



**DEVELOPPEMENT DE LA PETITE IRRIGATION AU
BURKINA FASO : CAS D'UN AMENAGEMENT DE TYPE
SEMI-CALIFORNIEN DE 25,5 ha À L'AMONT DU
BARRAGE DE BONAM (NAMENTENGA)**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : INFRASTRUCTURES ET RESEAUX HYDRAULIQUES

Présenté et soutenu publiquement le 20 Janvier 2017 par

Oumar Cyr Kevin COULIBALY

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Amadou KEÏTA
Membres et correcteurs : Dr. Dial NIANG
M. Bassirou BOUBE
M. Roland YONABA

Sous la direction de :

M. Seydou MIHIN
*Responsable du service de développement
des infrastructures du PAFASP*

M. Roland YONABA
*Assistant d'Enseignement et de Recherche,
Département Génie Civil et Hydraulique
(GCH), 2iE*

REMERCIEMENTS/ DEDICACES

Je dédie ce travail :

- à ma mère et mon père pour leur éducation, leur accompagnement ainsi que leur soutien indéfectible.
- à toute ma famille en reconnaissance de leur soutien et leur accompagnement par leurs conseils et surtout leurs prières.

Je tiens à remercier mes amis et tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin, durant mon cursus scolaire et les cinq années de formation au sein de 2iE.

Je remercie particulièrement :

- Monsieur le coordonnateur national du PAFASP pour m'avoir permis d'effectuer un stage dans sa structure ;
- l'ensemble du personnel du PAFASP pour l'accueil et la disponibilité en particulier Monsieur MIHIN Seydou qui n'a ménagé aucun effort pour suivre l'évolution de mon travail ;
- Monsieur YONABA, mon encadreur interne pour son encadrement de qualité et ses précieux conseils ;
- L'ensemble du personnel du 2iE notamment tout le corps professoral pour avoir partagé avec moi un savoir et un savoir-faire qui contribuent indubitablement à la consolidation de ma personnalité et de mon devoir d'être.

Merci à tous de m'avoir aidé à y arriver!!

RESUME

La présente étude s'inscrit dans la démarche d'appui à la petite irrigation et au secteur agricole impulsée par le PAFASP. Elle a pour objectif de proposer la conception d'un aménagement de type semi-californien aux abords du barrage de Bonam dans la province du Namentenga, au Burkina Faso. La retenue d'eau à vocation agricole est déjà exploitée par un périmètre rizicole de type gravitaire à l'aval. Elle occupe un volume de 4 749 670 m³ à la cote 306,75 m (cote PEN). Le périmètre consomme 54 000 m³/mois via une prise 303,75 m et un débit de 60 l/s. L'aptitude de la retenue à faire face aux exigences de contresaison pour un nouvel aménagement de 25,5 ha sur les rives a été mise en évidence à travers une courbe d'exploitation. Une enquête de terrain, suivie d'un ciblage par critères a permis d'identifier quinze exploitants totalisant une superficie de 25,5 ha, ainsi que des spéculations maraichères, à savoir l'oignon, le chou, la tomate et le piment, cultivées entre Novembre et Avril. L'oignon a été retenu pour le dimensionnement avec un besoin maximal de pointe de 6,74 mm/j pour un débit d'équipement de 2,97 l/s/ha. Pour chaque unité, l'eau est prise à la retenue sous un débit allant de 10 à 30 l/s, et acheminée vers un bassin de pompage par une conduite d'amenée PN4 avec diamètre nominal variant entre 200 et 225 mm. Par la suite, des pompes acheminent l'eau sous une HMT allant de 10 à 17 m aux unités, garantissant une pression de service de 0,5 m pour une main d'eau de 10 l/s. Le coût global de l'aménagement est de 110 574 800 FCFA (hors taxes), soit 4 336 267 FCFA/ha (hors taxes). La durée de retour sur investissement, établie sur une hypothèse d'un rendement de 15 t/ha et un coût de vente de 225 FCFA/kg pour l'oignon est estimée à 3 ans.

Mots clés :

-
- 1- Bonam**
 - 2- Semi-californien**
 - 3- Maraichage**
 - 4- PAFASP**
 - 5- Petite irrigation**
-

ABSTRACT

The actual study aims to improve small irrigation holdings and agricultural sector through the development of a small scale unit plots. We propose a semi californian system around Bonam's dam located in the Namentenga province in Burkina Faso. Bonam's dam water retention has a volume of 4 749 670 m³ at the altitude 306,75 m. It has an agricultural vocation and is already exploited by an agricultural development of 15 ha downstream he dyke, consuming 54 000m³/month taken through by a water intake settled at an altitude of 303,75 m providing a nominal discharge of 60 l/s. The aptitude of the water retention to face up to dry season requirements for a new agricultural development of 25,5 ha on the shores was assessed through the operating a curve of Bonam's dam . A field investigation followed by a filtering by criteria permitted to identify six final operators for a total of 25,5 ha of field and vegetables cultures speculations like onion, cabbage, tomato and pimento, cultivated between November and April. Onion was chosen for the conception with a maximal irrigation requirement of 6,74 mm/day and 2,97 l/s/ha as the specific discharge. For each unit, the water is taken from the dam by pipes NP4 and diameters ranging from 200 to 225mm to a pumping pool. Thereafter, pumps bring water under a manometric head between 10 and 17 m to the distribution network guaranteeing a service pressure of 0,5 m and a hand of water of 10 l/s. The global cost of this development is 110 574 800 FCFA, hence 4 336 267 FCFA/ha. The duration of return on investisment was established considering a yield of 15 t/ha and a selling price of 225 FCFA/kg for onion culture is estimated to 3 years.

Keywords :

-
- 1- Bonam**
 - 2- Horticulture**
 - 3- Semi-californian**
 - 4- Small irrigation**
 - 5- PAFASP**

LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS

| | |
|---------|--|
| 2iE | : Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement |
| CILSS | : Comité Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel |
| CNDIeau | : Centre National de Documentation et d'Information sur l'eau |
| DGRE | : Direction Générale des Ressources en Eau |
| FAO | : Food and Agricultural Organisation |
| FCFA | : Franc des Colonies Françaises d'Afrique |
| HMT | : Hauteur Manométrique Totale |
| MAAH | : Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques |
| PAFASP | : Programme d'Appui aux Filières Agro Sylvo pastorales |
| PAPANAM | : Projet Actions de Productions et d'Accompagnement dans le Namentenga |
| PEN | : Plan d'Eau Normal |
| PHE | : Plus Hautes Eaux |
| PIP | : Petite Irrigation Privée |
| PVC | : Polychlorure de Vinyle |
| SONABEL | : Société Nationale Burkinabé d'Electricité |
| UAT | : Unité d'Appui Technique |

LISTE DES SYMBOLES

| | | |
|-------------|-------------------|--|
| BMP | mm/j | Besoin maximal de pointe |
| Db | mm | Dose brute |
| DN | mm | Diamètre nominal |
| Dr | mm | Dose réelle |
| Dth | mm | Diamètre théorique |
| E | m | Epaisseur du seuil |
| ETM | mm/j | Evapotranspiration maximale |
| Eto | mm/j | Evapotranspiration de base |
| F | j | Fréquence d'arrosage |
| H geo | m | Hauteur géométrique |
| Hc | m | Hauteur critique |
| HMT | m | Hauteur manométrique totale |
| Hr | m | Hauteur sous radier |
| Ht | m | Hauteur totale du bassin tampon |
| I | m/m | Pente du terrain naturel |
| P apparente | Kva | Puissance apparente du groupe |
| P service | m | Pression de service |
| Pe | mm/j | Pluie efficace journalière |
| Q | m ³ /h | Débit |
| Qe | l/s/ha | débit d'équipement |
| R | m | Revanche |
| RFU | mm | Réserve facilement utilisable |
| RU | mm/m | Réserve utile |
| S | ha | Surface maximale d'un quartier hydraulique |
| S | m | Hauteur du seuil |
| T | j | Tour d'eau |
| Tw max | h | Temps de travail maximal du système |
| Z aval | m | Altitude à l'aval du tronçon |
| Zref | m | Altitude de refoulement |
| H | m/m | Pertes de charge unitaire |
| ha | m | Pertes de charge à l'aspiration |

SOMMAIRE

| | |
|--|-------------|
| RESUME..... | II |
| ABSTRACT | III |
| LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS..... | IV |
| LISTE DES SYMBOLES | V |
| LISTE DES TABLEAUX | VII |
| LISTE DES FIGURES..... | VIII |
| LISTE DES PHOTOS..... | VIII |
| I. INTRODUCTION | 1 |
| I.1. CONTEXTE, PROBLEMATIQUE ET JUSTIFICATION DE L'ETUDE | 1 |
| I.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE..... | 2 |
| II. PRESENTATION DU CADRE DE L'ETUDE..... | 3 |
| II.1. PRESENTATION DU CADRE PHYSIQUE | 3 |
| II.2. PRESENTATION DU CADRE HUMAIN..... | 8 |
| II.3. CONTEXTE ACTUEL DE L'AMENAGEMENT | 8 |
| II.4. TERMES DE REFERENCE DE L'ETUDE | 11 |
| III. METHODOLOGIE ADOPTEE POUR LA CONDUITE DE L'ETUDE..... | 12 |
| III.1. REVUE DOCUMENTAIRE | 12 |
| III.2. SELECTION DES PRODUCTEURS ELIGIBLES A L'APPUI DU PAFASP | 13 |
| III.3. VISITE ET RECONNAISSANCE DE TERRAIN | 13 |
| III.4. INVESTIGATIONS DE TERRAIN | 13 |
| III.5. ETUDE DE CONCEPTION | 14 |
| IV. RESULTATS..... | 23 |
| IV.1. RESULTATS DE L'ENQUETE AUPRES DES EXPLOITANTS..... | 23 |
| IV.2. CONCEPTION DE L'AMENAGEMENT | 24 |
| IV.3. ETUDE DE RENTABILITE DE LA PROPOSITION | 38 |
| V. DISCUSSION..... | 40 |
| VI. CONCLUSION | 44 |
| VII. RECOMMANDATIONS..... | 45 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 47 |
| ANNEXES..... | 48 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| TABLEAU 1: FICHE SYNOPTIQUE DU BARRAGE DE BONAM | 9 |
| TABLEAU 2: COEFFICIENT DE CONVERSION D'EVAPOTRANSPIRATION EN EVAPORATION (FAO, 1996)..... | 15 |
| TABLEAU 3: EQUIVALENCE EN UBT SELON LES ESPECES..... | 16 |
| TABLEAU 4: FORMULES DE DIMENSIONNEMENT DES BASSINS TAMPONS | 20 |
| TABLEAU 5: BMP MAXIMAL EN FONCTION DES CULTURES | 24 |
| TABLEAU 6 : TABLEAU DES PERTES ET CONSOMMATIONS DE LA RETENUE DU BARRAGE DE BONAM..... | 26 |
| TABLEAU 7: APPORTS MENSUELS DU BASSIN VERSANT A LA CUVETTE DE BONAM..... | 26 |
| TABLEAU 8: RESULTAT DES ANALYSES DE L'ECHANTILLON D'EAU DU BARRAGE DE BONAM..... | 29 |
| TABLEAU 9 : PROPORTIONS EN SABLE, ARGILE ET LIMONS DES ECHANTILLONS DE SOL..... | 31 |
| TABLEAU 10: DESIGN PRELIMINAIRE POUR LA CULTURE D'OIGNON SUR LA RIVE DROITE | 33 |
| TABLEAU 11 : DESIGN PRELIMINAIRE POUR LA CULTURE D'OIGNON SUR LA RIVE DROITE..... | 33 |
| TABLEAU 12: TEMPS D'ARROSAGE PAR UNITE DE SURFACE | 34 |
| TABLEAU 13: CARACTERISTIQUES DES CONDUITES D'AMENEE | 34 |
| TABLEAU 14: PROFONDEURS DES BASSINS DE POMPAGE | 35 |
| TABLEAU 15: CARACTERISTIQUES DES POMPES..... | 35 |
| TABLEAU 16: CARACTERISTIQUES DES GROUPES | 36 |
| TABLEAU 17: CARACTERISTIQUES DES CONDUITES DE REFOULEMENT | 36 |
| TABLEAU 18: CARACTERISTIQUES DES BASSINS TAMPONS | 37 |
| TABLEAU 19: CARACTERISTIQUES DU RESEAU DE DISTRIBUTION | 37 |
| TABLEAU 20: EVOLUTION DES TEMPS D'IRRIGATION | 38 |
| TABLEAU 21: PRIX TOTAL ET PRIX A L'HECTARE..... | 38 |
| TABLEAU 22: COMPTE D'EXPLOITATION A L'HECTARE | 39 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|------------------------------------|
| FIGURE 1: CARTE DE LA LOCALISATION DE BONAM (NAMENTENGA, BURKINA FASO) | 4 |
| FIGURE 2: PLUVIOMETRIE ET ETO A LA STATION DE FADA N'GOURMA (CLIMWAT ,2012) | 5 |
| FIGURE 3: CARTE DES SOLS DE LA COMMUNE DE BONAM (NAMENTENGA, BURKINA FASO)..... | 6 |
| FIGURE 4: COURBE HAUTEUR VOLUME DU BARRAGE DE BONAM | 25 |
| FIGURE 5: COURBE HAUTEUR SURFACE DU BARRAGE DE BONAM ERREUR ! SIGNET NON DEFINI. | |
| FIGURE 6: FLUCTUATION DE LA HAUTEUR D'EAU DANS LE BARRAGE | ERREUR ! SIGNET NON DEFINI. |
| FIGURE 7: COURBE GRANULOMETRIQUE DE L'ECHANTILLON DE SOL PRELEVE SUR LA RIVE DROITE | 30 |
| FIGURE 8: COURBE GRANULOMETRIQUE DE L'ECHANTILLON DE SOL PRELEVE SUR LA RIVE GAUCHE..... | 30 |
| FIGURE 9: CLASSIFICATION DES SOLS | 31 |
| FIGURE 10: ESSAIS DE PORCHET SUR LA RIVE DROITE | 32 |
| FIGURE 11: ESSAIS DE PORCHET SUR LA RIVE GAUCHE | 32 |

LISTE DES PHOTOS

| | |
|---|----|
| PHOTO 1: VUE SATELLITAIRE DU BARRAGE DE BONAM ET DE SON AMENAGEMENT GRAVITAIRE A L'AVAL | 8 |
| PHOTO 2: INSTALLATIONS PIRATES AUX ABORDS DU BARRAGE DE BONAM (NAMENTENGA, BF) | 10 |
| PHOTO 3: POINTS DE COLLECTE D'ECHANTILLONS D'EAU ET DE SOL | 14 |

I. Introduction

I.1. Contexte, problématique et justification de l'étude

Le Burkina Faso est un pays de l'Afrique de l'Ouest à économie essentiellement agropastorale. En effet ce domaine employait environ 71,2% de la population active en 2015 (Banque Mondiale, 2015). Ce pays est situé dans² sa majeure partie dans la zone climatique sahélienne caractérisée par plusieurs aléas climatiques, en particulier la faiblesse des précipitations, sa grande variabilité spatiale et l'incertitude sur les occurrences de pluie. Ces problèmes font que les agriculteurs burkinabés pratiquant pour la majorité l'agriculture pluviale, aux moyens financiers limités, rencontrent alors de sérieux problèmes pour s'adonner à leurs activités, surtout en période de contresaison. En effet, 42% de la population rurale vit en dessous du seuil de pauvreté (Guiré, 2013). La dynamisation du secteur agricole par la modernisation des pratiques culturales est une solution à ce problème de pauvreté. Cette modernisation devra se faire par la mise en place de systèmes plus efficaces afin de permettre une meilleure maîtrise de l'eau, une gestion rationnelle des ressources en eau afin de développer le secteur agricole.

Le PAFASP (Programme d'Appui aux Filières Agro-Sylvo-Pastorales) est mis en œuvre depuis janvier 2007 par le gouvernement du Burkina Faso à travers le Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques (MAAH), avec le soutien technique et financier de la Banque mondiale. La phase initiale du programme, d'un coût global de 44 milliards de francs CFA, a été exécutée de 2007 à 2014. Cela a permis de financer 2575 microprojets pour une cible de 2500 microprojets. Au regard des résultats obtenus, la Banque Mondiale a fait suite à la requête du Gouvernement du Burkina Faso en lui octroyant un financement additionnel de 24,5 milliard de francs CFA sur la période allant du 1er juillet 2014 au 30 juin 2016 pour la poursuite de la mise en œuvre du Programme. Il a désormais pour objectif d'améliorer la compétitivité des filières agro-sylvo-pastorales sur les marchés nationaux, sous régionaux et internationaux en vue de contribuer à une croissance agricole partagée au Burkina Faso. Ce programme finance, entre autres des aménagements dans le cadre de la petite irrigation.

La petite irrigation est une pratique agricole consistant à mettre en place de petites unités parcellaires autour de ressources en eau modestes mais pouvant assurer les besoins des cultures pour au moins une campagne. Cette pratique est le plus souvent utilisée pour le

maraichage. Les ressources d'eau peuvent être souterraines (à partir de forages ou de puits), mais aussi des retenues à surface libre, comme les barrages, les boulis ou les petits cours d'eau. Pour assurer l'apport en eau, les exploitants utilisent divers moyens dont les plus rudimentaires sont les pompes à motricité humaine mais aussi de petites motopompes lorsque les terres exploitées sont proches de la retenue d'eau (MAAH, 2015) . La petite irrigation concerne les périmètres dont la superficie varie entre quelques ares à 20 ha. Elle peut être conduite de manière individuelle ou privée, mais aussi sous forme de coopératives.

Les moyens limités des agriculteurs et que le climat rude rendent difficiles le développement des activités agricoles du pays, notamment dans la commune de Bonam. Cette localité dispose d'un barrage de 5 000 000 de m³ à sa construction ainsi que d'un aménagement hydro-agricole en gravitaire à l'aval de la retenue de 15,75 ha où l'on pratique la riziculture en deux campagnes chaque année. Aux abords de celle-ci, de nombreuses exploitations agricoles se sont installées de façon anarchique et utilisent la ressource en eau du barrage sans souci de préservation de cette richesse. C'est à l'amont du barrage que l'on rencontre le plus grand nombre de parcelles exploitées. On y pratique le maraichage majoritairement la culture de l'oignon. Nous notons aussi quelques petites unités parcellaires où l'on cultive le piment et l'on pratique un peu d'élevage. C'est dans le souci de développer les activités agricoles par la petite irrigation autour du barrage de Bonam tout en exploitant l'eau de façon plus responsable qu'il a été initié par le PAFASP la conduite d'une étude de conception d'aménagements individualisés autour du barrage de Bonam.

