainsi, les spéculations retenues pour la modélisation sont : l'arachide, l'oignon, la tomate, le chou et la pomme de terre.

Le choix du début de la première campagne est motivé par les résultats des enquêtes socio-économiques. Ces enquêtes révèlent que les paysans sont disponibles et intéressés par l'exploitation des aménagements sur la plateforme de développement intégré une fois finis les travaux champêtres. Cette période se situe au mois d'octobre. Le début de seconde campagne a été choisi en laissant un mois après la première campagne, période nécessaire aux paysans pour récolter et préparer leurs parcelles pour la seconde campagne.

III.6. Calculs des paramètres d'irrigation

III.6.1. L'évapotranspiration maximale ETM

A partir des données obtenues, nous avons calculé l'évapotranspiration maximale (ETM max) à partir de la formule suivante : $ETM = ET_o * K_c$

Tableau 5 : récapitulatif ETM maximale

ETM max (mm/j)	
Arachide	6.49
Oignon	6.17
Tomate	6.37
Chou	6.17
Pomme de terre	6.47

Pour le système goutte-à-goutte, nous avons considérés les données de base suivantes pour calculer ETM max : $ETM_{loc} = ETM * K_r$

Couverture végétale (CV) %	80
Kr correspondant	0.94
Efficience d'application (Ea)	0.85

Le Tableau 6 présente l'ETM localisée pour les spéculations les plus rentables de la zone d'étude.

Tableau 6 : récapitulatif des ETM localisées

ETM loc (mm/j)	
Arachide	6.10
Oignon	5.80
Tomate	5.98

Chou	5.80
Pomme de terre	6.08

III.6.2. Les besoins en eau

III.6.2.1. Les Besoin Net d'irrigation BN

Il est obtenu par la formule $BN = ETM_{loc} - (Pe + Re)$ pour l'irrigation localisée (goutte-à-goutte) et $BN = ETM - (Pe + Re)$ pour la micro-aspersion et le mini pivot.

- **Irrigation localisée (goutte-à-goutte) :**

Tableau 7 : Besoins nets pour le système goutte-à-goutte

Besoin Net d'irrigation BN (mm)	
Arachide	5.96
Oignon	5.68
Tomate	5.84
Chou	5.66
Pomme de terre	5.94

- **Micro-aspersion et mini-pivot :**

Tableau 8 : Besoins nets pour la micro-aspersion et le mini-pivot

Besoin Net d'irrigation BN (mm)	
Arachide	6.35
Oignon	6.04
Tomate	6.23
Chou	6.03
Pomme de terre	6.32

III.6.2.2. Les Besoins Bruts de la plante BB

Le besoin global d'irrigation est calculé à partir de la formule suivante $BB = \frac{BN}{Ea} + BL$. Avec Ea , efficacité d'application de 85% qui est liée à la méthode d'irrigation, Il est égal pour chaque système :

- **Irrigation localisée (goutte-à-goutte) :**

Tableau 9 : besoins brutes des spéculations pour l'irrigation localisée (goutte-à-goutte)

Besoin Brute d'irrigation BB	
Arachide	7.2
Oignon	6.8
Tomate	7.0

Chou	6.8
Pomme de terre	7.1

- **Micro-aspersion et mini-pivot**

Tableau 10 : besoins brutes des spéculations pour la micro-aspersion et le mini-pivot

Besoin Brute d'irrigation BB	
Arachide	7,66
Oignon	7,3
Tomate	7,4
Chou	7,2
Pomme de terre	7,6

III.7. Calcul des paramètres du dimensionnement du réseau d'irrigation

III.7.1. La réserve utile du sol (RU)

C'est la réserve disponible dans le sol que la plante peut puiser ; $RU = (\theta_{fc} - \theta_{wp}) * D_r$ avec D_r comme profondeur racinaire et, θ_{wp} et θ_{fc} respectivement la teneur en eau au point de flétrissement et la teneur en eau à la limite de saturation. Le résultat du calcul est présenté au Tableau 11.

Tableau 11 : réserve utile pour différentes spéculations

Reserve utile RU	Dr (mm)	RU (mm)
Arachide	750	61.5
Oignon	400	32.8
Tomate	800	65.6
Chou	450	36.9
Pomme de terre	500	41

III.7.2. La réserve facilement utilisable (RFU)

Elle est obtenue par le produit de la réserve utile par un facteur appelé facteur de tarissement P qui est fonction de la classe de la culture selon la FAO et de la valeur de l'ETM Journalier. $RFU = p * RU$. Le Tableau 12 présente les résultats

Tableau 12 : Reserve facilement utilisable pour les différents systèmes d'irrigation

	Facteur de tarissement p	Reserve Facilement Utilisable RFU (mm)
Arachide	0.438	26.94
Oignon	0.246	8.07

Tomate	0.341	22.37
Chou	0.346	12.75
Pomme de terre	0.238	9.76

III.7.3. La fréquence d'irrigation F

Cette dose pratique correspond à une fréquence d'irrigation obtenue par la formule $F = \frac{RFU}{BN}$ avec RFU la dose pratique et BN le besoin net d'irrigation

- **Irrigation localisée (Goutte-à-goutte)**

Tableau 13 : Fréquence d'irrigation pour l'irrigation localisée (goutte-à-goutte)

Fréquence d'irrigation F	
Arachide	4.521
Oignon	1.421
Tomate	3.829
Chou	2.254
Pomme de terre	1.644

- **Micro-aspersion et mini-pivot**

Tableau 14 : Fréquence d'irrigation pour la micro-aspersion et le mini-pivot

Fréquence d'irrigation F	
Arachide	4.244
Oignon	1.335
Tomate	3.593
Chou	2.115
Pomme de terre	1.543

III.7.4. Choix du tour d'eau

A partir des différentes fréquences calculées ci-dessus nous avons choisi les différents tours d'eau pour chaque spéculation et pour chaque système.

- **Irrigation localisée (goutte-à-goutte) :**

Tableau 15 : Tour d'eau pour l'irrigation localisée (goutte-à-goutte)

Tour d'eau retenu T	
Arachide	3

Oignon	1
Tomate	2
Chou	2
Pomme de terre	1

- **Micro-aspersion et mini-pivot :**

Tableau 16 : Tour d'eau pour la micro-aspersion et le mini-pivot

Tour d'eau choisi T	
Arachide	3
Oignon	1
Tomate	3
Chou	2
Pomme de terre	1

III.7.5. Dose nette d'irrigation DN

Avec le tour d'eau nous avons calculés la nouvelle profondeur d'irrigation $DN = T * BN$

- **Irrigation localisée (goutte-à-goutte)**

Tableau 17 : Dose nette d'irrigation pour l'irrigation localisée (goutte-à-goutte)

Dose Nette d'irrigation DN (mm)	
Arachide	17.87
Oignon	5.68
Tomate	11.69
Chou	11.32
Pomme de terre	5.93

- **Micro-aspersion et mini pivot**

Tableau 18 : Dose nette d'irrigation pour la micro-aspersion et le mini-pivot

Dose nette d'irrigation Da (mm)	
Arachide	19.04
Oignon	6.04
Tomate	18.67
Chou	12.06
Pomme de terre	6.32

III.7.6. Dose Brute d'irrigation DB

La nouvelle profondeur globale ou dose brute d'irrigation correspondante DB est obtenue par $DB = \frac{DN}{Ea}$

- **Irrigation localisée (goutte-à-goutte)**

Tableau 19 : Dose brute d'irrigation pour l'irrigation localisée (goutte-à-goutte)

Dose Brute d'irrigation DB (mm)	
Arachide	21.58
Oignon	6.83
Tomate	13.94
Chou	13.50
Pomme de terre	7.10

- **Micro-aspersion et mini-pivot**

Tableau 20 : Dose brute pour la micro-aspersion et le mini-pivot

Dose Brute d'irrigation DB (mm)	
Arachide	22.99
Oignon	7.27
Tomate	22.27
Chou	14.39
Pomme de terre	7.57

III.8. Dimensionnement des systèmes d'irrigation

Le projet a pour but de dimensionner les différents systèmes pour l'arachide. Après les enquêtes sur le terrain nous nous sommes rendu compte qu'il y a d'autres spéculations économiquement rentables que les paysans aimeraient cultiver sur la plateforme. Alors, une simulation a été faite sur ces différentes spéculations pour voir laquelle de ces spéculations demande plus d'eau. Il s'est avéré que l'arachide demande plus d'eau, ensuite viens la tomate. Alors pour la suite du dimensionnement, nous avons décidé de dimensionner le réseau à partir des données de l'arachide, car elle est la culture qui consomme plus d'eau.

III.8.1. Découpage parcellaire du périmètre :

L'analyse des enquêtes nous ont permis de choisir la superficie que peut exploiter un paysan sans contraintes financières, techniques et humaines (main d'œuvre). Ainsi la superficie d'une parcelle est de 0.25 ha au niveau de tous les systèmes d'irrigation (localisée, micro-aspersion et mini-pivot).

Toutes les parcelles ont été orientées au mieux perpendiculairement aux courbes de niveau ceci pour éviter les contres pentes au niveau des distributeurs.

Nous avons divisé la zone identifiée pour les aménagements en trois groupes de parcelles en fonction des trois systèmes pressentis sur le site ANNEXE 5

La superficie à aménager (2 ha) a été divisée huit parcelles de 59.6 m x 41.95 m soit 0.25 ha. Après avoir laissé une allée cultivable de 0.20 m de large sur tout le pourtour de la parcelle, la longueur de la parcelle a été divisé en des espacements réguliers de 0.8 m en fonction des spécifications techniques de la spéculation donne par le ministère de l'agriculture du Sénégal à travers « la société nationale d'aménagement et d'exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé » (MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, 2009). Ceci nous a permis d'avoir 75 rampes par parcelle soit, 600 rampes pour tout le périmètre. Ces 75 rampes ont été regroupées en 3 planches d'irrigation de 25 rampes qui seront commandées chacune par une vanne automatique programmable.