I.2. Objectifs de l'étude

La présente étude a pour objectif de **contribuer à accroître l'économie agricole du village de Bonam par un aménagement de 25,5 ha en semi-californien autour du barrage de Bonam (Namentenga).**

Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- Vérifier que la ressource en eau du barrage de Bonam est suffisante pour alimenter l'aménagement tout au long de la campagne ;
- Conduire une étude de conception d'un aménagement de type semi-californien avec organisation des arrosages ;
- Conduire une étude de rentabilité de l'aménagement.

Les résultats attendus sont les suivants :

- La courbe d'exploitation de la retenue mettant en évidence l'adéquation des besoins en

eau avec la ressource est disponible ;

- L'étude de technique de conception de l'aménagement a été faite ;
- L'analyse de la rentabilité de l'aménagement a été menée.

II. Présentation du cadre de l'étude

II.1. Présentation du cadre physique

Accès du site

Le site de l'aménagement qui fait l'objet de notre étude se situe dans le village de Bonam, commune de Boulsa, province du Namentenga, Région du Centre Nord. La localité se trouve à environ 15 km au Nord de Boulsa qui est le chef-lieu de la province et situé à 190 km de Ouagadougou.

Le site de l'aménagement est à la périphérie côté Nord-Ouest du village, à 205 km de Ouagadougou. Pour s'y rendre, on emprunte la route nationale 4 (axe Ouagadougou-Koupéla), puis l'on prend sur 75 km la piste en terre de la route Nationale 15 (axe Sapaga – Pouytenga-Boulsa-Bonam). Elle est praticable en toute saison jusqu'à Boulsa mais en très mauvais état de Boulsa à Bonam.

Sur le plan géographique, la zone à aménager a pour coordonnées 12°47'31,39''Nord ; 0°37'23,64''Ouest, pour une altitude moyenne de 308,5 m.

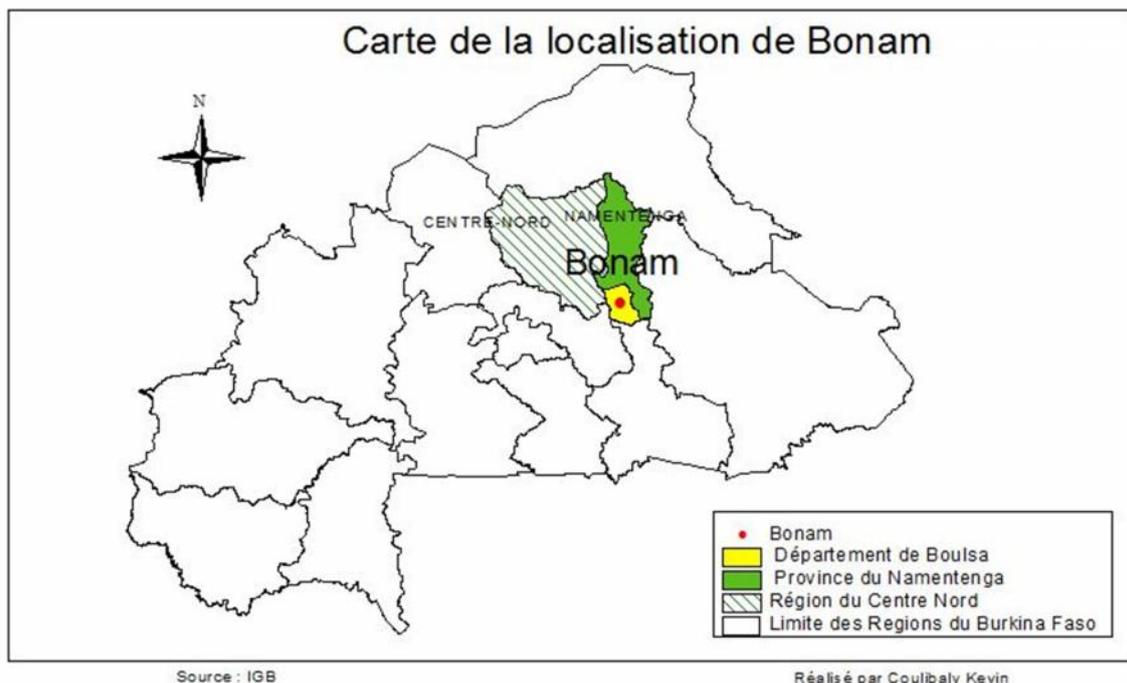


Figure 1: Carte de la localisation de Bonam (Namentenga, Burkina Faso)

Climat

Le village de Bonam est situé dans la partie Sud de la région du Centre-Nord et appartient à la zone sub-sahélienne, caractérisée par des précipitations annuelles variant entre 600 et 850 mm/an (MAAH, 2015) et deux saisons : une saison des pluies de Juin à Septembre, période de la mousson et une saison sèche entre Octobre et Mai où l'influence de l'harmattan et l'évapotranspiration est supérieure aux apports en eau. Les températures varient entre 17,7 °C et 40 °C. Les données météorologiques ont été extraites de la base de données (FAO, 2012) à partir de la station synoptique de Fada N'gourma

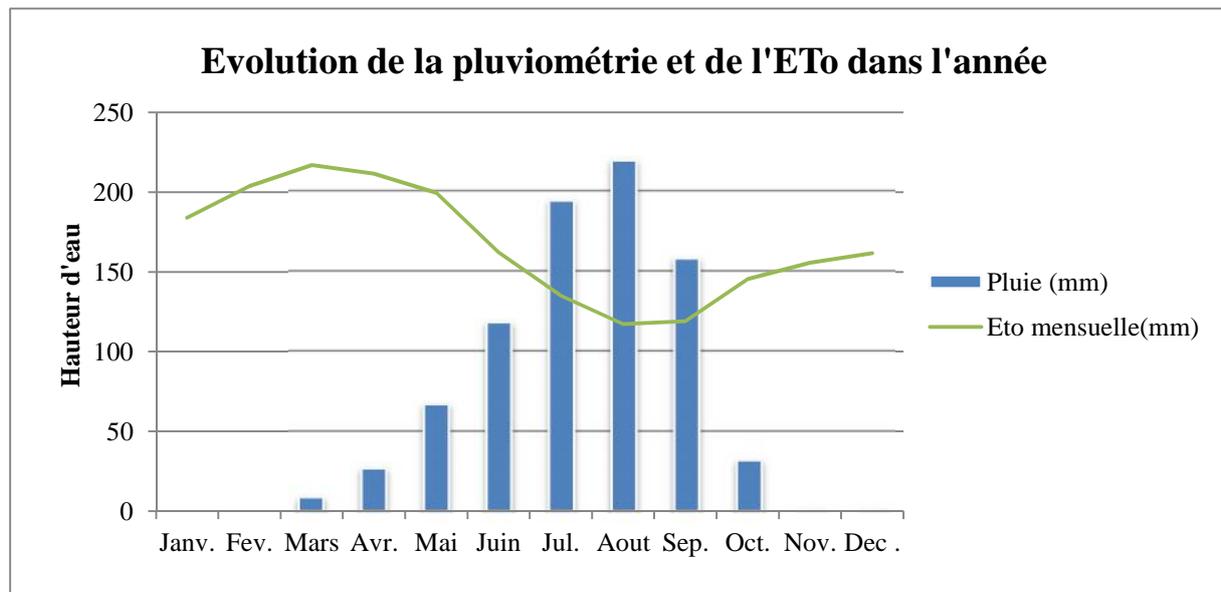


Figure 2: Pluviométrie et ETo à la station de Fada N'gourma (Climwat, 2012)

Ce graphique illustre bien la présence de la période excédentaire caractérisée par des pluies supérieures à l'évaporation de Juillet à Septembre et la période déficitaire se traduisant par une pluviométrie inférieure à l'évapotranspiration.

Sol et relief

Le relief du centre-nord, région dans laquelle se trouve le village de Bonam, est constitué d'une vaste pénéplaine monotone, peu accidentée, correspondant au bassin versant du Niger (Barsalogo, Boulsa, Tougouri). Cette pénéplaine est contrastée par endroits, par quelques vallées et des formations collinaires que sont : les vallées du Nakambé au Centre Sud, de la Sirba à l'Est et des collines birrimiennes à l'Ouest dans le Bam. L'altitude varie de 280 à 340 m (Bandré, 1996).

Les sols de la région sont à dominante ferrugino-tropicale avec deux variantes : des sols ferrugineux tropicaux peu profonds et lessivés sur les glacis et les plateaux et des sols ferrugineux tropicaux profonds, difficiles à travailler dans les bas-fonds.

Les formations pédologiques du bassin donnent lieu à trois zones agricoles essentielles (Karfo, Semde, 2008) :

- des zones de valeur agricole nulle ou très faible constituées par les lithosols sur cuirasse et sur roche et localisées dans le centre du sous-bassin ;

- des sols bruns eutrophes et vertisols à fertilité moyenne, susceptibles d'être améliorés dans la partie nord de la commune de Zeguedeguin et à l'est de la commune de Boala;
- la zone intermédiaire composée essentiellement de sols ferrugineux ; et de sols hydromorphes non inondés, de fertilité potentiellement faible, mais pouvant être accrue en fonction des propriétés physiques du sol.

D'une façon générale les sols du sous-bassin sont variés, généralement pauvres en éléments minéraux et organiques à cause d'une surexploitation générale (MAAH, 1996).

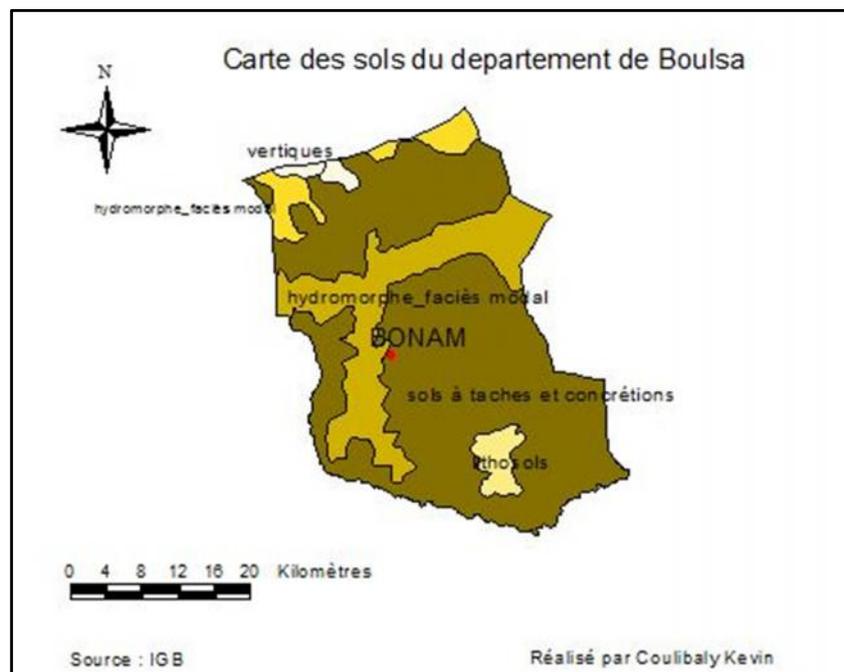


Figure 3: Carte des sols de la commune de Bonam (Namentenga, Burkina Faso)

Hydrographie

Le réseau hydrographique de la région du Centre Nord est dominé par deux bassins versants qui sont :

- le bassin du Nakambé qui draine les eaux de l'Ouest du Centre et du Sud ;
- le sous-bassin du Niger constitué de la Sirba à l'Est et de la Faga au Nord et qui collectent les principales eaux de la région.

Ces bassins collectent à eux deux les principales eaux de la région et les drainent vers les principaux cours d'eau du Centre Nord dont le Nakambé est le plus important et ne sèche qu'une partie de l'année (Karfo, Semde, 2008).

Végétation

La végétation de la région du Centre Nord est de type soudano-sahélienne. Elle est constituée par la savane arborée dans le Sud et la savane aux hautes herbes au Nord, tendant à remplacer les steppes d'épineux. La région du Centre Nord regorge d'une grande diversité biologique, et plus de soixante espèces fournissent des produits forestiers non ligneux (PFNL). On retient en particulier *Acacia Sénégal* (gomme arabique en peuplement naturel ou en plantation), *Vitellaria paradoxa*, (karité), *Tamarindus indica* (tamarinier), *Bombax costatum* (kapokier rouge), *Adansonia digitata* (baobab), *Acacia microstachya*, etc.

Faune

La zone qui fait l'objet de notre étude est pauvre en faune. Les activités anthropiques entraînant la dégradation du couvert végétal et le braconnage sont les principales causes de la disparition des espèces fauniques. La faune est essentiellement composée du petit gibier tels les phacochères (*Phacocherus éthiopicus*), les ourebis (*Ourebibia ourebis*), les civettes (*Viverra civetta*), les lièvres et des singes (*Erythrocebus patas*), les pigeons verts les sarcelles etc. Nous notons que les espèces considérées comme grands gibiers ont disparu (Karfo, Semde, 2008).

II.2. Présentation du cadre humain

La population du village de Bonam a été évaluée à 3 223 habitants en 2006, avec un taux d'accroissement naturel de 2.7% (INSD, 2006) ce qui nous donne une population en 2016 estimée environ à 4096 habitants. Les principales ethnies sont les Peuhls (9,33%), les Mossés (87,58%), les Gourmantchés (3,09%). Les religions qui y sont pratiquées sont le christianisme (20%), l'islam (70%), le christianisme protestant (3%), l'animisme (7%) (Karfo, Semde, 2008). Les populations de la localité s'adonnent principalement à l'agriculture à l'élevage et au commerce. L'élevage, concerne majoritairement les bovins et les petits ruminants. Il y a souvent quelques tensions entre agriculteurs et éleveurs du fait du manque de pistes bovines permettant le passage des troupeaux ce qui fait que les animaux se retrouvent souvent en train de traverser des champs qu'ils dévastent. Ces conflits sont réglés à l'amiable entre eux sans faire appel aux forces de l'ordre ou aux juridictions légales.

Ces pourcentages illustrent bien la domination démographique des mossés dont l'activité principale est l'agriculture (Coulibaly, 2012). Cela justifie que la population cible est très représentative pour notre étude.

II.3. Contexte actuel de l'aménagement

Caractéristiques du Barrage de BONAM



Photo 1: Vue satellitaire du barrage de Bonam et de son aménagement gravitaire à l'aval

Le barrage se situe à la sortie Nord-Ouest du village de BONAM à gauche de l'axe BOULSA BONAM PIBAORE. La mise en eau a eu lieu en 1998. Ce projet a été mené à bien grâce au

PAPANAM (Projet Actions de Productions et d'Accompagnement dans le Namentenga). Ce barrage est constitué d'une digue homogène en remblai compacté protégé par une couche en terre latéritique et d'un déversoir en remblai latéritique couvert de dalles en béton armé muni d'un bassin de dissipation. D'autres informations techniques obtenues à la DPA de Boulsa sont renseignées sur la fiche synoptique ci-dessous.

Tableau 1: Fiche synoptique du barrage de Bonam

| Paramètres caractéristiques | Valeur |
|---|--------------------------|
| Longueur de la digue | 1161 m |
| Largeur en crête | 3,5 m |
| Hauteur maximale | 6,48 m |
| Talus | 1V/2H |
| Longueur du déversoir | 50 m |
| Côte de calage du déversoir | 306,75 m |
| Diamètre de la prise d'eau aval | 300 mm |
| Débit de la prise d'eau aval | 60 l/s |
| Volume de la retenue au plan d'eau normal | 4 749 670 m ³ |
| Surface du plan d'eau normal | 288,4 ha |
| Superficie du bassin versant | 180 km ² |
| Périmètre du bassin versant | 60 km |

Présentation de l'aménagement à l'aval

Cet aménagement est de type gravitaire, il a une superficie de 15,75 ha divisée en 63 parcelles où on cultive le riz. Il a été mis en œuvre en même temps que le barrage en 1997. Sa construction a aussi été financée par le PAPANAM. Cet aménagement est limité au Nord par une diguette de protection, au Sud et à l'Est par un drain collecteur d'eaux pluviales, et à l'Ouest par la digue de protection.

Le canal primaire se fragilise avec le temps et menace de céder en deux endroits. Une portion longue d'environ 200 m a dû être tant bien que mal réfectionnée par la population. Nous notons aussi une contrepenne en fin du canal primaire, ce qui rend difficile l'alimentation en eau des dernières parcelles et entraîne des débordements d'eau entre le canal secondaire 2 et le canal secondaire 3. Les eaux du drain principal se jettent dans un chenal dont le niveau

d'eau pendant la saison des pluies est supérieur à celui de l'eau dans le drain. Cela empêche le drain de fonctionner normalement.

Installations pirates autour du barrage

Bien avant la construction du barrage les terres qui le bordaient appartenaient déjà à des propriétaires qui s'adonnaient à une agriculture de type pluvial. Suite à la construction de ce barrage, l'exploitation des terres autour du barrage s'est intensifiée, notamment en contre saison. Pendant cette période, les agriculteurs creusaient des tranchées pour amener l'eau près de leurs parcelles, puis utilisaient de simples arrosoirs. Avec le temps, les activités agricoles se sont développées au point que tous les abords de la retenue sont occupés même jusqu'à la bande de servitude. Ces agriculteurs ont aussi modernisé leur technique d'amenée d'eau grâce à des motopompes et des tuyaux enterrés. L'installation de ces infrastructures est sommaire. En effet, les tuyaux sont reliés les uns aux autres par du plastique simplement attaché ce qui affecte l'étanchéité du système et fait donc baisser l'efficacité du transport.



Tuyauterie d'une installation pirate



Motopompe placée dans la retenue

Photo 2: Installations pirates aux abords du barrage de Bonam (Namentenga, BF)

Les pompes sont en général installées dans la retenue. Lors de leur fonctionnement, des rejets d'huiles et autres hydrocarbures polluent la retenue d'eau.

II.4. Termes de référence de l'étude

Choix du système d'irrigation

Les aléas climatiques se traduisant par l'inégalité de la répartition pluviométrique dans le temps et dans l'espace combinées à la raréfaction des ressources en eau ont poussé les agriculteurs à exploiter les micro-retenues (Soulama, 2003). À cela, nous pouvons ajouter la difficulté interne à la gestion des grands aménagements. D'un point de vue gestion des calendriers d'arrosages car certains agriculteurs pratiquent l'irrigation excessive au niveau de grands aménagements, notamment dans le SOUROU, où certains aiguardiers sont même obligés de bloquer les vannes de l'aménagement à l'aide de cadenas pour forcer les mauvais exploitants à respecter ce calendrier cultural. En plus de cela, nous pouvons ajouter le manque d'entretien des infrastructures. En effet, une fois que la réalisation des aménagements est terminée, la maintenance des ouvrages est laissée au collectif d'exploitants sur le site (MDA, 2008). Cela n'est malheureusement presque jamais fait, ce qui entraîne la dégradation rapide des infrastructures. Ces différents éléments permettent de donner quelques causes de cette orientation vers la petite irrigation car dans cette situation, chaque exploitant est maître de ses propres infrastructures, ou dans d'autres cas, ce n'est qu'un groupement avec un nombre assez restreint de membres qui s'occupent de l'entretien et de l'exploitation de leur matériel.

Les terres de notre aménagement étant éloignées de notre ressource en eau et à l'amont de celle-ci, il faut un système adapté à cette situation. En plus de cela, nous devons noter que la ressource en eau dont nous disposons est en surface assez chargée, ce qui nécessitera un traitement si l'on veut utiliser l'aspersion ou le goutte-à-goutte. Nous tenons aussi à mettre en place un système d'irrigation solide, simple à mettre en œuvre, de maintenance facile, avec des équipements disponibles sur le marché local ou régional et nécessitant de faibles pressions pour minimiser les coûts d'énergie. Compte tenu de ces différentes conditions sur le terrain, il a été retenu un aménagement de type semi-californien.

Sélection des promoteurs pouvant bénéficier de l'appui du PAFASP

La logique du PAFASP est d'octroyer un appui financier et technique pour l'aménagement de terres agricoles sous certains critères qui sont au nombre de trois :

- Le respect de la bande de servitude : celle-ci est fixée aux limites du plan des Plus Hautes Eaux (PHE) plus 100 m. Aucune parcelle dans cette zone ne sera aménagée dans le

souci de préserver la retenue du phénomène de l'ensablement qui est accru lorsqu'on s'adonne aux activités agricoles dans cette zone sensible de la retenue ;

- L'absence de problèmes fonciers : l'éligibilité au projet nécessite qu'il n'y ait aucune équivoque en ce qui concerne l'appartenance des terres, ni aucun conflit autour de ces terres à aménager.
- Le respect des superficies à exploiter, qui sont comprises entre 2 et 6 ha pour les aménagements individuels et de 10 ha minimum pour les aménagements collectifs.

III. Méthodologie adoptée pour la conduite de l'étude

III.1. Revue documentaire

La revue documentaire a été faite au PAFASP et au CNDIeau (Centre National de Documentation et d'Information sur l'eau) afin de collecter des informations sur notre zone d'étude, notamment les ressources en eau qui s'y trouvent, ainsi que les cultures que l'on peut pratiquer. Nous avons consulté différents documents tels que :

- l'avant-projet détaillé produit suite à l'étude du barrage et de l'aménagement dans le village de Bonam (Avril 1996) ;
- le Projet de barrage de Bonam : étude de barrage fait par ERI Burkina (Société d'Etudes et de Réalisations Industrielles du Burkina Faso) à la demande de SOS SAHEL en 1980
- le Rapport du diagnostic participatif de la gestion des ressources en eau du sous bassin de la Faga (MAAH, 2008)
- le Manuel technique d'aménagement des terres suivant le mode d'irrigation par réseau semi-californien au Burkina Faso.

L'examen de ces différents documents a permis de recenser un certain nombre de données des cadres physique, climatique et socio-économique de la zone d'étude, ainsi que les caractéristiques des infrastructures préexistantes, à savoir le barrage et l'aménagement gravitaire à l'aval. Une collecte d'informations sur les cultures qui seront pratiquées est faite, à savoir la durée du cycle fut faite, les coefficients cultureux aux différentes phases de développement, la durée de ces phases ainsi que les tours d'eau recommandés.

III.2. Sélection des producteurs éligibles à l'appui du PAFASP

Pour porter à la connaissance des exploitants les différentes activités du PAFASP, des animateurs locaux ont organisé des réunions afin de présenter le PAFASP ainsi que son activité. Suite à cela, 24 producteurs qui étaient intéressés par l'aménagement et qui en avaient les moyens se sont inscrits sur une liste. Suite à l'élaboration de cette liste, une mission du programme se déplaça afin de contrôler les sites et s'assurer que ceux-ci répondaient aux normes d'éligibilité. À la fin de ce contrôle, six (06) exploitants ont été jugés aptes à bénéficier de l'aide du Programme soit un total de 25,5 ha à aménager.

III.3. Visite et reconnaissance de terrain

La sortie sur le terrain a eu lieu du 11 au 15 Juillet 2016. Elle a commencé par une visite à la direction provinciale de l'agriculture à Boulsa où l'on s'est entretenu avec le Directeur provincial de l'agriculture et le chef UAT (Unité d'Appui Technique) avant de faire une reconnaissance du barrage et de l'aménagement à l'aval. Après cette reconnaissance, nous nous sommes rendus à la DPRAH de Boulsa (Direction Provinciale des Ressources Animales et Halieutiques) afin d'avoir une idée sur le cheptel qui s'abreuve quotidiennement au niveau de la retenue. Puis, les exploitants sélectionnés furent réunis avec eux, nous nous sommes rendus sur chaque champ pour une reconnaissance suivie de vérification du respect des conditions imposées par le PAFASP.

III.4. Investigations de terrain

Cette investigation a d'abord commencé par une petite enquête à l'aide d'un questionnaire (cf. annexe1) qui visait à obtenir de plus amples informations sur les pratiques culturelles des agriculteurs de la zone, notamment les difficultés que ceux-ci rencontrent en exerçant leur activité. Cette enquête s'est faite sur une quinzaine d'exploitants dont les six qui avaient été retenus pour être techniquement et financièrement accompagnés par le PAFASP. Nous avons tenu à cibler plus de personnes, afin d'avoir une meilleure vue sur la situation agricole de la localité.

Des prélèvements de sols ont été effectués sur chaque rive de la retenue, au niveau des parcelles à aménager, sur une profondeur de 40 cm, afin de les classer, ce qui nous a permis une estimation de besoins en eau de nos cultures. Cela s'est fait par granulométrie et par sédimentométrie au niveau du laboratoire de génie civil du 2iE et nous a permis d'avoir les

courbes granulométriques de nos sols. En ces points de prélèvements, des essais d'infiltration ont été effectués sur le terrain dans le but de connaître le débit minimal acceptable sur nos parcelles.

Des échantillons d'eau ont aussi été prélevés au niveau du déversoir. Vu que les prélèvements d'eau se sont faits en plein milieu de saison des pluies, l'accès aux abords de la retenue était rendu difficile. Ces échantillons ont été analysés au niveau du laboratoire de chimie des eaux afin de vérifier que cette eau est apte à être utilisée pour l'irrigation.

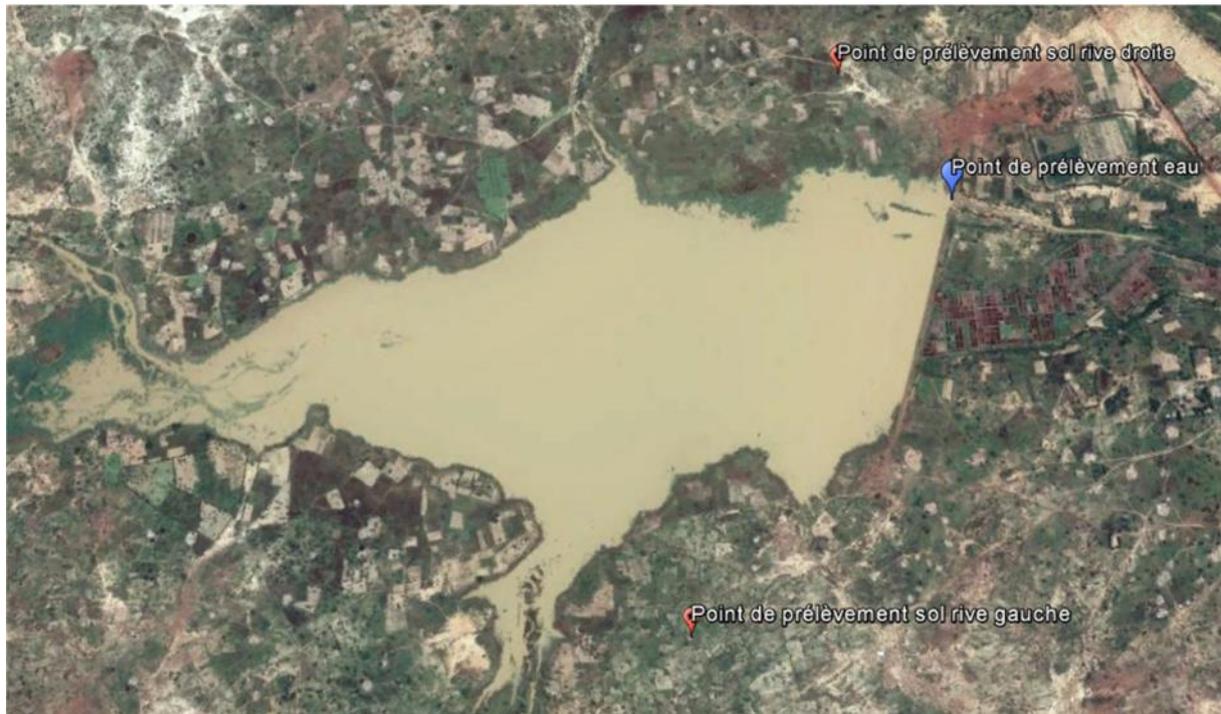


Photo 3: Points de collecte d'échantillons d'eau et de sol

III.5. Etude de conception

Evaluation de la ressource en eau

Cette évaluation a consisté d'abord en l'évaluation de la capacité de rétention de la cuvette, vu que la courbe hauteur-volume n'était pas disponible. Grâce au logiciel Google Earth, nous avons importé une image satellitaire du barrage de Bonam sur Global Mapper, à partir de laquelle un levé de la cuvette a été fait afin d'avoir la courbe hauteur-volume du barrage et d'avoir son volume à la côte plan d'eau normal. Pour nous permettre d'estimer des apports d'eau du bassin versant dans le barrage au cours de l'année, nous avons utilisé la méthode de Dubreuil et Villaume (FAO, 1996). Cette estimation a été faite dans le but de vérifier si la

retenue est apte à assurer l'apport en eau durant toute la contre saison. Pour cela, il faudra recenser les différentes pertes en eau et aussi les différents soutirages pour les différentes activités anthropiques.

- **Pertes d'eau par infiltration :**

Ces pertes varient entre 1 mm/j et 3 mm/j en fonction de l'âge du barrage car plus il est vieux plus le fond de la retenue devient imperméable (FAO, 1996). Nous avons retenu une infiltration de 1 mm/jour du fait que la retenue n'est pas récente, il y a eu un colmatage progressif de la cuvette la rendant quasiment imperméable.

- **Pertes en eau par évaporation**

Les pertes en eau par évaporation ont été déterminées à partir de l'ET₀.

$$Ev = \alpha ET_0$$

Les valeurs du coefficient sont données dans le tableau 2.

Tableau 2: Coefficient de conversion d'évapotranspiration en évaporation (FAO, 1996)

| Période | Coefficient |
|------------------|--------------------|
| Novembre-Février | 1,35 |
| Juin- Octobre | 1,20 |
| Mars-Mai | 1,25 |

- **Consommation des cultures**

Nous considérons pour l'aménagement à l'aval de 15 ha qui est prévu pour la riziculture avec une prise d'eau d'un débit de 60 l/s une durée d'ouverture de 10 h par jour lors de la période de culture rizicole. Les autres exploitations hors aménagement sont évaluées à environ 117 ha après l'entretien avec les agents de la DPA, puisque l'on y pratique en majorité la culture de l'oignon qui consomme deux fois moins d'eau que le riz pendant la contresaison.

- **Consommation du bétail**

La base des données du dernier recensement des bêtes en 2015 relevées à la DPRAH de Boulsa fait état du nombre d'animaux qui viennent s'abreuver à la retenue (DPRAH, 2015). En fonction des espèces, nous convertirons ces chiffres en UBT (Unité de Bétail Tropical) : 1 UBT = 20l/j. Nous allons faire ces conversions en tenant compte des valeurs données par le dictionnaire des sciences animales (CIRAD, 2016). Ces données seront relatées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3: Equivalence en UBT selon les espèces

| Espèce | Equivalent UBT |
|----------------------|-----------------------|
| bovin adulte | 1 |
| vache non allaitante | 0,8 |
| Veau | 0,4 |
| dromadaire | 1,2 |
| mouton ou chèvre | 0,1-0,2 |
| Equin | 1-1.2 |
| Ane | 0,2-0,4 |

Cette méthode s'applique aux isohyètes 400 mm et plus de 4000 mm de hauteur pluviométrique moyenne annuelle.

- **Estimation des apports du bassin versant par la méthode de Dubreuil et Villaume**

Calcul du facteur explicatif principal Pr

Pr est un facteur climatique représentant la part disponible pour l'écoulement pluvial considéré à l'échelle mensuelle. Il se calcule avec la formule suivante :

$$Pr = \sum_1^{12} \delta^n \times P_{me}^n - \frac{ETB}{36}$$

$$\delta^n = 1 \text{ si } P_{me}^n > \frac{ETB}{36}$$

$$\delta^n = 0 \text{ si } P_{me}^n < \frac{ETB}{36}$$

Avec : n : variant entre 1 et 12 désignant le numéro du mois

ETB [mm] : l'évaporation moyenne annuelle

P_{me}^n [mm] : la pluviométrie mensuelle

Calcul de la lame écoulée moyenne annuelle E_c [mm]

$$E_c = 0,47 \times P_r - 33 \times \log S + 0,45 \times D_s + A$$

Avec : S : la superficie de bassin versant

D_s [m] : la dénivelée spécifique du bassin versant

A : le terme d'aptitude à l'écoulement, dans notre cas $A=-55$

Calcul du volume d'apport du bassin versant annuel

$$V_{annuel} = E_c \times S$$

Calcul du volume d'apport du bassin versant mensuel

$$V_{mensuel} = \frac{V_{annuel} \times P_{me}^n}{P_{an}}$$

Evaluation de la qualité de l'eau

Elle s'est faite au laboratoire de chimie des eaux de 2iE ou nous avons cherché des concentrations en différents éléments chimiques pouvant altérer la qualité de notre échantillon puis, nous avons comparé nos résultats aux valeurs limites fixées par la norme marocaine des eaux destinées à l'irrigation, le guide de production des annuelles en caissette, les normes de LENNTECH et la norme de l'organisation mondiale de la santé concernant les eaux

d'irrigation. Cette comparaison a permis de déterminer l'aptitude de notre ressource à être employée à des fins agricoles.

Analyse des sols

Cette analyse s'est faite au laboratoire génie civil du 2iE où l'on a fait la granulométrie et la sédimentométrie de chaque échantillon de sol afin de tracer leur courbe granulométrique et ainsi, les classer en fonction de leur pourcentage de sable d'argile et de limon.

Design préliminaire

Ce travail s'est fait en prenant en compte les caractéristiques des sols, mais aussi via l'exploitation de la base de données Climwat de la FAO à travers les données météorologiques de la station météo de Fada N'gourma. Ces données météo sont essentiellement la pluie efficace P_e et les évapotranspirations de base E_{To} . Nous avons fait des simulations avec les différentes spéculations de la zone en fonction de leurs coefficients culturaux et considéré la culture la plus contraignante donc celle qui a le besoin maximal de pointe le plus élevé. La réserve facilement utilisable est déterminée à partir de la réserve utile, du coefficient de tarissement et la profondeur racinaire. Cela nous permettra de déterminer le tour d'eau en fonction de la fréquence d'arrosage afin d'avoir la dose réelle et la dose brute en considérant une efficacité globale du système de 70%. Nous nous sommes fixé un temps maximal d'irrigation de 10h/j, à partir duquel nous avons déterminé un débit d'équipement. En tenant compte des résultats des essais de Porchet, nous calculerons le débit minimal à appliquer sur la parcelle, ce qui nous permettra de choisir la main d'eau. A partir du choix de ce choix, la superficie maximale du quartier hydraulique sera calculée.

Design final

Suite à l'estimation des besoins en eau et de la délimitation du quartier hydraulique, il a fallu déterminer les caractéristiques des différentes composantes du système d'irrigation.

- Détermination de la conduite d'amenée

Elle a été calculée en transformant la formule de Colebrook, Calmon et Lechapt que l'on a transformé pour avoir un diamètre théorique en se fixant une perte de charge donnée tout en vérifiant que la vitesse soit toujours comprise entre 0,6 et 1,7m/s.

- **Le bassin de pompage**

Les bassins de pompages auront une section carrée de 2m de coté, de façon à permettre qu'un homme puisse y entrer pour le nettoyage. Leurs profondeurs vont varier en fonction des conditions de terrain.

- **Détermination des diamètres théoriques et diamètres commerciaux des conduites de distribution**

Cette détermination s'est faite en nous imposant une vitesse de 1,2 m/s et en fonction de celle-ci et d'un débit connu, nous déterminerons le diamètre théorique correspondant.

Une fois les diamètres théoriques déterminés nous sommes passés au choix des diamètres commerciaux en prenant la valeur des proches de celles des diamètres théoriques. Pour ce choix, nous devons respecter la vitesse limite acceptable à l'intérieur d'une conduite en plastique qui est de 1,7m/s.

- **Estimation des pertes de charge [m/m]**

Les pertes de charges sont déterminées par la formule de Colebrook, Calmont et Lechapt. Dans cette formule, a, m, n sont des valeurs fonctions de la nature de la tuyauterie transportant l'eau. Ces pertes de charges devront être majorées de 10% afin de tenir compte des pertes de charges singulières.

- **Détermination du Z^* [m] et la hauteur des radiers des bassins [m]**

$$Z^* = P_{service} + Z_{aval} + \sum Pdc + I \times l$$

Avec : $P_{service}$: la pression de service afin que l'eau sorte au niveau des prises à une pression de 0.5m colonne d'eau en tenant aussi compte de leur élévation à 20 cm de hauteur

Z_{aval} [m]: L'altitude du point aval le plus contraignant

$\sum Pdc$ [m]: La somme des pertes de charge singulières et linéaires

I [m/m]: La pente du terrain

L[m] : la longueur de la conduite portant les prises d'eau

Suite au calcul du Z^* nous pouvons déterminer la hauteur de refoulement de nos bassins tampons

$$Hr = Z^* - Z_{amont}$$

Avec : Z_{amont} [m]: l'altitude au point où l'on doit placer le bassin

Hr [m]: la hauteur sous radier des bassins

Dimensionnement des bassins tampons

Les bassins tampons seront dimensionnés comme des partiteurs fixes à seuil en suivant les conditions du manuel du semi californien (MAAH, 2015). Les différentes formules figurent dans le tableau suivant :

Tableau 4: Formules de dimensionnement des bassins tampons

| Nom | Symbole | formule |
|---------------------------------------|---------|---|
| Hauteur critique | hc | $hc = 0,252 * Q^{0,4}$ |
| Epaisseur du seuil | e | $e = 3.5 * hc$ |
| Hauteur du seuil | s | $s = 1.5 * hc$ |
| Longueur du seuil | L | $L = 10 * hc$ |
| Charge au-dessus du seuil | h | $h = \frac{3}{2} * hc$ |
| Lame d'eau avant le seuil | ho | $ho = h + s$ |
| Hauteur de chute | Z | $Z > 0.4h$ |
| Longueur du bassin | X | $X = 1.5 * Z$ |
| Volume du bassin | V | $V = \frac{Q * Z}{150}$ |
| Hauteur de la conduite de refoulement | Ha | $H_a = H_{radier} + h_0 + \frac{DN}{2}$ |
| Hauteur totale | Ht | $Ht = Ha + revanche$ |

Dimensionnement de la pompe

- Le diamètre de la conduite de refoulement [mm]

La conduite de refoulement est dimensionnée en tenant compte de trois conditions qui sont : la condition de Bresse, la condition de Bresse modifié et la condition de Flamand.