Pour la nomenclature des planches nous avons utilisé la codification suivante : la première planche de la première parcelle a été notée P 1.1.1 la seconde P1.1.2 ainsi de suite jusqu'à P1.8.3. La même codification a été utilisée pour les porte rampes secondaires (PRS1.1.1...PRS1.8.3), les portes rampes principale (PRP1.1 ...PRP1.8) et les drains secondaires (DS1.1...DS1.8). Il faut noter qu'il n'y a que deux drains primaires (DP1.1 et DP1.2) et une seule conduite de transport, alors la conduite de transport n'a pas été codifiée. La Figure 7 présente le récapitulatif de cette nomenclature.

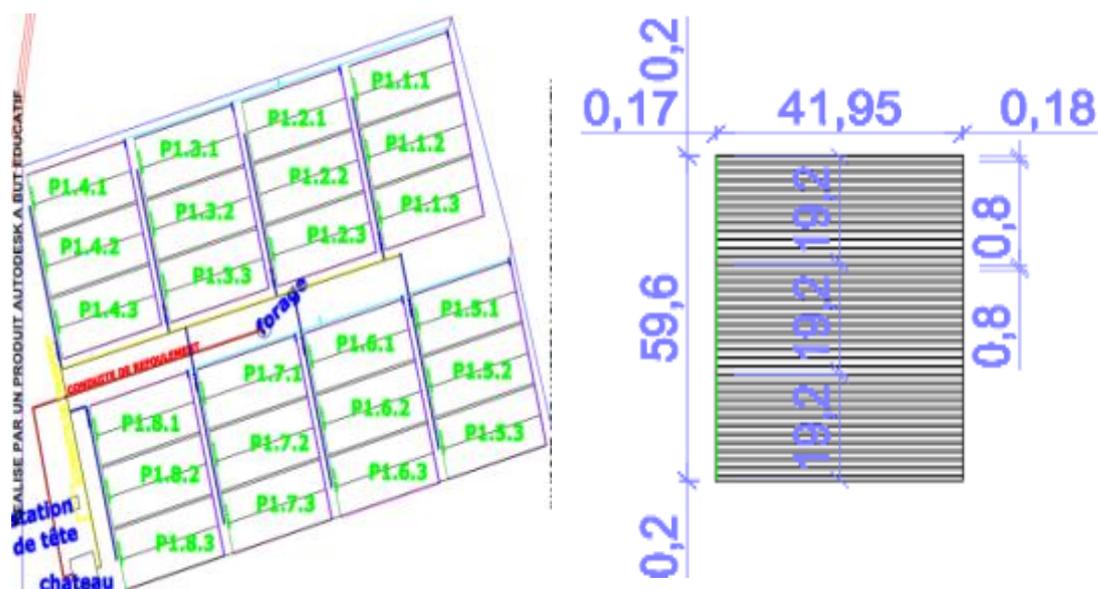


Figure 7 : plan d'aménagement du périmètre goutte-à-goutte

Chaque jour d'irrigation, 4 postes de 50 rampes devront fonctionner soit deux portes rampes principales donc 2 planches sont arrosées chacune par 25 rampes fonctionnant simultanément, soit $4 \times 50 = 200$ rampes. Ainsi, pour un tour d'eau égale à 3 jours, 600 rampes auront reçu la dose brute d'irrigation.

Après ce qui précède nous avons obtenu le design suivant :

- La Longueur des portes rampe secondaire est de 9.6m
- La Longueur de porte rampe principale réelle est de 63.58 m

- La longueur d'une rampe est de 41.6m.

Le deuxième groupe est celui de la micro-aspersion :

La superficie à aménager (2 ha) a été aussi divisée en huit parcelles de 58.8mx42.52m soit 0.25 ha. Pour la trame du système d'irrigation, nous avons choisi une trame carrée 3.2x3.2 m pour des micro-asperseurs de 60 l/h fonctionnant à la pression variant entre 1.5 à 2.5bars. Après avoir laissé une allée cultivable de 2.2m de large dans le sens de longueur et 2m dans le sens de la largeur, la longueur a été divisée en espacement régulier de 3.2m et nous avons obtenus 18 rampes par parcelles soit 144 rampes pour les 2ha. Ces 18 rampes ont été groupées en 3 planches de 6 rampes chacune, et qui seront commandées chacune par une vanne automatique programmable. Ainsi sur chaque rampe nous avons 13 micro-asperseurs.

Pour la nomenclature des planches nous avons utilisé la codification suivante : la première planche de la première parcelle a été notée P2.1.1 la seconde P2.1.2 ainsi de suite jusqu'à P2.8.3. La même codification a été utilisée pour les portes rampes secondaires (PRS2.1.1...PRS2.8.3), les portes rampes principale (PRP2.1 ...PRP2.8) et les drains secondaires (DS2.1...DS2.8). Il faut noter qu'il n'y a que deux drains primaires (DP2.1 et DP2.2) et une seule conduite de transport, alors la conduite de transport n'a pas été codifiée. La Figure 8 présente le récapitulatif de cette nomenclature.

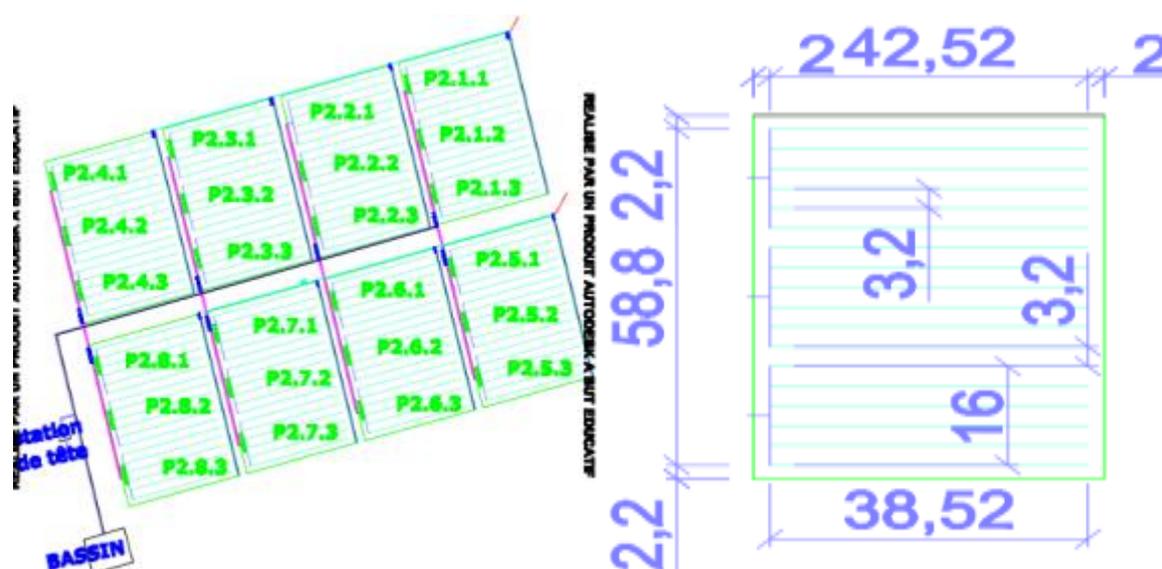


Figure 8 : plan d'aménagement du périmètre de la micro-aspersion

Chaque jour d'irrigation, 4 postes de 12 rampes devront fonctionner, soit deux portes rampes principales. Ainsi, 2 planches sont arrosées chacune par 6 rampes fonctionnant simultanément. Par jour, on aura 48 qui auront reçu la dose d'irrigation, soit 144 rampes pour un tour de 3 jours.

Ainsi, nous avons eu le design suivant :

- Longueur de porte rampe secondaire (m) 16
- Longueur de porte rampe principale (m) 55.7

- Longueur d'une rampe(m) 38.52

Le troisième groupe est celui du mini pivot :

La superficie utile à aménager (3ha) a été aussi divisée en douze parcelles demi-circulaires de 0.25ha. Après avoir laissé des allées de 2m de large entre les parcelles et les allées principales de 3m de large pour l'entretien et le fonctionnement du mini-pivot, nous sommes retrouvés avec une superficie de 3.40 ha à aménager.

Pour la nomenclature des parcelles nous avons utilisé la codification suivante : la première parcelle a été notée P3.1 la seconde P3.2 ainsi de suite jusqu'à P3.12.

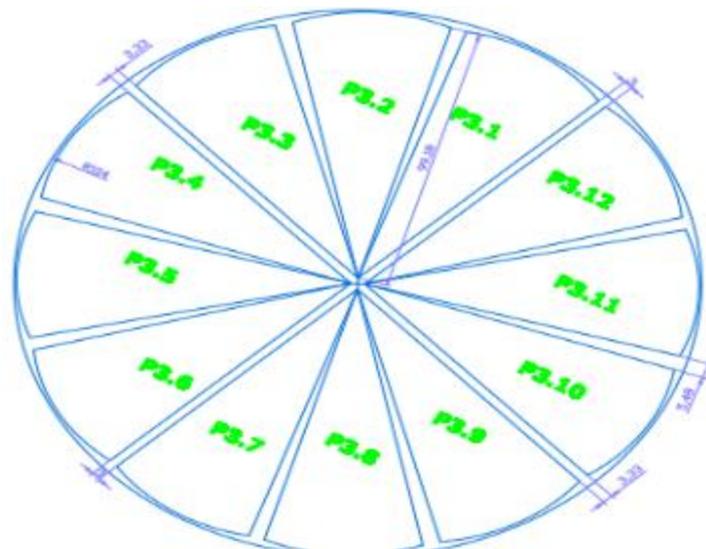


Figure 9 : plan d'aménagement du périmètre du mini-pivot

III.8.2. Calendrier d'irrigation

Pour pouvoir dimensionner les systèmes d'irrigation localisée et micro-aspersion, un calendrier d'irrigation a été établi. La Figure 10 : calendrier d'irrigation a) le goutte-à-goutte b) la micro-aspersion présente ce calendrier, le plan du schéma d'irrigation quant à lui est annexé à ce document