- Le débit [m³/h]

Le débit de la pompe est fonction du nombre de quartiers hydrauliques qui correspond au nombre de mains d'eau.

- La hauteur manométrique totale (HMT) [m]

$$HMT = H_{geo} + \sum pdc$$

Avec : H_{geo} : la différence d'altitude entre le point des plus basses eaux et le point où l'eau refoulée sort en m

$$H_{geo} = Z_{ref\ max} - Z_{pompe}$$

Avec : $Z_{ref\ max}$ [m]: l'altitude du bassin et Z_{pompe} l'altitude de la pompe

$\sum pdc$ [m]: La somme des pertes de charge de l'aspiration au refoulement

$$\sum pdc = \Delta H_a + \Delta H_{refoulement}$$

Avec : ΔH_a [m]: les pertes de charges dues à l'aspiration

$$\Delta H_a = \frac{v^2}{2g}$$

V [m/s] : est la vitesse d'entrée de l'eau dans la conduite d'aspiration

G [m/s²] est l'accélération de la pesanteur considérée comme égale à 9,81 m/s²

$\Delta H_{refoulement}$: Les pertes de charges au niveau du refoulement, elles seront calculées par la formule de Colebrook, Calmon et Le chapt comme dans les autres tuyaux.

- **La puissance de la pompe (kW)**

La puissance de la pompe est déterminée par la formule suivante :

$$P = \frac{\rho \times Q \times g \times HMT}{360 \times e_1 \times e_2}$$

Avec : ρ [kg/m³]: la masse volumique de l'eau

e_1 : l'efficience de la pompe

e_2 : l'efficience du moteur

Q [m³/h]: Débit en

- **Vérification de la condition de cavitation**

Pour cette vérification il a fallu déterminer la charge nette disponible lors de l'aspiration, le $NPSH_{disponible}$. Celui-ci est donné par le constructeur et détermine la pression minimale au démarrage de la pompe afin de maintenir ses performances.

Les conditions d'aspirations sont jugées bonnes lorsque $NPSH_{disponible} > NPSH_{requis}$.

L'amenée d'énergie

La fourniture en énergie va se faire grâce à des groupes électrogènes dont la puissance apparente se calcule comme suit :

$$P_{apparente} = P_{pompe} \times \cos \varphi$$

Avec : $P_{apparente}$ [kVA] : la puissance apparente du groupe

P_{pompe} [kW] : la puissance absorbée par la pompe

$\cos \varphi$: le facteur de puissance = 0,8

III.6. Analyse économique

Elle a pour but d'évaluer la rentabilité de l'aménagement en fonction des différentes charges d'exploitation qui sont entre autres les charges liées à l'acquisition d'intrants, l'entretien des infrastructures, ainsi que l'achat des hydrocarbures, afin d'assurer l'amenée d'énergie.

- **La marge brute :**

$$\text{Marge brute} = \text{production} \times \text{prix de vente}$$

La production est de 15 tonnes à l'hectare avant aménagement et nous espérons une augmentation des rendements une fois que les parcelles seront aménagées. Cette production est vendue à 225 FCFA le kilogramme

- **La marge nette**

$$\text{Marge nette} = \text{Marge brute} - \text{frais d'exploitation}$$

- **La durée de retour sur investissement [an]**

C'est la période au bout de laquelle le cout l'aménagement sera à 100% rentabilisé

$$\text{DRI} = \frac{\text{Cout total de l'aménagement}}{\text{Marge nette}}$$

IV. Résultats

IV.1. Résultats de l'enquête auprès des exploitants

De ce questionnaire il ressort que les terres exploitées sont soit prêtées par des propriétaires terriens soit léguées par les parents. Les exploitants y cultivent exclusivement l'oignon et sur une très petite portion, ils font d'autres cultures maraichères telles que la tomate, le chou et le piment pour une consommation locale mais surtout familiale. Ils font dans l'année une campagne unique d'Octobre à Avril, le mois d'octobre étant consacré à la pépinière et la préparation des champs. Après la réalisation de leur aménagement, Les exploitants ne comptent pas changer de spéculatation car selon eux c'est la technique de culture de l'oignon

qu'ils maîtrisent. Ils ne connaissaient pas le système semi-californien avant que le PAFASP ne leur en parle. Les outils de travail sont archaïques, les plus nantis utilisent des charrues tirées par des animaux et la majeure partie d'entre eux utilisent de simples dadas. Ils ont de faibles rendements, soit 100 sacs de 150kg par hectare en moyenne, ce qui correspond à 15 tonnes. Ces récoltes sont vendues à des commerçants qui les exportent vers le Togo mais aussi vers d'autres marchés du pays. Le prix de ces récoltes varie dans le temps entre 15 000 et 45 000 FCFA les 150 kg. Ces exploitants rencontrent d'énormes problèmes, notamment liés à la conservation des récoltes mais aussi à la fourniture des intrants. En effet, ceux-ci n'ont souvent pas les moyens de s'offrir de bons entrepôts et d'acheter des intrants de bonne qualité tels que les pesticides légaux qui sont respectueux de l'environnement. Ces exploitants font aussi face au phénomène de fonte des semis véritable fléau dans la zone. Il n'y a pas de conflits liés au foncier dans cette zone mais la mise en place de pistes bovines est souhaitée.

Les investigations sur le terrain nous ont permis de vérifier le respect des conditions exigées par le PAFASP qui sont le respect de la bande de servitude, de la surface des parcelles et l'absence des problèmes fonciers. Nous nous sommes rendus sur les terrains des différents promoteurs et nous en avons retenu six totalisant 25,5 ha à aménager autour du barrage de Bonam.

IV.2. Conception de l'aménagement

IV.2.1. Evaluation des besoins en eau sur le nouvel aménagement

La culture qui a les besoins en eau les plus élevés est celle de l'oignon avec un besoin maximal de pointe (BMP) de 6,74 mm/j qui correspond au besoin du mois de Janvier.

Tableau 5: BMP maximal en fonction des cultures

| Mois | Novembre | Décembre | Janvier | Février | Mars |
|--|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------|
| Kc moyen | 0,58 | 0,81 | 1,10 | 0,92 | 0,88 |
| Eto moyen (mm/j) | 5,19 | 5,39 | 6,13 | 6,79 | 7,23 |
| ETM (mm/j) | 3,01 | 4,37 | 6,74 | 6,23 | 6,36 |
| Pe (mm/j) | 0,03 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,15 |
| BMP (mm/j) | 2,98 | 4,34 | 6,74 | 6,23 | 6,21 |
| Consommation mensuelle (m ³) | 22799 | 33170 | 51584 | 47632 | 47525 |

IV.2.2. Courbe d'exploitation de la cuvette du barrage de Bonam

- Courbe hauteur volume

Grâce à des levés topographiques via Global Mapper nous avons pu déterminer la courbe hauteur-volume du barrage qui est matérialisée ci-dessous.

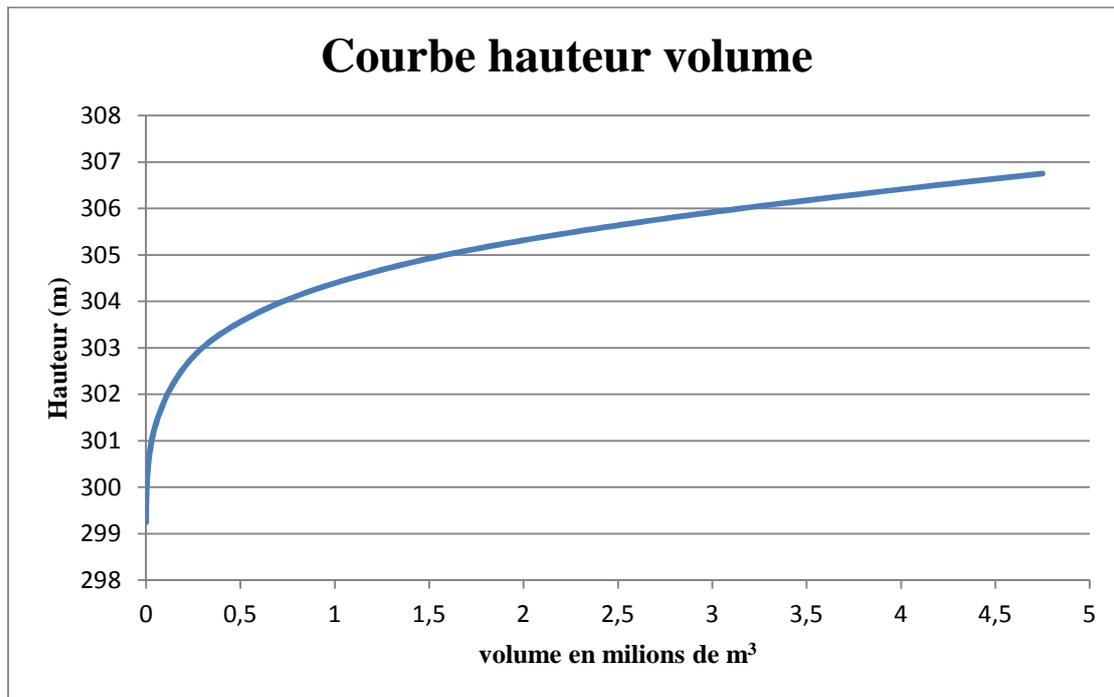


Figure 4: Courbe hauteur volume du barrage de Bonam

Cette courbe nous montre que la retenue tarit complètement à la cote 299,25 m niveau qu'elle n'a pas encore atteint.

- Evaluation des pertes et consommation d'eau

Cette évaluation des pertes en eau s'est faite sur la base des informations obtenues sur le terrain lors de notre mission. Les besoins du bétail ont été déterminés grâce aux informations du dernier recensement de la DPRAH qui précise que 4000 bovins, 2500 petits ruminants et 300 ovins viennent s'abreuver quotidiennement au niveau de la retenue et les 2/3 vont en transhumance pendant la saison des pluies. Cela totalise un prélèvement mensuel de 2 679 m³ pendant la saison sèche et 893 m³ pendant la saison des pluies.

Au niveau de l'aménagement à l'aval, nous avons considéré le débit de la prise d'eau de 60 l/s ainsi que le temps d'ouverture de la prise de 10 h/j, ce qui nous donne un volume mensuel de

soutirage de 54 000 m³. Concernant les exploitations tout autour du barrage, nous avons un volume mensuel de soutirage de 221 375 m³.

En tenant compte du fait que la retenue n'est pas récente, nous avons considéré une infiltration de 1 mm/j.

Grâce aux coefficients de la FAO et des évapotranspirations, nous avons pu déterminer no évaporations mensuelles qui varient entre 141,12 et 274,995 mm. L'ensemble de ces différentes valeurs sont rassemblées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Tableau des pertes et consommations de la retenue du barrage de Bonam

| Mois | Bétail (m3) | Aval barrage (m3) | Nouvel aménagement (m3) | Autres cultures (m3) | Infiltration (mm) | Evaporation (mm) |
|-----------|-------------|-------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|------------------|
| Octobre | 2 679 | 54 000 | - | 221 375 | 31 | 174,24 |
| Novembre | 2 679 | 54 000 | 22 799 | 221 375 | 30 | 210,20 |
| Décembre | 2 679 | - | 33 170 | 221 375 | 31 | 218,30 |
| Janvier | 2 679 | 54 000 | 51 584 | 221 375 | 31 | 248,26 |
| Février | 2 679 | 54 000 | 47 632 | 221 375 | 28 | 274,99 |
| Mars | 2 679 | 54 000 | 47 525 | 221 375 | 31 | 271,12 |
| Avril | 2 679 | 54 000 | - | 221 375 | 30 | 264,37 |
| Mai | 2 679 | 54 000 | - | 221 375 | 31 | 249,75 |
| Juin | 893 | - | - | 221 375 | 30 | 195,12 |
| Juillet | 893 | 54 000 | - | 221 375 | 31 | 161,64 |
| Août | 893 | 54 000 | - | 221 375 | 31 | 141,12 |
| Septembre | 893 | 54 000 | - | 221 375 | 30 | 143,28 |

- Evaluation des apports en eau

En utilisant la méthode de Dubreuil et Villaume, nous avons déterminé la lame d'eau écoulee annuelle qui est de 65,29 mm. En fonction de la superficie du bassin versant et des pluies mensuelles, nous avons déterminé les débits et volumes mensuels d'apports du bassin versant qui figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7: Apports mensuels du bassin versant à la cuvette de Bonam

| Mois | Lame d'eau (mm) | Volume (m3) |
|---------|-----------------|-------------|
| Janvier | 0,00 | 0,00 |

Mémoire de fin d'étude : Développement de la petite irrigation au Burkina Faso : cas d'un aménagement de type semi-californien à l'amont du barrage de Bonam (Namentenga)

| | | |
|-----------|-------|--------------|
| Février | 0,00 | 0,00 |
| Mars | 0,71 | 128 047,40 |
| Avril | 2,13 | 384 142,10 |
| Mai | 5,30 | 953 241,50 |
| Juin | 9,33 | 1 678 843,16 |
| Juillet | 15,33 | 2 760 131,97 |
| Août | 17,31 | 3 115 819,08 |
| Septembre | 12,49 | 2 247 942,53 |
| Octobre | 2,53 | 455 279,50 |
| Novembre | 0,08 | 14 227,48 |
| Décembre | 0,08 | 14 227,48 |

En nous appuyant sur les différentes pertes en eau au niveau de la retenue, nous avons dressé la courbe d'exploitation du barrage ci-dessous :

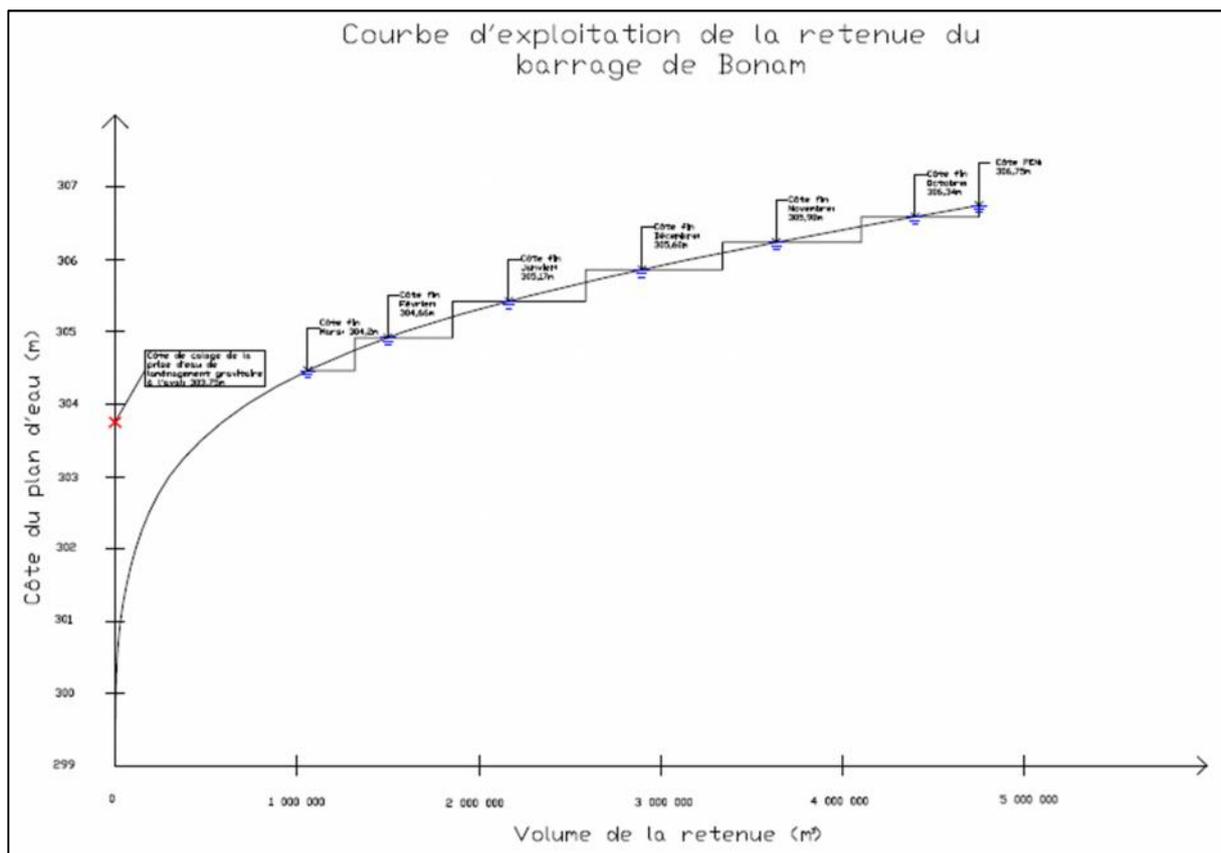


Figure 5: Courbe d'exploitation du barrage de BONAM

Cette courbe nous montre qu'en fin de campagne, nous atteignons le niveau 304,2 m ce qui veut dire que la retenue d'eau est suffisante avec un volume d'eau restant de 858 134 m³. La prise d'eau qui est fixée au niveau 303,75 m n'est pas dénoyée.

IV.2.3. Qualité de la ressource en eau

Cette vérification s'est faite par des analyses au niveau du laboratoire de chimie des eaux du 2iE puis par comparaison avec des normes, ce qui a permis de faire le tableau 7.

Tableau 8: Résultat des analyses de l'échantillon d'eau du barrage de Bonam

| Paramètres | Teneur dans l'échantillon | Norme |
|----------------------------|---------------------------|------------|
| Conductivité (mS/cm) | 101,5 | <120* |
| pH | 6,964 | [6,5-8,4]* |
| [K ⁺] (ppm) | 23 | [0,5-55]** |
| [Na ⁺] (ppm) | 0,440 | <50** |
| TA (°F) | 0 | |
| TAC (°F) | 0,5 | |
| [Ca ²⁺] (mg/l) | 160 | [40-120]** |
| [Mg ²⁺] (mg/l) | 48 | [6-25]** |
| Nitrates (mg/l) | 1,1 | <40* |
| Nitrites (mg/l) | 0,002 | <0.003**** |
| Sulfate (mg/l) | 0 | <250* |
| Phosphate | 0 | |
| Turbidité (NTU) | 1730 | <30**** |
| SAR | 0,003 | <9** |
| MES (mg/l) | 750 | <200* |

[*]: (SEEE, 2007) - [**]:(CRAAQ, 2002) - [***]: (LENNTECH, 2006) - [****]: (NAMR, 2011)

Toutes les valeurs trouvées répondent aux normes, sauf la turbidité, les matières en suspension, les concentrations en ions calcium et magnésium.

La turbidité et la concentration en matières en suspension sont plus élevées que les normes requises. Ces normes ont été fixées en général pour les systèmes en goutte-à-goutte. Dans le cas présent, les diamètres sont relativement plus grands et une condition de vitesse minimale (supérieures à 0,6 m/s) est imposée pour éviter cette décantation à l'intérieur des tuyaux.

Les concentrations en ions Ca²⁺ et ions Mg²⁺ sont supérieures à celles qui sont définies par les normes, mais restent tolérables au vu de la valeur faible de SAR.

Ces éléments nous permettent alors de dire que cette eau semble adéquate pour l'irrigation, du point de vue de la qualité et sans besoin de traitement au préalable.

IV.2.4. Propriétés caractéristiques des sols

Cette analyse a été faite pour pouvoir classier les sols. Les résultats de la granulométrie et de la sédimentométrie nous ont permis de tracer les courbes granulométriques suivantes

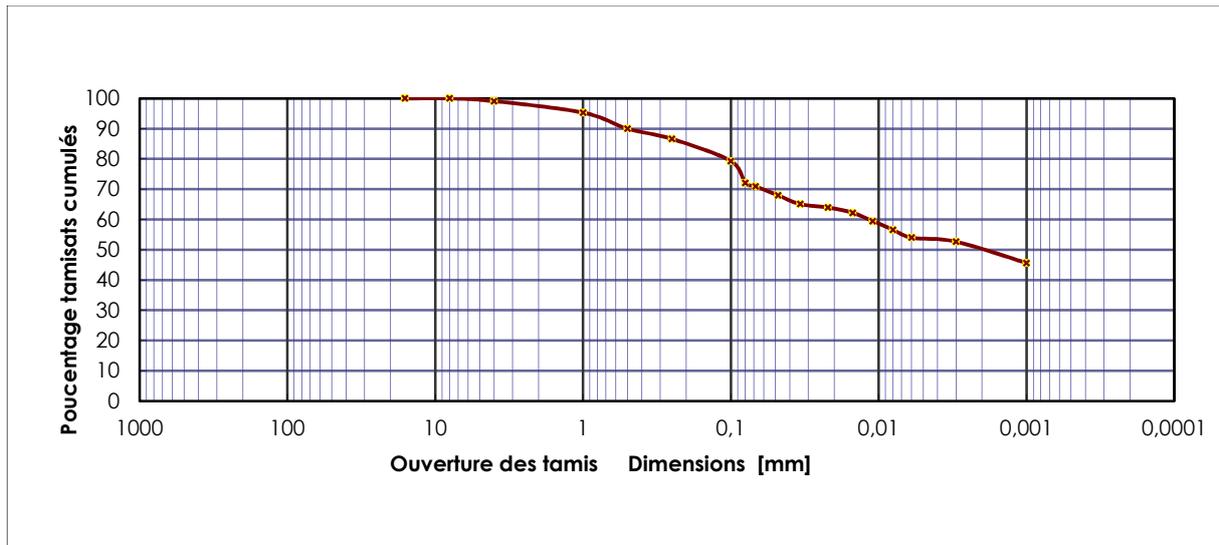


Figure 6: Courbe granulométrique de l'échantillon de sol prélevé sur la rive droite

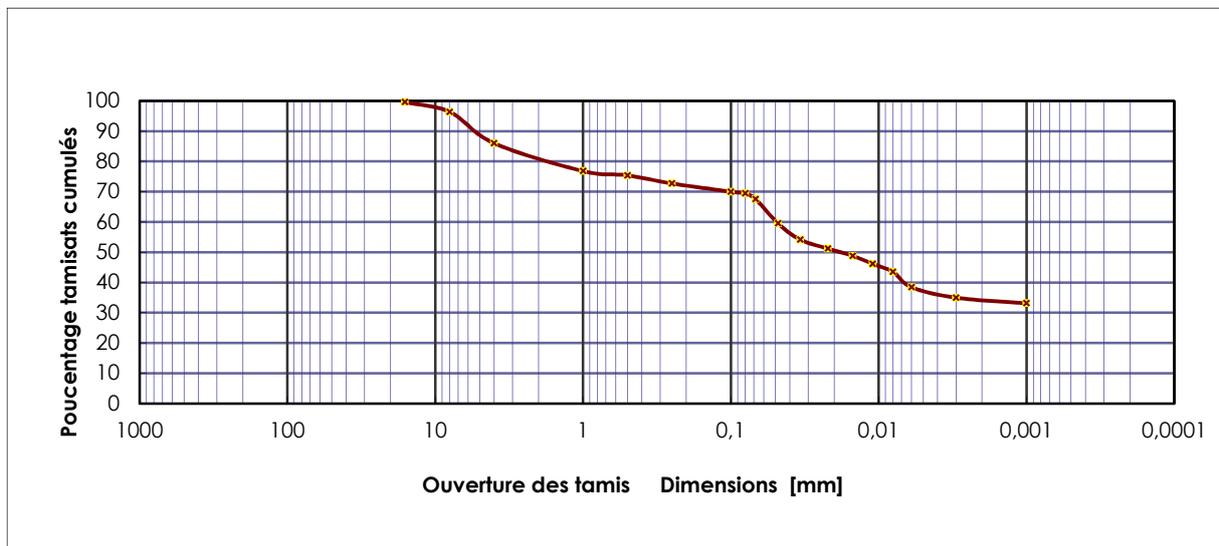


Figure 7: Courbe granulométrique de l'échantillon de sol prélevé sur la rive gauche

Grâce à ces courbes, nous avons déterminé les pourcentages de sable, d'argile et de limons qui figurent dans le tableau 9.

Tableau 9 : Proportions en sable, argile et limons des échantillons de sol

| | % Sable | % Limons | % Argile |
|-------------|---------|----------|----------|
| Rive gauche | 10,6 | 31,44 | 33,1 |
| Rive droite | 25,2 | 22,1 | 50 |

Grâce à ces pourcentages, nous avons fait la classification de ces sols sur le triangle USCS avec le pourcentage de sable, d'argile et de limons.

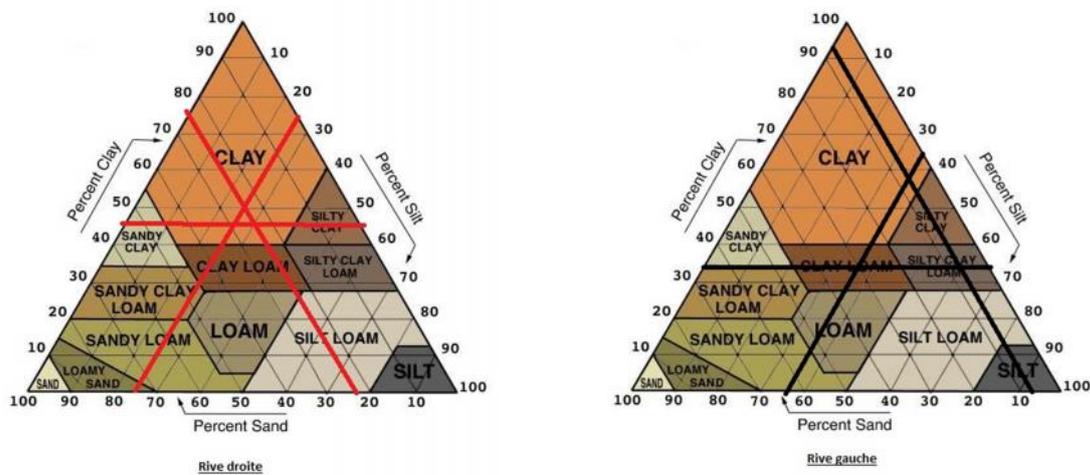


Figure 8: Classification des sols

Les résultats de cette classification nous montrent qu'au niveau de la rive droite, nous avons un sol argileux et sur la rive gauche, nous rencontrons un sol limono-argileux. Cela est confirmé par les résultats des essais de Porchet qui donnent pour valeur d'infiltration de 8,51 mm/h pour la rive gauche et 4,36 mm/h pour la rive droite ce qui confirme la nature du sol. Ces résultats sont visibles sur les différentes courbes d'infiltration.

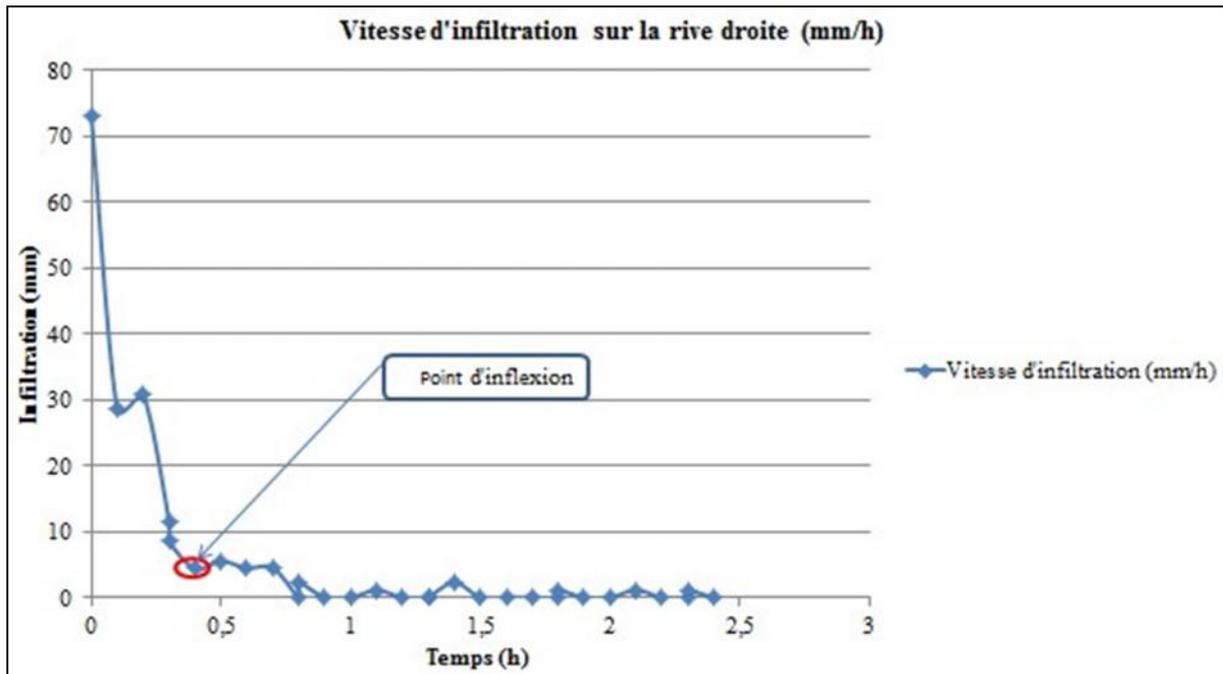


Figure 9: Essais de Porchet sur la rive droite

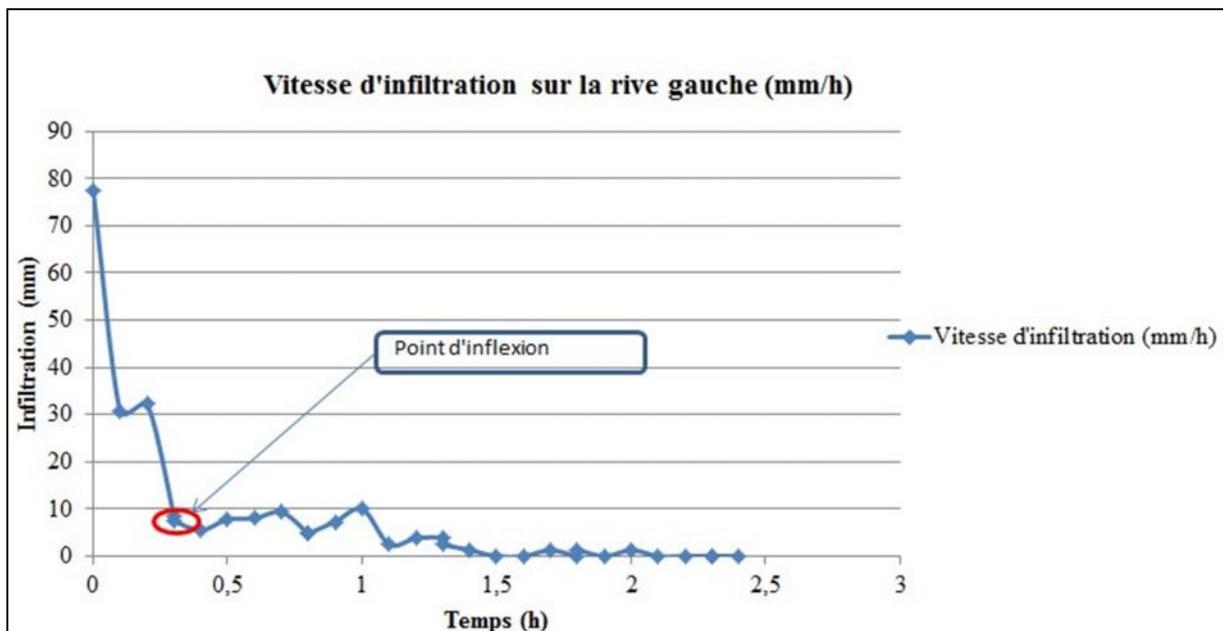


Figure 10: Essais de Porchet sur la rive gauche

IV.2.5. Design préliminaire

Les résultats ont été obtenus à partir de simulations avec différentes cultures autres que l'oignon qui y sont pratiquées mais à très petite échelle pour la consommation familiale et le marché du village. Nous nous sommes basé sur la culture la plus gourmande qui est l'oignon et qui est aussi la plus pratiquée pour déterminer la dose d'eau à appliquer pendant l'irrigation

sur les nouveaux hectares à développer. Nous avons aussi utilisé les résultats de nos analyses de sol qui nous ont permis d'avoir les valeurs de la réserve utile dans le cours (Keïta, 2009). Cela nous donne une réserve utile de 200 mm/m pour la rive gauche et 235 mm/m pour la rive droite. Ces résultats figurent sur le tableau 9

Tableau 10: Design préliminaire pour la culture d'oignon sur la rive droite

| Mois | Novembre | Décembre | Janvier | Février | Mars |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------|
| BMP retenu (mm/jr) | 3,00 | 4,33 | 6,74 | 6,22 | 6,21 |
| RU (mm/m) | 200,00 | 200,00 | 200,00 | 200,00 | 200,00 |
| P | 0,57 | 0,45 | 0,23 | 0,24 | 0,24 |
| Zr (m) | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| RFU (mm) | 34,32 | 35,84 | 23,10 | 24,45 | 24,10 |
| F(j) | 11,44 | 8,28 | 3,43 | 3,93 | 3,88 |
| T(j) | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Dose réelle Dr (mm) | 10,38 | 14,99 | 23,33 | 21,53 | 21,50 |
| Pr facteur de tarissement réel Pr | 0,17 | 0,19 | 0,23 | 0,22 | 0,21 |
| EfficiencE (climat chaud) | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| Dose brute Db (mm) | 14,84 | 21,41 | 33,33 | 30,76 | 30,71 |
| Débit d'équipement qe (l/s/ha) | 1,37 | 1,98 | 3,09 | 2,85 | 2,84 |

Tableau 11 : Design préliminaire pour la culture d'oignon sur la rive droite

| Mois | Novembre | Décembre | Janvier | Février | Mars |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------|
| BMP retenu (mm/jr) | 3,00 | 4,33 | 6,74 | 6,22 | 6,21 |
| RU (mm/m) | 235,00 | 235,00 | 235,00 | 235,00 | 235,00 |
| P | 0,57 | 0,45 | 0,23 | 0,24 | 0,24 |
| Zr (m) | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| RFU (mm) | 40,33 | 42,11 | 27,14 | 28,73 | 28,32 |
| F(j) | 13,44 | 9,73 | 4,03 | 4,62 | 4,56 |
| T(j) | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Dose réelle Dr (mm) | 10,38 | 14,99 | 23,33 | 21,53 | 21,50 |
| Pr facteur de tarissement réel Pr | 0,15 | 0,16 | 0,20 | 0,18 | 0,18 |
| EfficiencE (climat chaud) | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| Dose brute Db (mm) | 14,84 | 21,41 | 33,33 | 30,76 | 30,71 |
| Débit d'équipement qe (l/s/ha) | 1,37 | 1,98 | 3,09 | 2,85 | 2,84 |

Nous voyons que le tour d'eau est fixé à trois jours avec une dose réelle maximale de 23,33 mm pour une dose brute de 33,33 mm. Nous avons un débit d'équipement variant entre 1,37 et 3,09 l/s/ha.

Pour les temps d'irrigation, nous nous sommes fixés un temps maximal d'irrigation journalier de 10h et en tenant compte du tour d'eau, nous avons 30 h au total pour terminer l'irrigation entière d'un quartier hydraulique.

Tableau 12: Temps d'arrosage par unité de surface

| Mois | Novembre | Décembre | Janvier | Février | Mars |
|--|----------|----------|---------|---------|------|
| Temps d'irrigation (h/ha) | 4,12 | 5,95 | 9,26 | 8,54 | 8,53 |
| Temps d'irrigation par parcelle (h/parcelle) | 1,00 | 1,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |

En tenant compte du débit d'équipement, des exigences du sol ainsi que du temps dont on dispose pour irriguer une parcelle, nous avons choisi une main d'eau de 10 l/s/ha. Cela qui nous permet d'apporter au plus grand quartier hydraulique la dose brute maximale imposée par le BMP maximal en 30 h exactement.

IV.2.6. Dimensionnement des conduites d'amenée

Le dimensionnement de ces conduites s'est fait de façon à assurer une vitesse convenable à l'eau, afin d'éviter les dépôts solides. Le diamètre commercial de ces conduites a été choisi de façon à limiter les pertes de charge. L'eau arrivera au niveau de la conduite d'amenée par l'intermédiaire d'une prise d'eau fixée à 60 cm en dessous des plus basses eaux de la retenue et protégée par un dégrilleur afin d'éviter que des gros débris ne bouchent la conduite. Les différentes caractéristiques de ces tuyaux figurent dans le tableau 11.