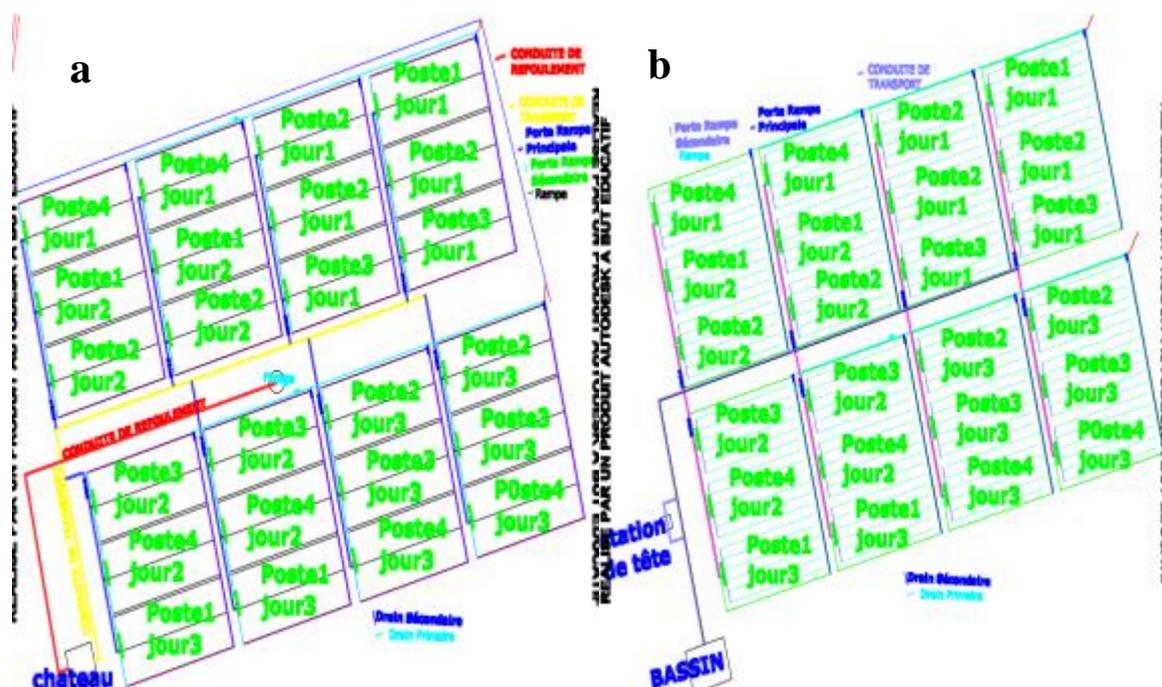


Figure 10 : calendrier d'irrigation a) le goutte-à-goutte b) la micro-aspiration

III.8.3. Irrigation localisée

III.8.3.1. Les caractéristiques des gouteurs

Nous avons opté pour des rampes avec des gouteurs incorporés de type « DRIPNET PC 390 AUTOREGULANT » de 1.6 l/h fonctionnant sous la pression comprise entre 0,4 à 3,0 bars. L'espacement entre les gouteurs est 0.4 m et celui des rampes est 0.8 m qui correspond à une pluviométrie de $P_{emit} = 5 \text{ mm/h}$;

$$\text{Le débit spécifique ou débit d'équipement est } q_e = \frac{D_g}{T * T_s * N_{sh} * 0.36} = 1.16 \text{ l/s/ha}$$

Nous avons opté pour un temps maximal de travail T_{max} de 20 heures. Ainsi, le nombre de postes d'arrosage par jour est $N_{poste} = 4 \text{ postes/jr}$, un temps d'arrosage par rampe qui est donné par la relation $T_{ar} = \frac{D_g}{P_{emit}} = 4h30mn$

Pour une pluviométrie $P_{emit} = 5 \text{ mm/h}$: le temps de travail par jour est de : $T_w = N_{poste} \times T_{ar} = 18h00mn$, donc il nous reste environ 6h de temps pour les différentes opérations.

Pour un espacement des gouteurs de 40 x 80 cm, le nombre de rampes et de gouteurs sont les suivantes :

Nombre total de position (poste) N_{poste}	600
Nombre de gouteurs par rampe N_{emit}	105
Nombre total de gouteur	63000

Le nombre de rampes qui fonctionnent simultanément :

Nombre de rampes fonctionnant simultanément N rampe, sim 50

Pour pouvoir couvrir tout le périmètre pendant le tour d'eau, nous avons choisi de faire fonctionner simultanément 50 rampes c'est-à-dire une porte rampe secondaire de 25 rampes par porte rampe principale.

III.8.3.2. Débit de rampe, porte rampe secondaire et porte rampe principale

Les résultats de ces calculs sont présentés dans le Tableau 21 :

Tableau 21 : Calcul des débits du système localisé

	l/s	m ³ /h
débit d'une rampe Q rampe	0.0467	0.168
débit porte rampe secondaire Q sec.	0.58	2.1
débit de la porte rampe principale Q princ.	1.167	4.2
débit de la conduite principale Q c.princ	2.33	8.4

III.8.3.3. Dimensionnement du réseau d'irrigation

Diamètre et type des conduites :

Pour le calcul des diamètres des conduites, nous avons utilisé la formule de Colebrook & Calmont Lechapt (formule qui sied à ce type de réseau et écoulement) et considéré les données du Tableau 22 :

Tableau 22 : Caractéristiques des goutteurs et des conduites

Pression Nominale PN (bar)	0.4
ΔH requis (m)	1
Conduite en plastique : v (m/s)	1.7

Les résultats du dimensionnement sont présentés dans le Tableau 23 :

Tableau 23 : Résultats du dimensionnement des conduites du système goutte-à-goutte

Rampe		Porte rampe secondaire	Porte rampe principale	Transport réservoir- système
Dcal (mm)	5.91 3	20.906	29.567	41.815
conduite en PE		conduite en UPVC	conduite en UPVC	conduite en UPVC
Dcom (mm)	20	40	63	63
Classe	6	6	6	6
Longueur unitaire(m)	41.6	19.2	63.58	211.136

Calage du réservoir :

La charge dynamique totale requise pour le fonctionnement normal du système est la somme de toutes les pressions et pertes de charge dans le système. Ainsi les résultats suivants ont été obtenus. Ainsi les résultats suivants ont été obtenus Tableau 24 :

Tableau 24 : calage du réservoir

H (m)	5.84
perte de charge de la parcelle (m)	1.84
perte de charge singulière 10%	0.184
dénivelé(m)	2.148
perte de charge filtre, injecteur (m)	5
HMT(m)	8.88

III.8.3.4. Dimensionnement de la station de pompage et du réseau de refoulement

Le débit utilisé pour dimensionner la conduite de refoulement est celui du forage identifié sur le site, dont les essais de pompage longue durée ont donné un débit d'exploitation de 6 m³/h. Ainsi, pour ce débit trois diamètres ont été calculés à partir des formules de Bresse, Bresse modifié et les conditions de Flamant et un diamètre a été choisi pour la suite du dimensionnement. Le Tableau 25 présente les résultats :

Tableau 25 : dimensionnement du réseau de refoulement du système goutte-à-goutte

Diamètre choisit (mm)	63
ΔH rampe (m)	1.02
ΔH topo (m)	59
Perte de charge singulière 10%	0.10
HMT (m)	60.12

Dimensionnement de la Station de pompage : Les besoins de pompage nécessitent une pompe immergée dont les caractéristiques sont les suivantes Tableau 26 :

Tableau 26 : caractéristique de la pompe choisie

Débit (m³/h)	6
HMT max (m)	100
Type	SQE
Marque	GRUNDFOS
Puissance utile (KW)	1.5
Section de câble (mm²)	1.5
Longueur maxi (m)	70

III.8.3.5. Besoin en eau total journalier, par campagne et annuel

Pour une durée de campagne de 110 jours et deux campagnes par an, les résultats du calcul sont présentés au Tableau 27 :

Tableau 27 : Besoins des cultures pour l'irrigation localisée

débit de la conduite de transport (m3/h)	8.4	Besoins (m³)		
Tar (hr)	4.42	Journalier	par campagne	par an
N poste	4	148.512	16336.32	32672.64

III.8.4. Micro aspersion

III.8.4.1. Les caractéristiques des micro-asperseurs

Nous avons opté pour des micro-asperseurs SUPERNET AUTOREGULANT TETE EN HAUT du Model Turbine LR de 50 l/h fonctionnant sous la pression comprise entre 1.5 à 4.5 bars. L'espacement entre les asperseurs est 3.2m et celui des rampes est 3.2 m qui correspond à une pluviométrie de $P_{asp} = 4.883$ mm/h;

Le débit spécifique ou débit d'équipement est $q_e = \frac{D_g}{T * T_s * N_{Sh} * 0.36} = 1.13$ l/s/ha

Nous avons opté pour un temps maximal de travail T max de 20 heures. Ainsi, nous avons le nombre de postes d'arrosage par jour est Nposte = 4 postes/jr, un temps d'arrosage par rampe qui est donné par la relation $Tar = \frac{D_g}{P_{emit}} = 4h50mn$

Pour une pluviométrie $P_{asp} = 4.883$ mm/h : le temps de travail par jour est de : $Tw = N_{poste} \times Tar = 19h20mn$, donc il nous reste 4h de temps pour les différentes opérations d'entretien.

Pour un espacement des asperseurs de 3.2mx3.2m, le nombre de rampe et d'asperseurs sont les suivantes :

Nombre total de position (poste) Nposte	144
Nombre d'asperseur par rampe N emit	13
Nombre total d'asperseur	1872

Le nombre de rampes qui fonctionnent simultanément :

Nombre de rampe en fonctionnant simultanément N rampe,sim	11.56	12	6
--	--------------	-----------	----------

Nous avons choisi de faire fonctionner simultanément 12 rampes c'est-à-dire 6 rampes par porte rampe principale.