Tableau 13: Caractéristiques des conduites d'amenée

| Promoteurs | Z.A | B.K | B.S | Z.M | S.M | B.T |
|--------------|-----|------|-----|------|-----|-----|
| Longueur (m) | 736 | 1019 | 485 | 1063 | 631 | 632 |
| DN (mm) | 140 | 225 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| PN (bars) | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Au regard des longueurs des conduites d'amenée nous voyons que les superficies à irriguer sont assez éloignées de la retenue d'eau, raison pour laquelle nous avons choisi d'envoyer l'eau jusqu'aux aménagements avant de procéder au pompage.

IV.2.7. Les Bassins de pompage

Leurs profondeurs ont été déterminées de façon à ce qu'ils puissent avoir de l'eau à tout moment. Ces bassins auront un regard d'accès à une vanne permettant de couper l'arrivée d'eau en cas de besoin. Les parois de ces deux structures seront protégées par des murs de briques de 15 cm et des grilles et des plaques de protection. Dans le tableau 12 figurent-les différentes profondeurs des bassins.

Tableau 14: Profondeurs des bassins de pompage

| Promoteurs | Z.A | B.K | B.S | Z.M | S.M | B.T |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Profondeur (m) | 7 | 5,3 | 7,6 | 7 | 5 | 5 |

Ces profondeurs varient entre 7,6 m et 5,3 m ; ces variations sont dues en grande partie à la différence de cotes le point de prise d'eau et le point où sera implanté le bassin de pompage et aux pertes de charge dans la conduite d'amenée.

IV.2.8. Choix des pompes

Les pompes ont été choisies afin de vaincre les pertes de charge et assurer l'approvisionnement du bassin tampon à la hauteur à laquelle celui-ci se trouve pour permettre un arrosage convenable. Vu que la pompe est proche du puits de pompage, nous avons opté pour des électropompes qui souillent moins l'eau du bassin avec des fuites d'huiles et d'autres fluides du moteur que les motopompes. Cela permettra de faire l'arrosage avec une eau de meilleure qualité. Nous avons choisi des pompes de type Grundfos dont les caractéristiques figurent dans le tableau 13

Tableau 15: Caractéristiques des pompes

| Promoteurs | Z.A | BK | B.S | Z.M | S.M | B.T |
|---------------------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Débit (m ³ /h) | 36 | 108 | 72 | 72 | 72 | 72 |
| HMT (m) | 13 | 13 | 13,34 | 16,41 | 12,13 | 10 |
| Puissance (Kw) | 4 | 13,23 | 9,64 | 9,31 | 6,89 | 7,82 |

| | | | | | | |
|----------------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| Référence des pompes | Hydro Multi- EG2 15-2 | NBE 65- 125/144 A-F-A BAQE | NBE 62- 125/144 AFA BAQE | Hydro MPC-E /G 5CR 15-02 3x400/50 DL. | Hydro MPC-E /G 5CR 15-02 3x400/50 DL. | Hydro multi EG3 CRE20- 2. |
|----------------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|---|---|---------------------------------------|

Chaque électropompe sera alimentée par un groupe électrogène dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 16: Caractéristiques des groupes

| Promoteurs | Z.A | B.K | B.S | Z.M | S.M | B.T |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Puissance apparente (KvA) | 4 | 11 | 8 | 8 | 6 | 7 |

Détermination des conduites de refoulement

Suite aux dimensionnements par les formules de Bresse et Bresse modifiée et les vérifications de la condition de Flamand, nous avons déterminé les diamètres des conduites de refoulements dont les caractéristiques figurent ci-dessous

Tableau 17: Caractéristiques des conduites de refoulement

| Promoteurs | Z.A | B.K | B.S | Z.M | S.M | B.T |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| longueur (m) | 8 | 266 | 287 | 257 | 4 | 4 |
| DN (mm) | 200 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| PN (bars) | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

Des vérifications ont été faites afin de voir si les conduites de refoulement sont à l'abri des coups de bélier, ce qui a montré qu'aucun dispositif anti-bélier n'est nécessaire pour la bonne marche du système.

IV.2.9. Les bassins tampons

Chaque conduite de refoulement va alimenter un bassin tampon. Chaque conduite débouchera sur un compartiment principal qui va fournir en eau des compartiments secondaires chargés d'apporter chacun une main d'eau. Vu que ces mains d'eaux sont les mêmes, les hauteurs de seuil seront fixées à 14 cm et leur épaisseur sera de 6 cm et leur longueur sera de 40 cm. Les compartiments seront séparés les uns des autres par des murets en briques de 15. La largeur

de chaque compartiment est fixée à 40 cm de façon à permettre le nettoyage. Pour éviter tout débordement, nous nous sommes fixé une revanche de 20 cm. Les autres caractéristiques propres à chaque bassin sont mentionnées dans le tableau suivant

Tableau 18: Caractéristiques des bassins tampons

| Promoteurs | Z.A | B.K | B.S | Z.M | S.M | B.T |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Nombre de compartiments | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| H sous radier (m) | 1,2 | 1,7 | 0,53 | 1,14 | 1,32 | 1,22 |
| H totale (m) | 1,73 | 2,26 | 1,09 | 1,69 | 1,88 | 1,75 |

Ces hauteurs ont été déterminées de façon à pouvoir assurer les pressions de service minimales de 0,5m au niveau des prises d'eau les plus défavorables.

IV.2.10. Détermination des conduites de distribution

Les diamètres de ces conduites ont été déterminés de façon à ce que l'eau y coule à une vitesse minimale de 0,6 m/s. Vu que les mains d'eau sont les mêmes, les sections des conduites de distribution auront le même diamètre pour assurer la fourniture en eau des différentes prises, comme présenté dans le tableau 17.

Tableau 19: Caractéristiques du réseau de distribution

| Promoteurs | Z.A | B.K | B.S | Z.M | S.M | B.T |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| longueur (m) | 610 | 660 | 400 | 425 | 560 | 641 |
| DN (mm) | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| PN (bars) | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Nombre de prises uniques | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Nombre de prises doubles | 0 | 12 | 8 | 8 | 8 | 6 |

IV.2.11. Organisation de l'arrosage

Cette organisation sera fonction du nombre des besoins en eau, de celui des quartiers hydrauliques ainsi que de celui des parcelles élémentaires dans chaque quartier hydraulique. Les temps d'irrigation varient selon les mois, ces valeurs figurent dans le tableau ci-dessous :

Tableau 20: Evolution des temps d'irrigation

| Mois | Novembre | Décembre | Janvier | Février | Mars |
|-----------------------|----------|----------|---------|---------|------|
| Temps d'irrigation(h) | 1 | 1h30 | 2h30 | 2h30 | 2h30 |

IV.2.12. Devis

Suite aux dimensionnements des différents aménagements, une évaluation des coûts de l'ensemble des travaux a été faite par exploitation. Les valeurs de ces coûts sont mentionnées sur le tableau 20.

Tableau 21: Prix total et prix à l'hectare

| Promoteurs | Z.A | B.K | B.S | Z.M | S.M | B.T |
|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Prix total | 13 979 000 | 26 193 000 | 17 722 250 | 20 169 250 | 16 912 500 | 15 598 800 |
| Prix à l'hectare | 4 659 667 | 4 365 500 | 4 430 563 | 5 042 313 | 4 228 125 | 3 466 400 |

En observant les prix à l'hectare, nous voyons que ceux-ci s'inscrivent bien dans la fourchette qui varie entre 3 000 000 FCFA et 5 000 000 FCFA selon les différentes études de conception de type semi californien des consultants pour le compte du PAFASP. Pour un cout total de **110 574 800 FCFA**, nous avons un coût moyen à l'hectare de **4 336 267 FCFA**. Les devis détaillés figurent dans l'annexe 5.

IV.3. Etude de rentabilité de la proposition

Les charges d'exploitation ainsi que les recettes des ventes de la production ont été recherchées dans le but de vérifier si notre investissement est rentable. Ces informations sont regroupées dans le tableau ci-dessous. Le compte d'exploitation moyen à l'hectare a été fait.

Tableau 22: Compte d'exploitation à l'hectare

| Désignation | U | Qte | PU | PT |
|--|-------|--------|---------|-----------|
| Semences | kg | 6 | 30 000 | 180 000 |
| Pépinière | FF | 1 | 50 000 | 50 000 |
| Désherbage | FF | 1 | 20 000 | 20 000 |
| Labour sillons | FF | 1 | 20 000 | 20 000 |
| Repiquage | FF | 1 | 20 000 | 20 000 |
| NPK | Kg | 300 | 300 | 90 000 |
| Urée | kg | 100 | 300 | 30 000 |
| Fumure organique | T | 10 | 6000 | 60 000 |
| Récolte | FF | 1 | 75 000 | 75 000 |
| Transport | FF | 1 | 50 000 | 50 000 |
| Gasoil | l | 1200 | 600 | 720 000 |
| entretien du groupe et de la pompe | FF | 1 | 40000 | 40000 |
| Imprévus | FF | 1 | 200 000 | 200 000 |
| Charges totales | | | | 1 555 000 |
| Marge brute | FCFA | 15 000 | 225 | 3 375 000 |
| Marge nette | FCFA | | | 1 820 000 |
| Montant moyen de l'aménagement à l'hectare | FCFA | | | 4 336 267 |
| Durée de retour sur investissement | année | | | 2,38 |

La durée de retour sur investissement est estimée à trois ans, ce qui montre que cet investissement est rentable.

V. Discussion

Pour ce travail, nous avons proposé la conception d'un système d'irrigation de type semi-californien. Cependant, étant dans un contexte où d'autres techniques sont également en vogue, une analyse critique s'impose. Au Burkina Faso, trois autres types d'irrigation sont mis en œuvre.

L'irrigation gravitaire qui est la technique d'irrigation la plus répandue dans la bande soudano-sahélienne (Sonou, Abric, 2010). Elle est constituée d'un réseau de canaux à ciel ouvert, qui peuvent être revêtus ou non, dans le but d'acheminer l'eau de la ressource vers les cultures. Cette technique présente l'avantage de n'avoir besoin d'aucun apport d'énergie pour acheminer l'eau, vu que l'écoulement se fait gravitairement. Nous devons aussi noter que son entretien est facile. Cependant, cette technique est peu efficiente, comparée au semi-californien, avec une efficacité de 50% (Dembele, 2009). Ce type d'irrigation se fait suivant une pente par rapport au point d'eau ; une condition qui n'est pas toujours vérifiée à l'amont d'un barrage. Au contraire, le semi-californien, grâce à une suppression fournie par les pompes, arrive à vaincre les contrepentes. Mettre en place un aménagement de type gravitaire est aussi onéreux, les coûts avoisinant 8.000.000 FCFA par hectare (Dembele, 2009).

L'irrigation par aspersion qui consiste à créer une pluie artificielle à l'aide d'asperseurs placés à une certaine hauteur du sol pour assurer l'apport en eau aux cultures. Ce système présente plusieurs avantages tels que les frais de main d'œuvre et d'entretien qui sont moyens (50 000 FCFA/ha/campagne). Cette technique assure une bonne uniformité d'arrosage et une économie d'eau (Harnois, 2006). Néanmoins, elle présente aussi de nombreux inconvénients. En effet, son installation est coûteuse, (autour de 3.000.000 FCFA/ha sans amenée d'eau ni amenée d'énergie). Ce système nécessite aussi un apport important en énergie qui est quatre (4) fois supérieur à celui du semi-californien vu que ce système nécessite que l'eau soit soumise à de fortes pressions supérieures dans la plupart des cas à 25 m (Sonou, Abric, 2010). Ce système exige une eau de qualité appréciable qui est fixée à environ 518 mg/l en matières en suspension (Coopération allemande au développement, 2007) contrairement au semi-californien qui est adapté aux eaux chargées. La mise en place d'unités de traitement de ces eaux à la charge d'exploitants qui ont à peine les moyens de s'approvisionner en intrants ne serait pas convenable. Nous devons aussi noter que ce système subit grandement les effets du vent. Contrairement au semi-californien qui applique la dose d'eau à même le sol, ce qui

pourrait jouer sur l'efficacité d'application du système, vu qu'en contre-saison ce sont des vents forts et secs qui prédominent. Ils sont estimés à environ 210 km/j, soit 2,43 m/s (FAO, 2012), ce qui montre la présence de vents forts dans la zone.

L'irrigation localisée qui est une méthode permettant de subvenir aux besoins en eau des cultures en appliquant des doses d'eau grâce à des goutteurs placés au pied de la plante. Cette technologie d'irrigation est la plus efficace mise au point (Belaidi, 2013) d'où une grande économie d'eau. Cette technique est 30% plus efficace que le semi-californien (TENMIYA, 2007). L'utilisation de cette pratique a aussi des inconvénients tels que la taille des kits qui couvrent une surface maximale de 500 m² ainsi que leur prix qui fait environ 150.000FCFA pour 500 m² soit 3.000.000 FCFA à l'hectare, sans amenée d'eau ni d'énergie (Sonou, Abric, 2010). Le bon fonctionnement de ce système requiert une qualité d'eau encore meilleure que celle de l'aspersion afin d'éviter le colmatage des orifices des goutteurs. La concentration de l'eau doit être inférieure à 100 mg/l (Coopération allemande au développement, 2007). L'eau de notre retenue étant très chargée, elle nécessiterait un changement régulier et un entretien constant des filtres. Cela serait difficile à effectuer par les exploitants car, ceux-ci sont à moyens très limités, vu que les filtres sont assez chers, environ 1600 euros pour une main d'eau de 10 l/s (NAANDANJAIN, 2014). Le fonctionnement de ce système va nécessiter une grande maintenance et une grande main d'œuvre du fait de sa fragilité contrairement au semi californien qui est plus simple d'utilisation et de maintenance.

Les rendements dans la zone avant aménagement sont de 15 t/ha contre 25 t/ha comme moyenne nationale en 2009 (PAFASP, 2016a), ce qui montre la faiblesse notoire des rendements. La culture de l'oignon est la culture maraichère la plus répandue au Burkina soit 43% de la production de légumes. Il est aussi à noter que l'offre est nettement inférieure à la demande du marché d'où la nécessité de développer cette filière. Avec le nouvel aménagement, nous espérons une meilleure application d'eau, une meilleure gestion de la culture pour une augmentation des rendements ce qui pourrait baisser la durée de retour sur investissement.

Concernant l'amenée d'énergie, nous optons pour des groupes destinés à alimenter les électropompes. Les motopompes étant sujettes à des fuites d'hydrocarbures contrairement aux électropompes ce qui empêcherait la pollution du puits de pompage. Le réseau de la SONABEL étant éloigné du périmètre et n'ayant pas d'espace ni de moyens suffisants, notre option pour l'utilisation de groupes électrogènes se justifie encore plus largement.

Le système semi-californien bien qu'en en vogue et d'actualité, rencontre plusieurs problèmes non seulement lors de la mise en œuvre, mais aussi lors de l'exploitation. Ces problèmes sont d'ordre technique, économique, organisationnel mais aussi politique.

Parmi les problèmes techniques, on note le mauvais dimensionnement qui empêche l'eau de couler sur certaines parcelles : cela est souvent dû à des pertes de charge trop élevées à cause de tuyauteries choisies de sections trop petites (PAFASP, 2016) ; ou à un dimensionnement fait sans prendre en compte correctement la topographie. Des situations ont déjà été observées où les besoins en eau ont été mal estimés et où les pompes ont été mal dimensionnées. À cela, nous devons ajouter la mauvaise estimation de la ressource en eau disponible pour les cultures qui est susceptible d'arriver lors de la conception. Cela est dû au manque d'investigations ce qui a pour conséquence l'assèchement des bassins de pompage et des chenaux d'amenée avant la fin des cultures.

En ce qui concerne les problèmes financiers, les terres sont souvent aménagées pour des producteurs qui n'ont pas les moyens de faire fonctionner les infrastructures telles que les pompes car trop pauvres. Ce fut le cas dans le Sourou où des aménagements ont été laissés à l'abandon par les agriculteurs par faute de moyens pécuniaires.

En ce qui concerne les problèmes organisationnels, on peut retenir le **manque d'accompagnement et la mauvaise formation des exploitants** : ceux-ci, après la réception de leurs ouvrages sont mal formés mal, suivis, ce qui fait qu'ils ne savent pas se servir des infrastructures dont ils disposent. C'est le cas de Talembika où les paysans avaient régulièrement besoin de l'entrepreneur pour faire fonctionner leurs installations. En outre, il y a aussi le **mauvais entretien** : au niveau de la plupart des aménagements qui sont fonctionnels, les exploitants ne prévoient pas de maintenance cela a pour conséquences la dégradation rapide des installations qui s'est traduit par exemple par d'importantes fuites d'huile, des pannes au niveau des pompes, des fuites d'eau sur la conduite de refoulement à Talembika mais aussi à la cassure des tuyaux comme à To. Il est à préciser qu'au niveau des exploitations surtout sur les sites communautaires des fonds de maintenance sont rarement mobilisés ce qui fait que les pannes et les changements de pièces sont difficiles à assurer. Tous ces problèmes entraînent à leur tour une hausse des coûts de fonctionnement des installations et donc un manque à gagner pour les agriculteurs. Comme autre fait, nous avons **la dynamique de gestion durable de la ressource en eau non adoptée par les exploitants**. En effet, les exploitants s'adonnent à une irrigation excessive du fait du non-respect du tour

d'eau et de la dose à appliquer cela à un effet non négligeable sur la pérennité de la ressource en eau. Nous pouvons aussi ajouter la **mauvaise utilisation des pompes** : certains producteurs, au lieu de modifier le temps d'irrigation, font varier le débit de la pompe ce qui fait baisser son rendement et augmente la consommation de la motopompe, donc les charges d'exploitation (Luc, Penot, 2012).

Concernant les interférences politiques, nous pouvons citer les cas suivant. Le projet PIP a été lancé en 1995 au Niger et a été confié à l'ANPIP (l'association nigérienne pour la promotion de l'irrigation privée). En 1999, le Burkina Faso emboita le pas du Niger avec la création de l'APIPAC (Association des Professionnels de l'Irrigation Privée et des Activités Connexes) pour la mise en œuvre du projet DIPAC (Développement de l'Irrigation Privée et des Activités Connexes). Les résultats de ces deux structures ont été très positivement appréciés, mais n'ont malheureusement pas connu de suite. L'ANPIP n'a pas fait preuve d'une grande intégrité dans la gestion des ressources financières suite à des pressions politiques. Au Burkina, la position du gouvernement consiste à ne pas vouloir mettre de l'argent public dans les mains du secteur privé, d'autant plus que le Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques ne reconnaît pas la notion de « petite irrigation privée » (Sonou, Abric, 2010).

VI. Conclusion

L'étude a permis d'effectuer une conception complète de six systèmes de type semi-californien de façon à répondre aux besoins de divers exploitants pour la culture de l'oignon en contre-saison, sur un total de 25,5 ha. Chaque système marchera de façon autonome. Les installations n'auront qu'en commun la retenue d'eau (barrage de Bonam). Elle a aussi permis d'avoir une meilleure vue du comportement de la retenue d'eau en tenant compte des apports du bassin versant ainsi que des différentes pertes en eaux et soutirages. Cette étude de la ressource en eau nous a permis de tirer comme volume à la cote plan d'eau normal 4 749 670 m³. Au niveau des plus basses eaux en considérant les apports du bassin versant, nous atteignons la cote 304,25 m pour un volume de 1 088 323 m³. Cela va permettre de voir dans quelle mesure une augmentation des surfaces irriguées à partir de la retenue d'eau du barrage de Bonam pourrait être effectuée car le restant de la ressource en eau est non négligeable.

L'aménagement aura un coût total de 110 574 800 FCFA soit 4 365 428 FCFA/ha. Les charges d'exploitation par hectare sont évaluées à environ 1 555 000 FCFA. La marge nette sur tout notre aménagement s'élève à 46 410 000 FCFA pour une durée de retour sur investissement de 3 ans.

Cet aménagement, constitué d'infrastructures robustes et faciles d'entretien et d'utilisation, convient parfaitement aux exploitants de la zone. La vulgarisation de ce système d'irrigation voir d'autres systèmes plus efficaces en eau serait bénéfique aux activités agricoles de la zone. Cela permettrait une utilisation plus efficace de l'eau, moins de pollution, dans le souci de préserver cette richesse indispensable à l'agriculture, pilier économique de la zone.

VII. Recommandations

Compte tenu de l'état avancé de la saison hivernale et des moyens dont nous disposions, certains travaux n'ont malheureusement pas été effectués. Parmi eux, nous avons :

- La collecte des échantillons de sols en différents points au niveau de chaque parcelle à aménager ;
- Une estimation plus pointue des soutirages en eau de la retenue dans le but de faire une courbe d'exploitation plus précise ;
- Les essais Porchet sur chaque parcelle afin d'avoir une valeur plus précise de la vitesse d'infiltration ;
- La collecte d'échantillons d'eau en différents points tout autour de la retenue du barrage.

Il serait convenable, afin de faire une exécution des travaux qui réponde aux attentes des exploitants, de faire la collecte de ces différentes données. Cela pourrait permettre de faire des conceptions sur mesure qui conviendrait à chaque agriculteur bénéficiant de l'appui du programme. Différentes missions devraient alors être organisées afin de rassembler ces différentes données manquantes.

Le système semi-californien est un nouveau système d'irrigation dans la zone qui n'est donc pas maîtrisée par les agriculteurs de la localité. Il faudrait alors mener des actions qui visent à faciliter l'utilisation de cette pratique culturale. Il s'agira entre autres :

- Pour le PAFASP :
Former les agriculteurs à l'utilisation du système semi californien, et les sensibiliser aux effets néfastes de l'irrigation excessive
- Pour le MAAH :
Mettre en place des structures d'appui technique et de suivi de ces aménagements lors de l'exploitation ainsi que des magasins de pièces détachées avec un personnel qualifié pour la maintenance des installations du système.
- Pour les exploitants :
Leur organisation en coopérative en vue d'assurer l'écoulement convenable des récoltes en mettant en place des comptoirs où les prix de vente seront décidés et où les

clients achèteront les produits. La création de comptoirs afin que les prix d'achats des différentes récoltes soient discutés

Avec le temps, un développement des activités agricoles est certain mais la retenue ne pourra malheureusement pas alimenter toutes les exploitations. Il faudrait alors se tourner vers des techniques plus efficaces telles que l'irrigation localisée.

Références bibliographiques

- Bandré, E. (1996). Antrophisation du couvert végétal dans la province du Namentenga et des conséquences socio-économiques.
- Banque Mondiale (2015). Données de la Banque Mondiale sur le Burkina Faso.
- Belaidi, S. (2013). Les déterminants de choix de L'irrigation localisée par les Exploitants de la mitidja. Les Cahiers Du Cread 103, 157–184.
- CIRAD (2016). Dictionnaire des espèces animales.
- Coulibaly, R. (2012). Etude/diagnostic sur les technologies d'irrigation dans le sous secteur de la petite irrigation (Ouagadougou, Burkina Faso).
- CRAAQ (2002). Guide de production des annuelles en caissette.
- Dembélé, Y. (2009). Petits périmètres irrigués riziocoles au Burkina Faso (Ouagadougou).
- DPRAH (2015). Recensement des bêtes de la province du Namentenga.
- FAO (1996). Bulletin FAO N°54: Crue et apports.
- FAO (2012). Climwat.
- GTZ (2007). Normes de qualité Eaux destinées à l'irrigation.
- Guiré, A. (2013). Orientations nationales en matière d'agriculture irriguée au Burkina Faso: Enjeux acquis et perspectives (Ouagadougou).
- Harnois, R. (2006). Colloque sur l'irrigation l'eau source de qualité et rendement cout des différents systèmes d'irrigation.
- INSD (2006). Recensement général de la population et de l'habitation (RGPH) de 2006 analyse des résultats définitifs.
- Karfo, S., Semde, A. (2008). Rapport du diagnostic récapitulatif de la gestion des ressources en eau du sous bassin de la FAGA (Province du NAMENTENGA: Direction provinciale de l'agriculture de l'hydraulique et des ressources halieutiques du Namentenga).
- Keïta, A. (2009). Cours d'irrigation par aspersion v2.17.
- LENNTTECH (2006). Normes de lenntech sur l'eau d'irrigation.
- Luc, Penot (2012). Analyse systémique de la petite irrigation villageoise au Burkina Faso. Modélisation et l'aide à la décision au niveau d'un collectif d'utilisateurs. Exploitations Agricoles, Stratégies Paysannes et Politiques Publiques: Les Apports Du Modèle Olympe 31.
- MAAH (1996). Etude du barrage et de l'aménagement dans le village de Bonam.
- MAAH (2015). Manuel technique d'aménagement des terres suivant le mode d'irrigation par réseau semi-californien au Burkina Faso.
- MDA (2008). Manuel technique de l'irrigant privé.
- NAANDANJAIN (2014). Catalogue NAANDANJAIN 2014.
- NAMR (2011). Variabilité des nitrates, nitrites et ammonium dans les eaux d'irrigation et de drainage : cas de la plaine de M'Pourié à Rosso (Mauritanie).
- PAFASP (2016a). Présentation de la filière oignon.
- PAFASP (2016b). Etude diagnostic d'un périmètre aménagé en semi-californien dans le village de Goumogho (Koudougou).
- SEEE (2007). Normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation.
- Sonou, M., Abric, S. (2010). Capitalisation d'expériences sur le développement de la petite irrigation privée pour des productions à haute valeur ajoutée en Afrique de l'Ouest. ARID, FAO, IWMI, BM, UE, FIDA, 139p.
- Soulama, S. (2003). Le groupement villageois: pertinence d'une organisation d'économie sociale au Burkina Faso. Économie et Solidarités 1, 136–155.
- TENMIYA (2007). Les savoir faire traditionnels et les innovations au défi de l'eau dans les oasis.

Annexes

| | |
|--|-----|
| ANNEXE 1 :QUESTIONNAIRES | 49 |
| ANNEXE 2: COURBE D'EXPLOITATION DE LA RETENUE DU BARRAGE DE BONAM..... | 51 |
| ANNEXE 3: NOTES DE CALCUL | 52 |
| ANNEXE 4: CALENDRIERS D'IRRIGATION | 78 |
| ANNEXE 5: DEVIS DES AMENAGEMENTS | 85 |
| ANNEXE 6: NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE | 101 |

Annexe 1 : Questionnaires

- Fiche du chef UAT

Chef UAT

| Nom | Contact |
|-----|---------|
| | |

| | |
|---|--|
| combien d'hectares sont exploités autour du barrage ? | |
| Quel volume ces exploitations consomment elles ? | |
| y a-t-il des problèmes fonciers dans votre zone? | |
| comment ceux-ci sont-ils résolus? | |
| Quelles sont les spéculations de la zone? | |
| Qu'est qui a motivé les agriculteurs à choisir ces spéculations? | |
| Combien de campagnes font ils pendant la saison sèche? | |
| de quand à quand? | |
| Y a-t-il une tendance à aller vers d'autres cultures | |
| pourquoi? | |
| Quells sont les rendements en contre saison? | |
| ou est-ce que les récoltes sont stockées | |
| comment se fait le transport de vos récoltes? | |
| ou est-ce que les récoltes sont vendues? | |
| ces récoltes se vendent-elles bien? | |
| Qui sont les clients? | |
| Quels sont les prix de vente? | |
| Les récoltes se vendent-t-elles bien? | |
| La retenue déverse-t-elle? | |
| comment les exploitants effectuent ils l'apport en eau de leur champ? | |
| quels outils agricoles utilisent-ils pour leurs activités ? | |

| | |
|---|--|
| Le semi- californien est-il répandu dans la zone ? | |
| quelles sont les difficultés rencontrées lors des activités des cultivateurs? | |

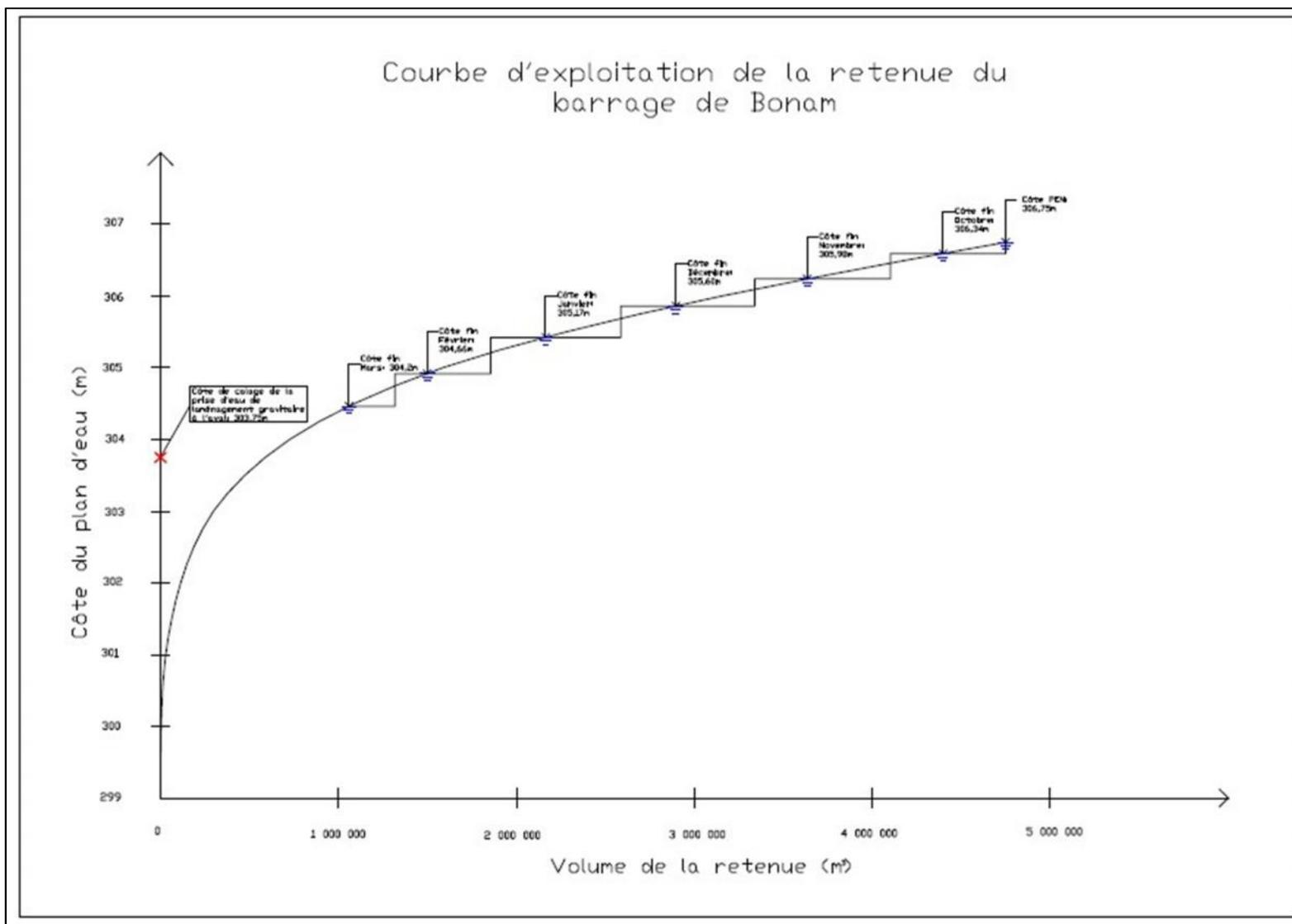
- Fiche des agriculteurs

Cultivateurs

| Nom | Contact |
|-----|---------|
| | |

| | |
|---|--|
| Comment avez-vous acquis vos terres | |
| Y a-t-il des problèmes fonciers dans votre zone? | |
| Comment ceux-ci sont-ils résolus? | |
| Que cultivez-vous? | |
| Pourquoi? | |
| Combien de campagnes faites-vous pendant la saison sèche? | |
| Pendant quelle période ? | |
| Connaissiez-vous le semi californien avant que le PAFASP ne vous en parle ? | |
| Avec l'aménagement du PAFASP que comptez-vous cultiver? | |
| Pourquoi? | |
| Combien de sacs vous produisez par campagne? | |
| Où est ce que vous stockez vos récoltes? | |
| Comment se fait le transport de vos récoltes? | |
| Où est-ce que vous vendez vos récoltes? | |
| Ces récoltes se vendent-elles bien? | |
| A qui les vendez-vous? | |
| A combien vendez-vous les récoltes? | |
| Les récoltes se vendent-t-elles bien? | |
| La retenue déverse-t-elle? | |
| Comment les exploitants effectuent ils l'apport en eau de leur champ? | |
| Quels outils agricoles utilisent-ils pour leurs activités ? | |
| Quelles sont les difficultés rencontrées lors de vos activités? | |

Annexe 2: Courbe d'exploitation de la retenue du barrage de Bonam



Annexe 3: Notes de calcul

Tableau : Calcul des besoins en eau de l'oignon

| oignon | | | | | | | | | |
|--------------|----------|------------|-------------|------------|---------|-----|-------------|------|--------|
| | Novembre | | Décembre | | janvier | | Février | | mars |
| Nom de stade | initiale | croissance | | Mi- saison | | | maturité | | |
| durée | 20 | 10 | 25 | 5 | 30 | 5 | 25 | 15 | |
| Kc | 0,5 | 0,75 | 0,75 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 0,88 | 0,88 | |
| Kc moyen | 0,58 | | 0,81 | | 1,10 | | 0,916666667 | | 0,88 |
| ET0 (mm/jr) | 5,19 | | 5,39 | | 6,13 | | 6,79 | | 7,23 |
| ETM (mm/jr) | 3,03 | | 4,356916667 | | 6,743 | | 6,224166667 | | 6,3624 |
| Pe(mm/jr) | 0,03 | | 0,03 | | 0,00 | | 0 | | 0,15 |
| BMP(mm/jr) | 3,00 | | 4,326916667 | | 6,74 | | 6,224166667 | | 6,2124 |

Tableau : calcul des besoins en eau du chou

| chou | | | | | | | |
|--------------|----------|------------|-------------|------------|-------------|----------|---------|
| | Novembre | | Décembre | | janvier | | Février |
| Nom de stade | initiale | croissance | | Mi- saison | | maturité | |
| durée | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 15 |
| Kc | 0,5 | 0,75 | 0,75 | 1 | 1 | 0,875 | 0,875 |
| Kc moyen | 0,54 | | 0,79 | | 0,98 | | 0,875 |
| ET0 (mm/jr) | 5,19 | | 5,39 | | 6,13 | | 6,79 |
| ETM (mm/jr) | 2,81 | | 4,267083333 | | 6,002291667 | | 5,94125 |
| Pe(mm/jr) | 0,03 | | 0,03 | | 0,00 | | 0 |
| BMP(mm/jr) | 2,78 | | 4,237083333 | | 6,00 | | 5,94125 |

Tableau : calcul des besoins en eau de la tomate

| tomate | | | | | | |
|--------------|----------|------------|----------|------------|---------|----------|
| | Novembre | | Décembre | | janvier | |
| Nom de stade | Initiale | Croissance | | Mi- saison | | Maturité |
| durée | 25 | 5 | 20 | 10 | 10 | 20 |
| Kc | 0,4 | 0,7 | 0,7 | 1 | 1 | 0,65 |
| Kc moyen | 0,45 | | 0,8 | | 0,77 | |
| ET0 (mm/jr) | 5,19 | | 5,39 | | 6,13 | |
| ETM (mm/jr) | 2,3355 | | 4,31 | | 4,70 | |
| Pe(mm/jr) | 0,03 | | 0,030 | | 0 | |
| BMP(mm/jr) | 2,31 | | 4,28 | | 4,70 | |

Tableau : Calcul des besoins en eau du piment

| Piment | | | | | | |
|--------------|-----------------|----------|-----------------|---------|---------|---------|
| | Novembre | Décembre | | janvier | Fevrier | Mars |
| Nom de stade | après repiquage | | couvert complet | | | récolte |
| durée | 30 | 15 | 15 | 30 | 30 | 15 |
| Kc | 0,4 | 0,4 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,85 |
| Kc moyen | 0,4 | 0,68 | | 0,95 | 0,95 | 0,85 |
| ET0 (mm/jr) | 5,19 | 5,39 | | 6,13 | 6,79 | 7,23 |
| ETM (mm/jr) | 2,076 | 3,63825 | | 5,8235 | 6,4505 | 6,1455 |
| Pe(mm/jr) | 0,03 | 0,03 | | 0 | 0 | 0,15 |
| BMP(mm/jr) | 2,046 | 3,60825 | | 5,8235 | 6,4505 | 5,9955 |

Tableau : Préliminary design 3ha et 1 quartier hydraulique en terrain argileux

| Suite du préliminary design 3ha 1 QH A | | | | | | |
|---|--------------|--------------|-------------|------------|--------|--|
| Mois | Novembr e | Décembr e | Janvie r | Févie r | Mars | |
| BMP retenu (mm/jr) | 3,00 | 4,33 | 6,74 | 6,22 | 6,21 | |
| ⁰ Fc (mm) | 200,00 | 200,00 | 200,00 | 200,00 | 200,00 | |
| ⁰ Wp (mm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| RU (mm/m) | 200,00 | 200,00 | 200,00 | 200,00 | 200,00 | |
| P | 0,57 | 0,45 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | |
| Zr (m) | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | |
| RFU (mm) | 34,32 | 35,84 | 23,10 | 24,45 | 24,10 | |
| A (ha) | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | |
| Vp (m3) | 1029,60 | 1075,20 | 693,00 | 733,50 | 723,00 | |
| F(j) | 11,44 | 8,28 | 3,43 | 3,93 | 3,88 | |
| T(j) | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | |
| Dose réelle Dr (mm) | 10,38 | 14,99 | 23,33 | 21,53 | 21,50 | |
| Pr facteur de tarissement réel Pr | 0,17 | 0,19 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | |
| Efficienc E (climat chaud) | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | |
| Dose brute Db (mm) | 14,84 | 21,41 | 33,33 | 30,76 | 30,71 | |
| Tw max (H/jr) | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | |
| Débit d'équipement qe (l/s/ha) | 1,37 | 1,98 | 3,09 | 2,85 | 2,84 | |
| Superficie d'une parcelle (ha) | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | |
| Nombre de parcelles d'un quartier hydraulique | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | |
| Superficie d'un quartier hydraulique (ha) | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | |
| Débit d'arrosage par quartier hydraulique (l/s) | 4,12 | 5,95 | 9,26 | 8,54 | 8,53 | |
| Vitesse d'infiltration (mm/h) | 8,51 | 8,51 | 8,51 | 8,51 | 8,51 | |