III.8.4.2. Débit rampe, porte rampe principale et secondaire et conduite de transport

Les résultats de ces calculs sont présentés dans le Tableau 28

Tableau 28 : Calcul des débits de la micro-aspersion

	l/s	m3/h
débit d'une rampe Q rampe	0,181	0,65

débit porte rampe secondaire Q sec.	0,542	1,95
débit porte principale rampe Q princ.	1,083	3,9
débit de la conduite de transport Q c.princ.	2,167	7,8

III.8.4.3. Dimensionnement du réseau d'irrigation

Diamètre et type des conduites :

Pour le calcul des diamètres des conduites, nous avons utilisé la formule de Colebrook & Calmont Lechapt (formule qui sied à ce type de réseau et écoulement) et considéré les données suivantes Tableau 29

Tableau 29 : Caractéristiques des micro-asperseurs et des conduites

Pression nominale PN (bar)	1.5
ΔH requis (m)	3
Conduite en plastique: v (m/s)	1.7

Les résultats du dimensionnement sont présentés dans le Tableau 30

Tableau 30 : Résultats du dimensionnement des conduites de la micro-aspersion

Rampe		Porte rampe secondaire	Porte rampe principale
D cal (mm)	11.63	20.15	28.49
conduite en PE		conduite en UPVC	
D com (mm)	20	32	50
Classe	6	6	6
Longueur unitaire(m)	38.52	16	55.7
Conduite de Transport station de pompage-système			
Conduite en acier galvanisé			
D cal (mm)		40.29	
Diamètre commerciale (mm)		63	
Classe		6	
Longueur de la conduite de transport		221.6	

III.8.4.4. Dimensionnement de la station de pompage et du réseau de refoulement

Le débit utilisé pour dimensionner la conduite de refoulement est celui de l'irrigation $7.8\text{m}^3/\text{h}$. La charge dynamique totale requise pour le fonctionnement normal du système est la somme de toutes les pressions et pertes de charge dans le système. Ainsi les résultats suivants ont été obtenus Tableau 31 :

Tableau 31 : Récapitulatif du calcul de la HMT de la pompe

Diamètre choisit (mm)	63
H (m)	18.41
perte de charge de la parcelle (m)	4.20

dénivelé	3
perte de charge singulière 10%	0.420
perte de charge filtre, injecteur (m)	5
perte de charge d'aspiration	0.56
HMT(m)	21.39

III.8.4.5. Besoin en eau total journalier, par campagne et annuel

Pour une durée de campagne de 110 jours et deux campagnes par an, les résultats du calcul sont donnés au Tableau 32

Tableau 32 : Besoins des cultures pour la micro-aspiration

débit de la conduite principale Q main (m³/h)	7.8	Besoin (m³)		
Tar (hr)	4.82	journalier	Campagne	annuel
N poste	4	150.38	16 542.24	33 084.48

III.8.5. Mini-Pivot

III.8.5.1. Les caractéristiques et choix du système

Pour une superficie 3.4ha avec un rayon 104m, nous avons opté pour les mini-pivots GREENFIELD MP400 Mini-Pivot qui peuvent irriguer entre 1à 30ha. Dans son catalogue il y a des mini-pivots de travée variant entre 24.4, et 36.6m en passant par 27.4, 30.5 et 33.5, les ports à faux sont de 3.1 et 6.1m et sa hauteur varie de 1.8 et 2.4m. Ce mini-pivot fonctionne au courant monophasé 120 volts ou triphasé 380 volts. Le GreenfieldMP400Mini-Pivot peut être équipé de goutteurs ou d'asperseurs spécialement conçus pour un arrosage personnalisé d'un champ. Après toutes simulations faites, il s'est avéré que le mini-pivot de travée 36.6m avec un port à faux de 3.1m est le mieux adapté pour la superficie.

III.8.5.2. Dimensions du mini-pivot

Pour la superficie de 3.4 ha avec un rayon 104 m, nous avons choisi deux travées de 36.6m avec un port à faux de 3.1m qui font un mini-pivot de 76.3m(LP) de long et couvrant une superficie 1.8ha. Avec un end gun de 7.1m³/h à la pression 3.45bars nous avons un diamètre mouillé maximale de 49m qui couvre largement la superficie à aménager. Le Tableau 33 présente le récapitulatif des calculs.

Tableau 33 : dimensionnement préliminaires du mini-pivot

désignation	longueur (m)	superficie (ha)	Superficie total (ha)
Longueur du mini-pivot (Lp)	76.3	1.829	3.411
Rayon de l'end gun (Rg)	33	1.582	

III.8.5.3. Pourcentage P (%) de réglage de la vitesse de la dernière de tour et le temps actuel de révolution

La longueur totale des deux travées faisant 73.2m, sa circonférence sera 459.93m. Le temps minimal pour parcourir cette circonférence avec une vitesse maximale de 2m/min $Tr_{min}(h) = 3.832$. Par conséquent le pourcentage de rapidité de la dernière tour

est $P(\%) = 7.983$. Pour un temps de maintenance d'un jour, le temps nécessaire pour faire révolution est $Tr_a(h) = 48$.

III.8.5.4. Débit de la rampe et débit spécifique

A partir de la dose brute d'irrigation ; le temps de révolution et le rayon de la superficie, nous avons calculé le débit de la rampe pivotante et le débit d'équipement. Ainsi les résultats suivants ont été obtenus. $Q_p(m^3/h) = 16.645$ et $q_e(l/s/ha) = 1.361$

III.8.5.5. Le choix des arroseurs

Les asperseurs ont été choisis dans le catalogue de SENNIGER et l'end gun dans le catalogue de NELSON. Les caractéristiques techniques et le nombre d'élément répondant aux conditions requises pour le dimensionnement sont présentés dans le Tableau 34.

Tableau 34 : Caractéristiques technique et nombre d'arroseur

Type	Micro-Sprinkler	mini-Wobbler	i-Wob UP3	Xi-Wob UP3	BIG GUN
Nombre	1	1	5	10	1
Gamme de pression	1.38	1.38	0.69 à 1.03	0.69 à 1.03	3.45
Type de régulateur de pression	PSR-20	PSR-20	PSR-10 et PSR-15	PSR-10 et PSR-15	

L'inexactitude du débit du système ou la différence entre débit escompté (calculé) et le débit fourni (catalogue) a été calculé. Cette inexactitude est égale à la somme des inexactitudes de tous les arroseurs choisis. Celle-ci doit être inférieure à plus ou moins 10% pour que le système puisse fonctionner dans les meilleures conditions (Christiansen). Les résultats de ce calcul sont les suivants Tableau 35 :

Tableau 35 : inexactitude des débits

Total Q système (m3/h)	16.645
Total Q catalogue (m3/h)	16.689
Inexactitude $\Delta Q_s/Q_s$ %	0.270

III.8.5.6. Dimensionnement du diamètre du mini-pivot

Pour le dimensionnement de la rampe, nous avons choisi de l'acier galvanisé selon les spécifications techniques du constructeur avec une vitesse maximale d'écoulement est 2m/s et le débit en tête de réseau est : $Q_p = 16.645 m^3/h$ Le diamètre théorique calculé est $D(mm) = 54.267$. Un diamètre de **75mm** un peu plus grand a été choisi dans le catalogue du constructeur disponible.

Après ce choix les pertes de charge ont été calculées avec la formule de Colebrook & Calmon Lechapt.

III.8.5.7. Dimensionnement de la station de pompage (HMT et puissance)

Avec le diamètre précédemment choisi, les pertes de charge dans ces éléments ont été calculées : 1) le mini-pivot 2) les conduites de transport et d'aspiration 3) les filtres et

injecteurs 4) les singularités 5) La dénivélé entre la source d'eau et le point le plus du périmètre.

Pour une pression nominale maximale d'asperseur 3.45 bars, une longueur et une hauteur de mini-pivot respectivement égale à 76.3 m et 2.5, et une distance de transport de 200 m les résultats de calcul sont présentés dans le Tableau 36.

Tableau 36 calcul de la hauteur

Pression maxi sprinkler(m)	34.5
Pertes de charge pivot(m)	0.78
Pertes de charge conduite de transport (m)	2.34
Pertes de charge succion(m)	0.56
Hauteur Totale	37.63
Dénivèle (m)	3.25
Pertes de charge singulière (m)	3.76
Pertes de charge des filtres et injecteurs(m)	5
HMT	55.05

III.8.5.8. Besoin en eau total journalier, par campagne et annuel

Pour une durée de campagne de 110 jours et deux campagnes par an, les résultats du calcul sont présentés au Tableau 37.

Tableau 37 : Besoins des cultures pour le mini-pivot

débit de la conduite principale Q main (m³/h)	16.645	Besoin		
Temps de révolution Tra (hr)	48	journalier	campagne	annuel
Temps de maintenance T main	1	399.48	16 542.24	33 084.48

III.8.6. Dimensionnement du bassin de stockage

Pour son dimensionnement nous avons fait une simulation sur les besoins journaliers. Les besoins de pointe journaliers pour la micro-irrigation et le mini pivot étant environ de 550 m³.

En supposant que le débit de remplissage est de 40 m³/h pendant 14 heures de pompage et le débit d'irrigation en palier 25 pendant 18 heures et puis 16.645 m³/h pour les 6heures, une simulation a été faite sur déficit d'irrigation. Les résultats de cette simulation ont donné un volume de stockage **260 m³**. Pour un bassin rectangulaire de talus 2/3 et de profondeur 2.5m, les dimensions sont les suivantes Tableau 38 : Dimensions du bassin de stockage. Tableau 38 : Dimensions du bassin de stockage.

Tableau 38 : Dimensions du bassin de stockage

TALUS 1/1.5	
PROFONDEUR (m)	2.5

DIMENSIONS(m)	LONGUEUR FOND	LARGEUR FOND	LONGUEUR SUPERIEUR	LARGEUR SUPERIEUR
	7.62	5.09	15.12	12.59

Le tableau de cette simulation est annexé à ce document Tableau 42 : capacité du bassin **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

III.8.7. Dimensionnement de la Station de pompage

Les besoins de pompage nécessitent une pompe submergée ou de surface. Nous avons opté pour une pompe de surface qui va pomper l'eau dans le bassin pour refouler dans les réseaux du mini-pivot et de la micro-aspersion. Ces caractéristiques sont les suivantes Tableau 39 :

Tableau 39 : caractéristique de la pompe choisi

Débit (m³/h)	25
HMT max (m)	90
Type	NB 50-254
Marque	GRUNDFOS
Puissance utile (KW)	13 kW

III.8.8. Dimensionnement du réseau de drainage

III.8.8.1. Colature

Le domaine étant clôturé par un mur, il est judicieux de faire une colature au pied de ce mur pour gérer les eaux de ruissellement. Ainsi, nous avons prévu une colature autour du périmètre pour drainer les eaux pluviales dès les limites du périmètre en amont vers la zone basse. Ce évitera de perturber le réseau des distributeurs d'eau et les buttes.

III.8.8.2. Drain de 0.5%de pente

Les eaux de ruissellement internes pourront à partir des inter-blocs circuler vers la partie avale. Sur chaque parcelle de 0.25ha un drain primaire est aménagé pour collecter les eaux et les drainer vers un drain secondaire qui va les évacuer hors du périmètre. Le débit de dimensionnement des drains choisi est le débit le plus élevé des trois systèmes et celui-ci est 1.36l/s/ha qui correspond au débit d'équipement du mini-pivot.

Pour des drains en terre, de forme trapézoïdale avec une profondeur de 0.40m, une largeur au fond de 0.20, un talus de 2/3 et coefficient de rugosité 20.

III.8.9. Planning du projet

Après l'évaluation des coûts d'installation des différents systèmes, un planning d'exécution des travaux de six(6) mois a été établi figure 16

III Le Dossier d'Appel d'Offre (DAO)

Un Dossier d'Appel d'Offre constitué des documents suivant a été élaboré :

- 1) L'avis d'appel d'offres ;
- 2) Le modèle de soumission ;
- 3) Les cahiers des prescriptions techniques
- 4) Un Devis Quantitatif Estimatif (DQE)
- 5) Un Bordereau des prix unitaires
- 6) Les instructions aux soumissionnaires
- 7) Le modèle d'évaluation des offres

III.1. L'avis d'appel d'offres

Cet avis d'appel d'offres défini par les grandes lignes suivantes a été élaboré :

- 1) Objet de l'appel d'offres
- 2) La durée d'exécution des travaux
- 3) Le dépôt des soumissions
- 4) L'ouverture des plis
- 5) L'achat des offres
- 6) Les renseignements
- 7) La visite du terrain
- 8) Le financement

Il est annexé à ce document.

III.2. Devis Quantitatif Estimatif (DQE)

Les devis quantitatif estimatifs des travaux des différents systèmes d'irrigation de ce projet ont consisté à :

- 1- Installation
- 2- Station de pompage et énergie
- 3- Fourniture et Pose du réseau de refoulement
- 4- Fourniture et Installation de la Station e Tête
- 5- Réseau d'irrigation
- 6- Aménagement piste de circulation et réseau de drainage
- 7- Réservoir
- 8- Station de pompage et bassin en BA
- 9- Fourniture et pose du mini pivot et accessoires

Le coût global du projet est estimé à **quatre-vingt-douze millions sept cent trente-neuf mille neuf cent soixante-quatre Francs CFA (92 739 964 FCFA)**. Le Tableau 40 donne le récapitulatif de cette étude pour chaque système d'irrigation:

Tableau 40 : devis estimatif pour les différents systèmes

N°	Désignation	Montant ht (fcfa)
1	Irrigation localisée et ouvrages annexes	31 265 024
2	Micro-aspersion, bassin de stockage et station de pompage	39 690 710
3	Mini-pivot et équipement sans bassin et station de pompage	21 784 230
Montant global du projet		92 739 964

III.3. Bordereau des prix unitaires

Pour une meilleure évaluation des prix unitaires des différents postes un bordereau a été établi. Il définit pour chaque poste ce qui doit être pris en compte pour son évaluation. Le bordereau de tous les postes est annexé à ce document.

III.4. Les cahiers des prescriptions techniques

Un cahier de prescription technique qui définit :

- ✓ La consistance des travaux
- ✓ La description des travaux
- ✓ Les spécifications des matériaux, produits et éléments
- ✓ le mode d'exécution des travaux

Ce cahier est annexé à ce document.

III.5. Les instructions aux soumissionnaires

Des instructions aux soumissionnaires basées sur le modèle de l'Union européenne et qui se résument en ces points ont été élaboré :

- ✓ La partie générale (instructions générales)
- ✓ Les documents d'appel d'offres
- ✓ La préparation des offres
- ✓ La soumission des offres
- ✓ L'ouverture et évaluation des offres
- ✓ L'attribution du contrat

IV Analyse

IV.1. Installation d'irrigation par micro-aspersion

C'est une technique d'irrigation à grande efficacité d'application avec un faible besoin en main d'œuvre et en énergie pour son fonctionnement. Elle s'adapte bien à toutes les cultures à plein champ ou en rangées qui sont pratiquées en contre saison. Le passage des méthodes d'irrigations traditionnelles de surfaces à la micro-aspersion se fait avec succès. Des recherches sont alors nécessaires pour assimiler et adapter cette technique d'irrigation aux bénéficiaires du monde rural.

Le débit et l'espacement choisi entre les distributeurs permettent de diminuer les effets néfastes du vent qui constituent un frein au bon fonctionnement du système. Le choix du PE pour les rampes, UPVC pour portes rampes secondaire et principale et de l'acier galvanisée est motivé par son coût relativement bas, sa forte résistance aux chocs et à l'action des rayons solaires et sa facilité de stockage après la saison d'irrigation. Les conduites en PE et UPVC présentent également l'avantage d'être posées à la surface du sol, ce qui exclut tout travail de terrassement. La pression nominale 6 bars des conduites choisies bien que légèrement supérieure à la pression nominale 1.5bars de fonctionnement du système est recommandée pour protéger celles-ci contre le coup de bélier. Le temps de fonctionnement de système (19 h 20 mn) est insatisfaisant.

Le choix d'irriguer au fil du pompage est justifié la nécessité d'avoir une grande HMT pour pouvoir faire fonctionner les micro-asperseur soit 15m de colonne d'eau minimum. La substitution de ce pompage par un château entraîne des coûts très élevés et un ouvrage difficile à réaliser et à entretenir, raison pour laquelle nous avons choisi le pompage dans un bassin pour alimenter le réseau.

Vue que la ressource en eau est déficiente et l'existence d'un barrage hydro-agricole à côté du site, nous avons préféré pomper l'eau du barrage pour remplir un bassin enterré de 260m³ pour pallier à ce problème. Ainsi ce bassin servira à irriguer les parcelles de la micro-aspersion et du mini-pivot.

Le coût d'installation du système avec une station de pompage et le bassin de stockage est estimé à **trente-neuf millions six cent quatre-vingt-dix mille sept cent dix (39 690 710) FCFA**. Ce coût est très raisonnable pour ce genre de système qui demande un grand coût d'investissement d'initial et faible coût d'entretien.

IV.2. Installation d'irrigation goutte-à-goutte

Ce système permet de réaliser d'importantes économies d'eau avec une faible main-d'œuvre pour l'exploitation et l'entretien. Le colmatage des goutteurs et la nécessité d'une gestion rationnelle de l'irrigation constituent un frein à l'expansion de cette technique en Afrique. La nécessité de la recherche pour l'adaptation et la maîtrise de cette technique s'impose aux scientifiques africains pour augmenter la productivité de l'eau dans les périmètres irrigués. Les goutteurs autorégulants retenus ont un débit de 1,6l/h pour une

pression de fonctionnement variant entre de 0.5 à 3.5 bars et sont incorporés sur les conduites latérales. Cette configuration est très exigeante en filtration mais très efficace en terrain ondulé ou de forte pente. Les conduites PE et UPVC ont été choisis pour les mêmes raisons que celle exposées au paragraphe précédent. Lors de ce dimensionnement nous nous sommes confrontés à un problème de disponibilité de la ressource en eau. Le débit du forage existant sur la plateforme étant de 6m³/h ne pourra pas satisfaire à lui seule les besoins de culture, il faudra réaliser d'autres forages pour combler ce déficit. Le coût total de l'installation du système et la bache de stockage est estimé à **trente-un millions deux cent soixante-cinq mille vingt-quatre (31 265 024) FCFA**. Celui-ci est de l'ordre de grandeur du coût d'installation des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte. Parallèlement au coût d'installation, celui d'entretien d'un système d'irrigation goutte-à-goutte diminue quand la surface aménagée augmente. Une extension future de l'espace irrigué serait une option pour tirer profit de ces avantages et optimiser le temps de fonctionnement.

IV.3. Installation d'irrigation par mini-pivot

Le mini-pivot central est un système d'irrigation automatisé, entièrement mécanisé à basse pression et assemblé de manière permanente. L'ensemble de la conduite d'arrosage est suspendu au-dessus du sol par de longues structures métalliques, posés sur un tour de support fixe ou mobile en forme de "A" sur roues. L'extrémité de la conduite est équipée d'un canon-asperseur. L'ensemble du système automoteur tourne lentement autour du pivot, à une vitesse de 2 à 3 m/min et se déplace en pulvérisant l'eau au-dessus des plantes, couvrant le terrain en décrivant un cercle. Le choix de l'espacement entre asperseur a été dicté par l'infiltration du sol, la vitesse du vent pour éviter des zones de non recouvrement et de disponibilité de l'équipement capable de satisfaire ces contraintes. Ainsi un espacement entre asperseur de 4.5m a été choisi et les équipements qui y seront montés ont tous un diamètre mouillé deux fois supérieur à l'espacement entre asperseur ce qui résout le problème de surface de recouvrement. Le coût d'installation de système sans la station de pompage et le bassin est de **vingt un million sept cent quatre-vingt-quatre mille deux cent trente FCFA 21 784 230**. Ce prix qui ne couvre que le mini pivot et ses accessoires est très raisonnable. Si on tient en compte le coût du bassin et de la station de pompage, on aura un coût d'investissement par hectare **dix millions quatre cent cinquante-cinq huit dix FCFA (soit 10 455 810 FCFA)**.

V CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Au terme de cette étude les trois systèmes ont été dimensionnés et évalués. Il ressort que le domaine choisi pour l'aménagement du périmètre hydro agricole à Séboun pour la production de l'arachide requiert un investissement sur les infrastructures de **quatre-vingt-douze millions sept cent trente-neuf mille neuf cent soixante-quatre (92 739 964)**.

Au cours de nos enquêtes socio-économiques auprès de la population locale, nous avons constaté la méconnaissance des systèmes par celle-ci et son manque d'expérience dans la gestion d'un périmètre agricole. Pour pallier à ce problème, nous recommandons d'intégrer un volet formation de cette population à l'utilisation de ces techniques et à la gestion d'un périmètre avant la mise en service de la Plateforme.

L'étude a démontré que la ressource en eau disponible actuellement sur site est insuffisante pour les besoins de la spéculacion. Alors vu l'existence d'une autre ressource abondante dans le village, nous avons dimensionné :

Le système localisé en se basant sur le forage existant et en faisant un second avec le même débit

Le mini-pivot et la micro-aspersion en se basant sur le barrage qui se trouve dans le village.

Des études complémentaires sont nécessaires pour la réalisation de ce projet à savoir :

- Une étude géophysique et hydrogéologique pour déterminer d'autres points d'implantation de forage,
- Une évaluation du coût d'installation d'une station de pompage et de traitement de l'eau du barrage.
- Une évaluation du coût de construction d'un magasin de stockage des productions agricole et une étude de marché afin de trouver des débouchés pour la production

ANNEXES

Bibliographie

- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. (2009). *fiche technique de l'arachide irriguée*.
RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL: SOCIÉTÉ NATIONALE D'AMÉNAGEMENT ET
D'EXPLOITATION DES TERRES DU DELTA DU FLEUVE SÉNÉGAL ET DES
VALLÉES DU FLEUVE SÉNÉGAL ET DE LA FALÉMÉ.
- BOGNINI, S. (2006). *Cultures maraichères dans l'économie des ménages à Réo et à
Goundi dans la province du Sanguié au Burkina Faso*.
- Christiansen. (s.d.). coefficient d'uniformité .
- climwat. (s.d.).
- COULIBALY, R. (décembre 2012, décembre 4-6). *Etude/diagnostic sur les technologies
d'irrigation dans le sous-secteur de la petite irrigation*. Ouagadougou.
- CRAC-GRN/SOS SAHEL INTERNATIONAL NIGER. (décembre 2008). *Manuel
d'irrigation Goutte à Goutte dans la Région de Zinder*. la Cellule de Recherche
Action Concertée sur la Gestion des Ressources Naturelles en collaboration avec la
Direction Régionale du Développement Agricole Zinder (DRDA).
- Demonfaucon, A. (2011). *Les périmètres irrigués au Burkina Faso et leur vulnérabilité aux
risques d'inondations*.
- FAO. (1997). *La petite irrigation dans les zones arides: Principes et options*. Consulté le 02
11, 2014, sur Organisation Mondiale de l'Agriculture (FAO):
<http://www.fao.org/docrep/w3094f/w3094f00.htm#TopOfPage>
- FAO. (2008). *Manuel des techniques d'irrigation sous pression*. ITALIE: FAO .
- Keïta, A. Y. (2014). *a Comparative Non-Linear Regression - Case of Infiltration Rate
Increase from Upstream in a Valley*. *International Agrophysics In Press*.
- Konseiga, R. (2008). *l'approvisionnement en eau dans la commune de Réo*.
- NELSON IRRIGATION. (2014). *nelson irrigation*. Consulté le 02 17, 2014, sur NELSON
IRRIGATION CORPORATION: <http://www.nelsonirrigation.com>
- NETAFIM. (2014, FEVRIER 20). *IRRIFANCE*. Consulté le février 20, 2014, sur
IRRIFANCE: <http://www.irrifrance.com>
- PCD-REO. (2009). *RAPPORT PROVISOIRE*. Plan communal de développement, REO,
MATD(MINISTERE DE L'ADMINISTRATION DU TERRITOIRE ET DE LA
DECENTRALISATION, KOUDOUGOU- REO.
- SENNINGER. (2014). *senninger-products*. Consulté le 02 16, 2014, sur [senninger.com](http://www.senninger.com):
<http://www.senninger.com/senninger-products/>

VALMONT. (2014). *valmont Irrigation*. Consulté le 02 17, 2014, sur
valmont.com/valmont/products/irrigation:
<http://www.valmont.com/valmont/products/irrigation>

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : fiche d'enquête 1 pour la plateforme de développement intègre de Réo	d
ANNEXE 2 : fiche d'enquête 2 pour la plateforme de développement intègre de Réo	h
ANNEXE 3 : Analyse des enquêtes socio-économiques	l
ANNEXE 4 : Calcul des humidités caractéristiques	m
ANNEXE 5 : plan d'aménagement de la plateforme, plan de certaines ouvrages et profil en long des canaux.....	n
ANNEXE 6 : Volume du bassin de stockage	p
ANNEXE 7 : Le Planning	p
ANNEXE 8 : photo de terrain et de laboratoire	k

ANNEXE 1 : fiche d'enquête 1 pour la plateforme de développement intègre de Réo

Informations générales¹

Date de l'enquête :

Nom de l'enquêteur :

Région : CENTRE-OUEST. Province : SANGUIE Département : REO

Village/Secteur :

INFORMATIONS SUR LE PAYSAN

Nom :

Prénoms.....

Age :..... ; Sexe : Masculin féminin Niveau
d'étude :.....

CONNAISSANCE SUR LES SYSTEMES D'IRRIGATION

Pouvez- vous me dire ce que c'est l'irrigation ?.....

.....

Lequel de ces systèmes d'irrigation Connaissez-vous ?

Gravitaire goutte-à-goutte californien aspersion

Pivot central

Le périmètre aménagé du village utilise lequel des systèmes ?

Gravitaire goutte-à-goutte californien aspersion Pivot
central

Existe-il une personne chargée de faire fonctionner ce système ? OUI NON

Est-ce la même personne qui réparer le système en cas de fuite ou d'autres problèmes ?

OUI NON

Si non comment faites-vous si le système tombe en panne ?

.....

¹Toutes les informations que vous fournirez dans le cadre de cet entretien resteront confidentielles

Pouvez-vous nous donner ses heures de travail dans le périmètre

7h-19h 6h-20h 6h-21h 5h-21h Autres précisez :

Existe-il un organisme de gestion autour du périmètre ? OUI NON

Si oui sa gestion est-elle Bonne ? Mauvaise Sans avis

Si non quelles sont les raisons ?

Quel est le rôle de cet organisme de gestion ?

Distribution des parcelles Distribution des intrants Réparation du système

Collecte des redevances Appui technique des exploitants

Existe-il des fonds publics d'aide ou des organismes de micro crédit dont les paysans ont accès ? OUI NON

Si non comment les paysans ou groupements trouvent-ils les fonds nécessaires pour la mise en valeur du périmètre ?

.....
.....

A combien estimez-vous le coût de mise en valeur de votre parcelle ?

.....

Tous les paysans arrivent-ils à mobiliser ces fonds ? OUI NON

Le périmètre à aménager par 2iE sera exploité par :

Des paysans Des groupements de paysans Les deux

Si ce sont des paysans qui doivent exploiter ce périmètre, quelle superficie comptez-vous allouer par paysan ?

Inf. 1/4 ha 1/4 ha 1/2 ha 1 ha

Si autres précisez

S'il s'agit de groupements de paysans, quelle superficie comptez-vous allouer par groupement :

Inf. 1/4 ha 1/4 ha 1/2 ha 1 ha

Si autres précisez

Si ce sont les deux qui vont exploiter le périmètre comment comptez-vous faire le partage ?

.....

Lesquelles de ces spéculations sont emblavées le plus dans le village ?

Arachide Tomate Oignon Chou Pomme de terre

Haricot vert Carotte Mil Sorgho Riz Maïs

Quels sont les outils que vous utilisez pour la mise en valeur des parcelles ?

HOUÉ **DABA** **CHARRUE** **TRACTEUR**

Autres (préciser)

Décrivez-nous les techniques culturales que vous utilisez pour chaque spéculations

Spéculations	Techniques culturales								
	défrichage et labour	Pépinière repiquage	semis direct	désherbage	binage	paillage	arrosage	engrais	herbicide
Arachide									
Tomates									
oignon									
Pomme de terre									
Haricot vert									
Mil									
sorgho									

Avez-vous eu une formation sur la technique de culture de ces cultures ?

OUI NON

Arrivez-vous à écouler tout l'excédent de la production ? OUI NON

Si non pourquoi ?

Parmi les cultures citées ci-dessus la(es)quelle(s) vous procurent le plus de revenus ?.....

Quel est le cycle de ces différentes cultures ?

Cultures	Arachide	Tomates	oignon	Pomme de terre	de	Haricot vert	Mil	sorgho
Cycle (jours)								

À quel moment avez-vous l'habitude de semer ?

Cultures	Arachide	Tomates	oignon	Pomme de terre	de	Haricot vert	Mil	sorgho

Date semis	de							
------------	----	--	--	--	--	--	--	--

Arrivez-vous à écouler toute la production ? OUI NON

Si non pourquoi ?

Parmi les cultures citées ci-dessus la(es)quelle(s) vous procurent le plus de revenu ?.....

Quelle sont les sources d'eau dont dispose le village ?

FORAGE MARIGOT PUIITS TRADITIONNELS RETENU D'EAU

Quelles sont les sources d'eau dont dispose le village ?

FORAGE MARIGOT PUIITS TRADITIONNELS
RETENU D'EAU

Arrive-t-il que cette ou ces sources tarissent pendant l'année ?

OUI NON

Si oui la(es)quelle(s) ?

L'utilisation de l'eau du barrage est strictement réservée à la société PERKOA ?

OUI NON

Si non le village est-il autorisé à utiliser celle-ci pour les besoins agropastoraux ?

OUI NON

Si oui la société fixe-t-elle des limites de prélèvements ? OUI NON

ANNEXE 2 : fiche d'enquête 2 pour la plateforme de développement intègre de Réo

Date :

Nom de l'enquêteur :

INFORMATIONS SUR LE GROUPEMENT OU L'ASSOCIATION

Village :

.....

Nom de l'association :

Fonction :

Date de création : / /20...

Activités réalisées durant les cinq dernières années

I

II

III

IV

CONNAISSANCE SUR LES SYSTEMES D'IRRIGATION

Pouvez- vous me donnez une définition de l'irrigation ?.....

.....

Lequel de ces systèmes d'irrigation connaissez-vous ?

Gravitaire goutte-à-goutte californien aspersion

Pivot central Autre (préciser) :

Le périmètre aménagé du village utilise lequel des systèmes ?

Gravitaire goutte-à-goutte californien aspersion Pivot central

Pouvez-vous nous décrire le fonctionnement du système installé sur le périmètre ?

.....
.....

Existe-il une personne chargée de faire fonctionner ce système ? OUI NON

Est-ce la même personne qui répare le système en cas de fuite ou d'autres problèmes

OUI NON

Si non comment faites-vous si le système tombe en panne ?

.....

Existe-il une association autour du périmètre ? OUI NON

Si oui sa gestion est-elle Bonne ? Mauvaise ? Sans avis ?

Si non quelles sont les raisons ?

Quel est le rôle de cette association de gestion ?

Distribution des parcelles Distribution des intrants Réparation du système

Collecte des redevances Appui technique des exploitants Autres précisez :

.....

Existe-il des fonds publics d'aide ou des organismes de micro crédit dont les paysans ont accès ? OUI NON

Si non comment les paysans ou groupements trouvent-ils les fonds nécessaires pour la mise en valeur du périmètre ?

.....

A combien estimez-vous le coût de mise en valeur de votre parcelle ?

.....

Tous les paysans ou groupements arrivent-ils à mobiliser ces fonds ? OUI NON
SANS AVIS

Le périmètre à aménager par 2iE sera exploité par :

Des paysans Des groupements de paysans Les deux

Si ce sont des paysans qui doivent exploiter ce périmètre, quelle superficie comptez-vous allouer par paysan ?

Inf. 1/4 ha 1/4 ha 1/2 ha 1 ha

Si autres précisez

S'il s'agit de groupements de paysans, quelle superficie comptez-vous allouer par groupement :

Inf. 1/4 ha 1/4 ha 1/2 ha 1 ha

Si autres précisez

Si ce sont les deux qui vont exploiter le périmètre comment comptez-vous faire le partage ?

.....
.....

Lesquelles de ces spéculations sont emblavées le plus dans le village ?

Arachide Tomate Oignon Chou Pomme de terre

Haricot vert Carotte Mil Sorgho Riz Maïs

Quels sont les outils que vous utilisez pour la mise en valeur des parcelles ?

Houe Daba Charrue Tracteur

Autres (préciser)

Numérotez par ordre chronologique les activités que vous faites pour la production de chaque spéculation.

Spéculations	Techniques culturales								
	défrichage et labour	Pépinière repiquage	semis direct	désherbage	binage	paillage	arrosage	engrais	herbicide
Arachide									
Tomates									
oignon									
Pomme de terre									
Haricot vert									
Mil									
sorgho									

Avez-vous eu une formation sur la technique de production de ces cultures ?

OUI NON

Qui vous a fait cette formation ? Et quand avez-vous suivi cette ?

.....
.....

Arrivez-vous à écouler tout l'excédent de la production ? OUI NON

Si non pourquoi ?

Sur quel marché arrivez-vous à écouler cet excédent ?

Sur le champ à Séboun Réo Koudougou Ailleurs, précisez:

.....
Parmi les cultures citées ci-dessus la(es)quelle(s) vous procurent le plus de revenus ?.....

Parmi les spéculations citées ci-dessus la(es)quelle(s) souhaitez-vous développer le plus sur le périmètre à aménager ?.....

.....
Et combien de campagne comptez- vous faire par an ?

.....
A quel mois commence chaque campagne ?

.....
Quelles sont les sources d'eau dont dispose le village ?

FORAGE MARIGOT PUIITS TRADITIONNELS

RETENU D'EAU

Arrive-t-il que cette ou ces sources tarissent pendant l'année ?

OUI NON

Si oui la(es)quelle(s) ?

L'utilisation de l'eau du barrage est strictement réservée à la société PERKOA ?

OUI NON

Si non le village est-il autorisé à utiliser celle-ci pour les besoins agropastoraux ?

OUI NON

Si oui la société fixe-t-elle des limites de prélèvements ? OUI NON

Si oui quel est le volume limite fixé par la société ?

ANNEXE 3 : Analyse des enquêtes socio-économiques

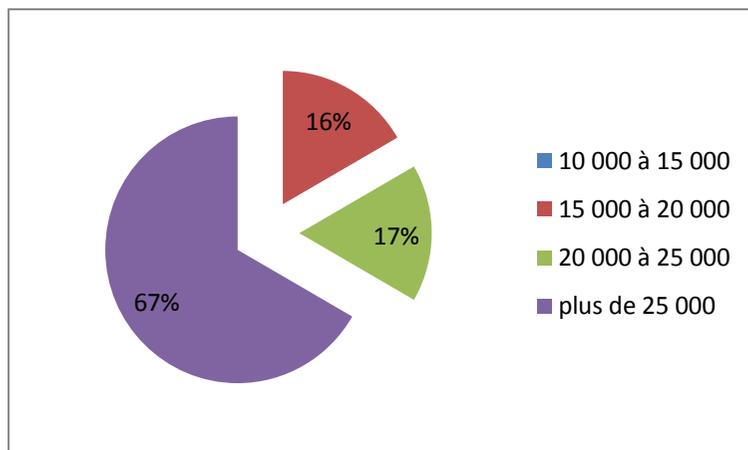


Figure 12 : coût de mise en valeur de leur périmètre

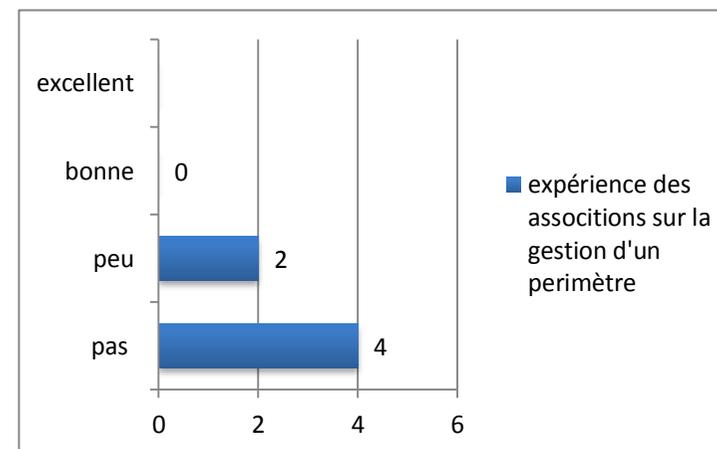


Figure 11 : expérience des associations sur la gestion d'un périmètre

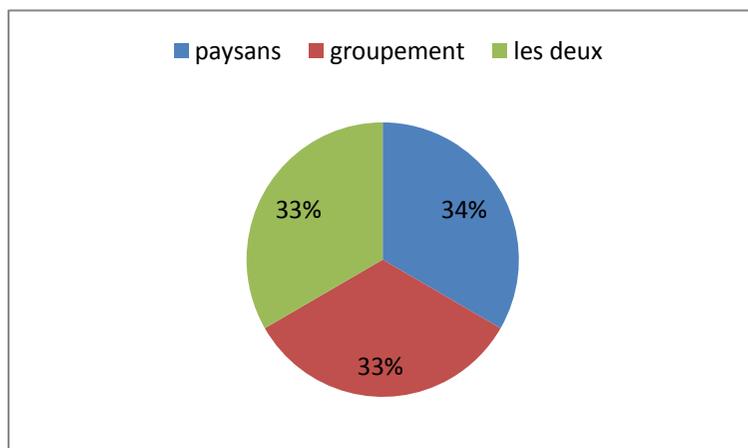


Figure 13 : distribution des parcelles

ANNEXE 4 : Calcul des humidités caractéristiques

Tableau 41 : calcul des humidités caractéristiques

Echantillon SEBOUN porté à 15 bars							Echantillon SEBOUN porté à 1 bar						Différence	
N°	Mh	Ms	Masse eau	Teneur en eau massique	Teneur en eau volumétrique	moyenne	Mh	Ms	Masse eau	Teneur en eau massique	Teneur en eau volumétrique	moyenne		
E1.1	15	14.7	0.69	0.0471	0.0712	6.58%	21	19	1.7	0.08762887	0.132407216	13.83%	7.25%	
E1.2	15	14.5	0.58	0.0400	0.0604		21	19	1.84	0.09538621	0.144128564			
E2.1	16	15	1.14	0.0759	0.1147	11.45%	23	20	2.98	0.14825871	0.224018905	22.35%	10.90%	
E2.2	14	13.1	0.99	0.0757	0.1144		16	14	2.06	0.14756447	0.222969914			
E3.1	16	15.4	0.68	0.0440	0.0665	6.10%	22	20	1.81	0.09164557	0.138476456	14.12%	8.02%	
E3.2	17	16.4	0.6	0.0367	0.0554		23	21	1.98	0.09519231	0.143835577			
E4.1	21	19.8	0.76	0.0385	0.0581	5.79%	20	18	1.33	0.07255865	0.109636116	11.08%	5.29%	
E4.2	17	16	0.61	0.0382	0.0577		18	17	1.24	0.07416268	0.112059809			
E5.1	21	20.8	0.47	0.0226	0.0341	3.53%	19	18	1.1	0.06225241	0.094063384	9.16%	5.63%	
E5.2	17	16.6	0.4	0.0241	0.0365		19	18	1.06	0.0589872	0.089129661			
E6.1	19	17.9	0.75	0.0418	0.0632	5.31%	17	14	3.03	0.21338028	0.322417606	18.81%	13.50%	
E6.2	21	20	0.57	0.0285	0.0430		15	15	0.53	0.03559436	0.053783076			
E7.1	20	19	1.14	0.0601	0.0908	8.45%	16	15	1.46	0.1	0.1511	14.73%	6.28%	
E7.2	19	18.3	0.95	0.0518	0.0783		20	18	1.71	0.095	0.143545			
MOYENNE						6.74%							14.87%	8.12%

ANNEXE 5 : plan d'aménagement de la plateforme, plan de certaines ouvrages et profil en long des canaux

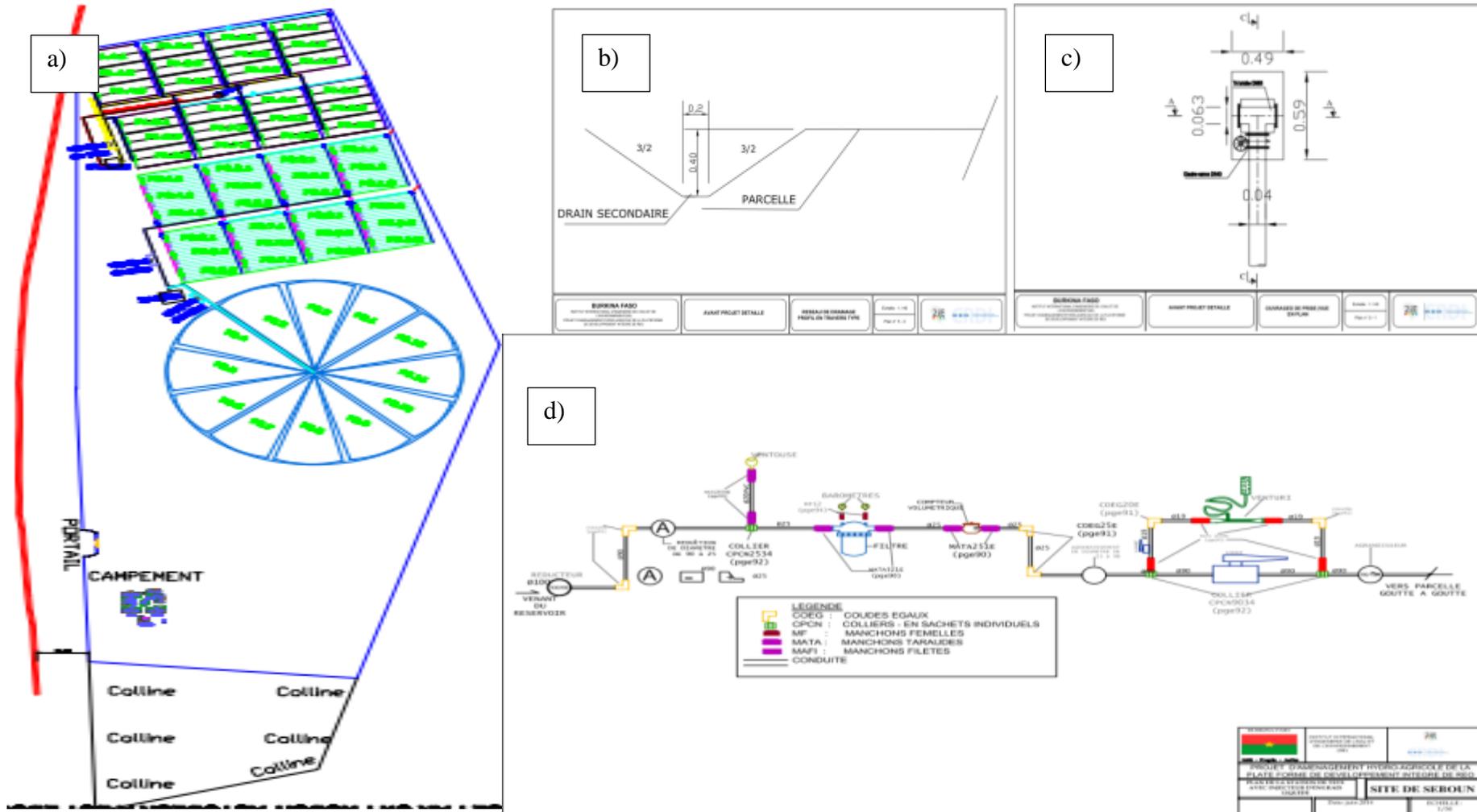


Figure 14 : a) : plan d'aménagement du site b) drains secondaire c) prise en charge (vue en plan) d)station de tête

ANNEXE 6 : Volume du bassin de stockage

Tableau 42 : capacité du bassin

débit de pompage	débit d'irrigation	temps de pompage	temps d'arrosage	volume entrant	volume sortant	capacité du réservoir
40	16.645	1	1	40	16.645	23.355
40	16.645	2	2	80	33.29	46.71
40	16.645	3	3	120	49.935	70.065
40	16.645	4	4	160	66.58	93.42
40	16.645	5	5	200	83.225	116.775
40	16.645	6	6	240	99.87	140.13
40	25	1	1	180.13	25	155.13
40	25	2	2	220.13	50	170.13
40	25	3	3	260.13	75	185.13
40	25	4	4	300.13	100	200.13
40	25	5	5	340.13	125	215.13
40	25	6	6	380.13	150	230.13
40	25	7	7	420.13	175	245.13
40	25	8	8	460.13	200	260.13
	25	9	1	260.13	25	235.13
	25	10	2	260.13	50	210.13
	25	11	3	260.13	75	185.13
	25	12	4	260.13	100	160.13
	25	13	5	260.13	125	135.13
	25	14	6	260.13	150	110.13
	25	15	7	260.13	175	85.13
	25	16	8	260.13	200	60.13
	25	17	9	260.13	225	35.13
	25	18	10	260.13	250	10.13

ANNEXE 7 : Le Planning

Contribution aux aménagements hydro-agricole de la plateforme de développement intégré de Réo

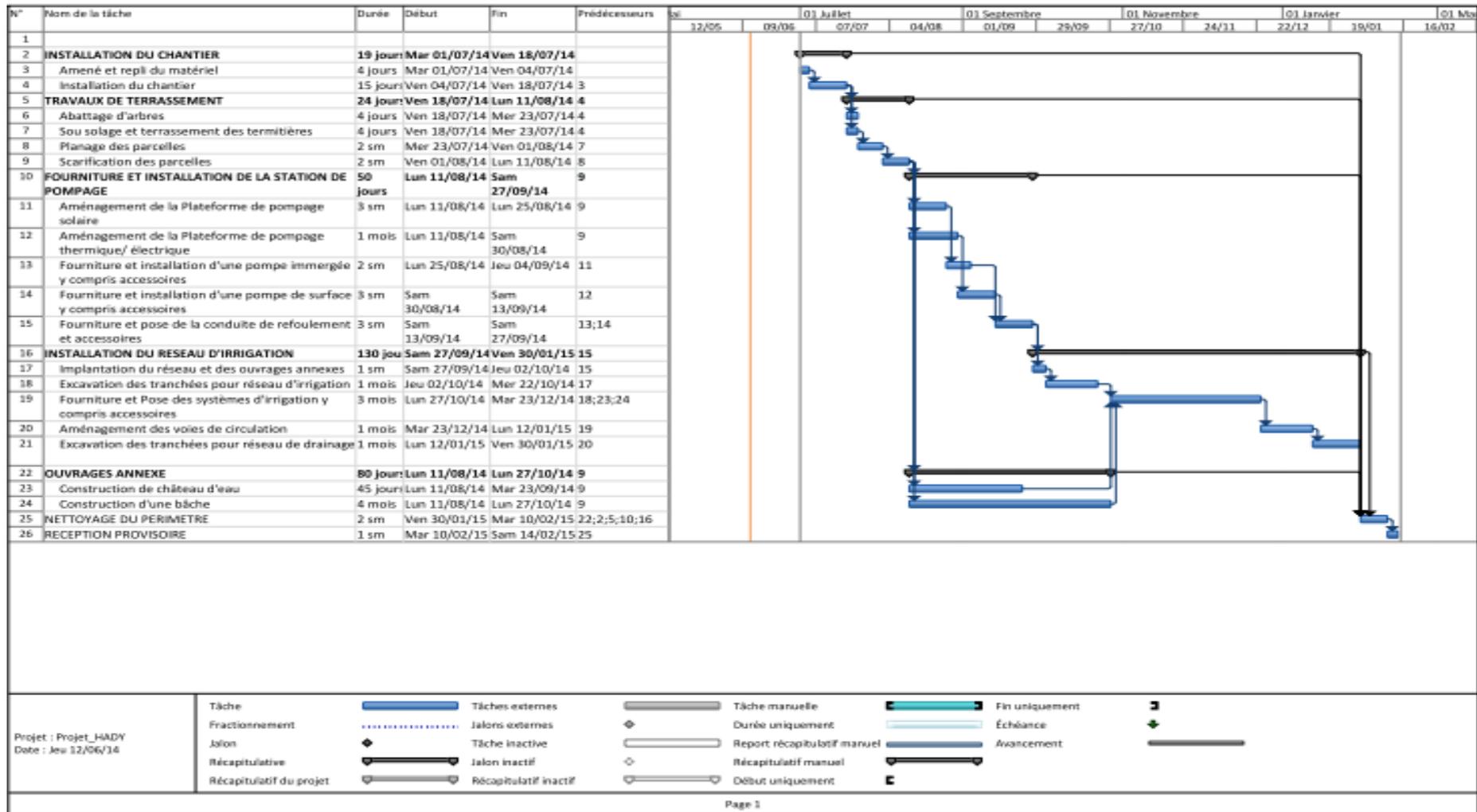


Figure 16 : Planning d'exécution des travaux

ANNEXE 8 : photo de terrain et de laboratoire

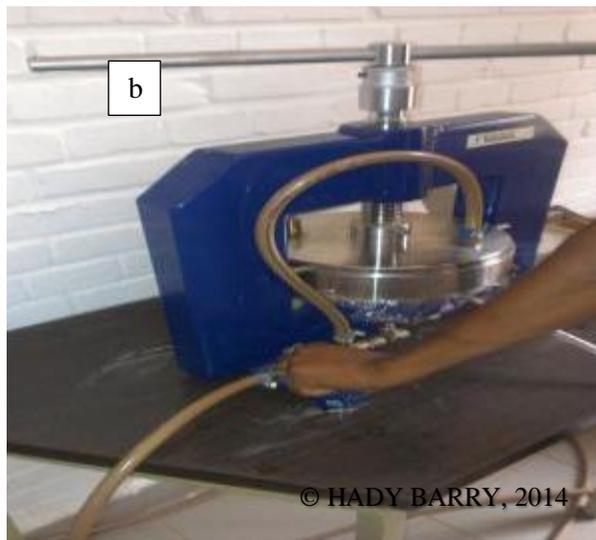


Figure 17 a) b) pressurisation des échantillons c) essai de Muntz d) focus groupe e) mesurent in-situ de l'eau f) prélèvement de sol