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Débit exigé par le sol pour une parcelle (l/s) | 5,91 | 5,91 | 5,91 | 5,91 | 5,91 |
| Main d'eau (l/s) | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Temps d'irrigation par unité de surface (h/ha) | 4,12 | 5,95 | 9,26 | 8,54 | 8,53 |
| Temps d'irrigation par parcelle (h/parcelle) | 1,03 | 1,49 | 2,31 | 2,14 | 2,13 |
| Temps retenu (h) | 1,00 | 1,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |
| Temps d'irrigation par quartier hydraulique (h) | 12,00 | 18,00 | 30,00 | 30,00 | 30,00 |
| superficie du quartier hydraulique | 7,28 | 5,04 | 3,24 | 3,51 | 3,52 |

Tableau : Préliminary design 4ha et 2 quartier hydraulique en terrain argileux

| Suite du préliminary design (4ha) 2QH A | | | | | |
|---|--------------|--------------|-------------|-------------|------------|
| Mois | Novemb re | Décemb re | Janvi er | Févri er | Mars |
| BMP retenu (mm/jr) | 3,00 | 4,33 | 6,74 | 6,22 | 6,21 |
| ⁰ Fc (mm) | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| ⁰ Wp (mm) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| RU (mm/m) | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| P | 0,572 | 0,448 | 0,23 1 | 0,24 45 | 0,24 1 |
| Zr (m) | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| RFU (mm) | 34,32 | 35,84 | 23,1 0 | 24,4 5 | 24,1 0 |
| A (ha) | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 |
| Vp (m3) | 1372,80 | 1433,60 | 924, 00 | 978, 00 | 964, 00 |
| F(j) | 11,44 | 8,28 | 3,43 | 3,93 | 3,88 |
| T(j) | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Dose réelle Dr (mm) | 10,38 | 14,99 | 23,3 3 | 21,5 3 | 21,5 0 |
| Pr facteur de tarissement réel Pr | 0,17 | 0,19 | 0,23 | 0,22 | 0,21 |
| Efficienc E (climat chaud) | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| Dose brute Db (mm) | 14,84 | 21,41 | 33,3 3 | 30,7 6 | 30,7 1 |
| Tw max (H/jr) | 10,00 | 10,00 | 10,0 0 | 10,0 0 | 10,0 0 |
| Débit d'équipement qe (l/s/ha) | 1,37 | 1,98 | 3,09 | 2,85 | 2,84 |
| Superficie d'une parcelle (ha) | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Nombre de parcelles d'un quartier hydraulique | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| Superficie d'un quartier hydraulique (ha) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Débit d'arrosage par quartier hydraulique (l/s) | 2,75 | 3,97 | 6,17 | 5,70 | 5,69 |
| Vitesse d'infiltration (mm/h) | 8,51 | 8,51 | 8,51 | 8,51 | 8,51 |
| Débit exigé par le sol pour une parcelle (l/s) | 5,91 | 5,91 | 5,91 | 5,91 | 5,91 |
| Main d'eau (l/s) | 10,00 | 10,00 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |

| | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|
| | | | 0 | 0 | 0 |
| Temps d'irrigation par unité de surface (h/ha) | 4,12 | 5,95 | 9,26 | 8,54 | 8,53 |
| Temps d'irrigation par parcelle (h/parcelle) | 1,03 | 1,49 | 2,31 | 2,14 | 2,13 |
| Temps retenu (h) | 1,00 | 1,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |
| Temps d'irrigation par quartier hydraulique (h) | 8 | 12 | 20 | 20 | 20 |
| superficie du quartier hydraulique | 7,28 | 5,04 | 3,24 | 3,51 | 3,52 |

Tableau : Préliminary design 4,5ha et 2 quartiers hydrauliques en terrain argilo limoneux

| Suite du préliminary design (4,5ha) 2QH AL | | | | | |
|---|--------------|--------------|-------------|------------|---------|
| Mois | Novemb re | Décemb re | Janvie r | Févie r | Mars |
| BMP retenu (mm/jr) | 3,00 | 4,33 | 6,74 | 6,22 | 6,21 |
| ⁰ Fc (mm) | 235,00 | 235,00 | 235,00 | 235,00 | 235,00 |
| ⁰ Wp (mm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| RU (mm/m) | 235,00 | 235,00 | 235,00 | 235,00 | 235,00 |
| P | 0,57 | 0,45 | 0,23 | 0,24 | 0,24 |
| Zr (m) | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| RFU (mm) | 40,33 | 42,11 | 27,14 | 28,73 | 28,32 |
| A (ha) | 4,50 | 4,50 | 4,50 | 4,50 | 4,50 |
| Vp (m3) | 1814,67 | 1895,04 | 1221,41 | 1292,79 | 1274,29 |
| F(j) | 13,44 | 9,73 | 4,03 | 4,62 | 4,56 |
| T(j) | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Dose réelle Dr (mm) | 10,38 | 14,99 | 23,33 | 21,53 | 21,50 |
| Pr facteur de tarissement réel Pr | 0,15 | 0,16 | 0,20 | 0,18 | 0,18 |
| Efficienc E (climat chaud) | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| Dose brute Db (mm) | 14,84 | 21,41 | 33,33 | 30,76 | 30,71 |
| Tw max (H/jr) | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Débit d'équipement qe (l/s/ha) | 1,37 | 1,98 | 3,09 | 2,85 | 2,84 |
| Superficie d'une parcelle (ha) | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Nombre de parcelles d'un quartier hydraulique | 9,00 | 9,00 | 9,00 | 9,00 | 9,00 |
| Superficie d'un quartier hydraulique (ha) | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 2,25 |
| Débit d'arrosage par quartier hydraulique (l/s) | 3,09 | 4,46 | 6,94 | 6,41 | 6,40 |
| Vitesse d'infiltration (mm/h) | 4,36 | 4,36 | 4,36 | 4,36 | 4,36 |
| Débit exigé par le sol pour une parcelle (l/s) | 3,03 | 3,03 | 3,03 | 3,03 | 3,03 |
| Main d'eau (l/s) | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Temps d'irrigation par unité de surface (h/ha) | 4,12 | 5,95 | 9,26 | 8,54 | 8,53 |
| Temps d'irrigation par parcelle (h/parcelle) | 1,03 | 1,49 | 2,31 | 2,14 | 2,13 |
| Temps retenu (h) | 1,00 | 1,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |
| Temps d'irrigation par quartier hydraulique | 9,00 | 13,50 | 22,50 | 22,50 | 22,50 |

| | | | | | |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|
| (h) | | | | | |
| superficie du quartier hydraulique | 7,28 | 5,04 | 3,24 | 3,51 | 3,52 |

Tableau : Préliminary design 6ha et 2 quartiers hydrauliques en terrain argileux

| Suite du préliminary design (6ha) 3QH A | | | | | |
|---|----------|----------|---------|---------|---------|
| Mois | Novembre | Décembre | Janvier | Février | Mars |
| BMP retenu (mm/jr) | 3,00 | 4,33 | 6,74 | 6,22 | 6,21 |
| ⁰ Fc (mm) | 200,00 | 200,00 | 200,00 | 200,00 | 200,00 |
| ⁰ Wp (mm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| RU (mm/m) | 200,00 | 200,00 | 200,00 | 200,00 | 200,00 |
| P | 0,57 | 0,45 | 0,23 | 0,24 | 0,24 |
| Zr (m) | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| RFU (mm) | 34,32 | 35,84 | 23,10 | 24,45 | 24,10 |
| A (ha) | 6,00 | 6,00 | 6,00 | 6,00 | 6,00 |
| Vp (m3) | 2059,20 | 2150,40 | 1386,00 | 1467,00 | 1446,00 |
| F(j) | 11,44 | 8,28 | 3,43 | 3,93 | 3,88 |
| T(j) | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Dose réelle Dr (mm) | 10,38 | 14,99 | 23,33 | 21,53 | 21,50 |
| Pr facteur de tarissement réel Pr | 0,17 | 0,19 | 0,23 | 0,22 | 0,21 |
| EfficiencE (climat chaud) | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| Dose brute Db (mm) | 14,84 | 21,41 | 33,33 | 30,76 | 30,71 |
| Tw max (H/jr) | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Débit d'équipement qe (l/s/ha) | 1,37 | 1,98 | 3,09 | 2,85 | 2,84 |
| Superficie d'une parcelle (ha) | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Nombre de parcelles d'un quartier hydraulique | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| Superficie d'un quartier hydraulique (ha) | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| Débit d'arrosage par quartier hydraulique (l/s) | 2,75 | 3,97 | 6,17 | 5,70 | 5,69 |
| Vitesse d'infiltration (mm/h) | 8,51 | 8,51 | 8,51 | 8,51 | 8,51 |
| Débit exigé par le sol pour une parcelle (l/s) | 5,91 | 5,91 | 5,91 | 5,91 | 5,91 |
| Main d'eau (l/s) | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Temps d'irrigation par unité de surface (h/ha) | 4,12 | 5,95 | 9,26 | 8,54 | 8,53 |
| Temps d'irrigation par parcelle (h/parcelle) | 1,03 | 1,49 | 2,31 | 2,14 | 2,13 |
| Temps retenu (h) | 1,00 | 1,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |
| Temps d'irrigation par quartier hydraulique (h) | 8,00 | 12,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| superficie du quartier hydraulique | 7,28 | 5,04 | 3,24 | 3,51 | 3,52 |

Tableau : Préliminary design 4ha et 2 quartiers hydrauliques en terrain argilo limoneux

| Suite du préliminary design (4ha) 2QH AL | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
|--|--|--|--|--|--|

Mémoire de fin d'étude : Développement de la petite irrigation au Burkina Faso : cas d'un aménagement de type semi-californien à l'amont du barrage de Bonam (Namentenga)

| Mois | Novembre | Décembre | Janvier | Février | Mars |
|---|----------|----------|---------|---------|---------|
| BMP retenu (mm/jr) | 3,00 | 4,33 | 6,74 | 6,22 | 6,21 |
| ⁰ Fc (mm) | 235 | 235 | 235 | 235 | 235 |
| ⁰ Wp (mm) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| RU (mm/m) | 235 | 235 | 235 | 235 | 235 |
| P | 0,572 | 0,448 | 0,231 | 0,2445 | 0,241 |
| Zr (m) | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| RFU (mm) | 40,33 | 42,11 | 27,14 | 28,73 | 28,32 |
| A (ha) | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 |
| Vp (m3) | 1613,04 | 1684,48 | 1085,70 | 1149,15 | 1132,70 |
| F(j) | 13,44 | 9,73 | 4,03 | 4,62 | 4,56 |
| T(j) | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Dose réelle Dr (mm) | 10,38 | 14,99 | 23,33 | 21,53 | 21,50 |
| Pr facteur de tarissement réel Pr | 0,15 | 0,16 | 0,20 | 0,18 | 0,18 |
| Efficienc e E (climat chaud) | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| Dose brute Db (mm) | 14,84 | 21,41 | 33,33 | 30,76 | 30,71 |
| Tw max (H/jr) | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Débit d'équipement qe (l/s/ha) | 1,37 | 1,98 | 3,09 | 2,85 | 2,84 |
| Superficie d'une parcelle (ha) | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Nombre de parcelles d'un quartier hydraulique | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| Superficie d'un quartier hydraulique (ha) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Débit d'arrosage par quartier hydraulique (l/s) | 2,75 | 3,97 | 6,17 | 5,70 | 5,69 |
| Vitesse d'infiltration (mm/h) | 4,36 | 4,36 | 4,36 | 4,36 | 4,36 |
| Débit exigé par le sol pour une parcelle (l/s) | 3,03 | 3,03 | 3,03 | 3,03 | 3,03 |
| Main d'eau (l/s) | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Temps d'irrigation par unité de surface (h/ha) | 4,12 | 5,95 | 9,26 | 8,54 | 8,53 |
| Temps d'irrigation par parcelle (h/parcelle) | 1,03 | 1,49 | 2,31 | 2,14 | 2,13 |
| Temps retenu (h) | 1,00 | 1,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |
| Temps d'irrigation par quartier hydraulique (h) | 8 | 12 | 20 | 20 | 20 |
| superficie du quartier hydraulique | 7,28 | 5,04 | 3,24 | 3,51 | 3,52 |

Tableau : Dimensionnement des conduites d'amenée

| Dimensionnement de la conduite d'amenée Z.A | | | | | | | |
|---|-----|-----------|-----|-------|---------|-------|-----------|
| pdc | L | Dth | DN | Di | Vitesse | pente | dénivelée |
| 4 | 736 | 0,1316251 | 140 | 134,4 | 0,705 | 0,002 | 1,472 |

| Dimensionnement de la conduite d'amenée B.K | | | | | | | |
|---|------|-------------|-----|-----|---------|-------|-----------|
| pdv | L | Dth | DN | Di | Vitesse | penne | dénivelée |
| 4 | 1019 | 0,212907564 | 225 | 216 | 0,82 | 0,002 | 2,038 |

| Dimensionnement de la conduite d'amenée .B.S | | | | | | | |
|--|-----|-------------|-----|-----|-------------|-------|-----------|
| pdv | L | Dth | DN | Di | Vitesse | penne | dénivelée |
| 1,3 | 485 | 0,197582149 | 200 | 192 | 0,690776663 | 0,002 | 0,97 |

| Dimensionnement de la conduite d'amenée Z.M | | | | | | | |
|---|------|-------------|-----|-----|-----------|-------|-----------|
| pdv | L | Dth | DN | Di | Vitesse | penne | dénivelée |
| 4 | 1063 | 0,184313919 | 200 | 192 | 0,6907767 | 0,002 | 2,126 |

| Dimensionnement de la conduite d'amenée S.M | | | | | | | |
|---|-----|-------------|-----|-----|-------------|-------|-----------|
| pdv | L | Dth | DN | Di | Vitesse | penne | dénivelée |
| 2 | 631 | 0,190910526 | 200 | 192 | 0,690776663 | 0,002 | 1,262 |

| Dimensionnement de la conduite d'amenée B.T | | | | | | | |
|---|-----|-------------|-----|-----|-------------|-------|-----------|
| pdv | L | Dth | DN | Di | Vitesse | penne | dénivelée |
| 2 | 632 | 0,190972485 | 200 | 192 | 0,690776663 | 0,002 | 1,264 |

Mémoire de fin d'étude : Développement de la petite irrigation au Burkina Faso : cas d'un aménagement de type semi-californien à l'amont du barrage de Bonam (Namentenga)

Tableau : dimensionnement des conduites de distribution et détermination de la hauteur du bassin versant Z.A

| Tronçon | Longueur (m) | Q (l/s) | D th (mm) | Di (mm) | Dn (mm) | Vréel (m/s) | Zamont (m) | Zaval (m) | I (m/m) | PDC (m/m) | PDC+I (m/m) | Denivelée+pdc (m) | Pservice (m) | Z*aval (m) | Href (m) |
|---------|--------------|---------|-----------------|---------|---------|-------------|------------|-----------|----------------------|-----------|-------------|-------------------|--------------|------------|----------|
| SP-B | | | | | | | | | | | | | 1,19 | | |
| B-N1 | 52 | 10 | 123,60 77446 | 120 | 125 | 0,88 | 306,25 | 306,2 | - 0,00096 154 | 0,008 | 0,007 | 0,36 | 0,89 | 307,4 4 | 1,19 |
| N1-P | 152 | 10 | 123,60 77446 | 120 | 125 | 0,88 | 306,2 | 305 | - 0,00789 4737 | 0,008 | 0,000 | 0,00 | 0,50 | 305,5 0 | -0,70 |
| N1-N2 | 50 | 10 | 123,60 77446 | 120 | 125 | 0,88 | 306,2 | 306,2 | 0 | 0,008 | 0,008 | 0,39 | 0,49 | 307,0 9 | 0,89 |
| N2-P | 152 | 10 | 123,60 77446 | 120 | 125 | 0,88 | 306,2 | 305,5 | - 0,00460 5263 | 0,008 | 0,003 | 0,50 | 0,50 | 306,5 0 | 0,30 |
| N2-N3 | 50 | 10 | 123,60 77446 | 120 | 125 | 0,88 | 306,2 | 306,2 | 0 | 0,008 | 0,008 | 0,39 | 0,10 | 306,6 9 | 0,49 |
| N3-P | 152 | 10 | 123,60 77446 | 120 | 125 | 0,88 | 306,2 | 305,4 | - 0,00526 3158 | 0,008 | 0,003 | 0,40 | 0,50 | 306,3 0 | 0,10 |

Tableau : dimensionnement des conduites de distribution et détermination de la hauteur du bassin versant B.K

| Tronçon | Longueur (m) | Q (l/s) | D th (mm) | Di (mm) | Dn (mm) | Vréel (m/s) | Zamont (m) | Zaval (m) | I (m/m) | PDC (m/m) | PDC+I (m/m) | Denivelée+pdc (m) | Pservice (m) | Z*aval (m) | Href (m) |
|---------|--------------|---------|---------------|---------|---------|-------------|------------|-----------|---------|-----------|-------------|-------------------|--------------|------------|----------|
| SP-B | | | | | | | | | | | | | 1,70 | | |
| B-N1 | 102 | 10 | 123,6 0774 | 120 | 125 | 0,88 | 306,3 | 306,25 | 0,000 | 0,008 | 0,007 | 0,75 | 0,20 | 307,20 | 0,90 |
| N1-P | 152 | 10 | 123,6 0774 | 120 | 125 | 0,88 | 306,25 | 305,5 | -0,005 | 0,008 | 0,003 | 0,45 | 0,50 | 306,45 | 0,20 |
| B-N2 | 2 | 10 | 123,6 0774 | 120 | 125 | 0,88 | 306,3 | 306,25 | -0,025 | 0,008 | -0,017 | -0,03 | 0,00 | 306,21 | -0,09 |
| N2-P | 152 | 10 | 123,6 0774 | 120 | 125 | 0,88 | 306,25 | 305,4 | -0,006 | 0,008 | 0,002 | 0,35 | 0,50 | 306,25 | 0,00 |
| B-N3 | 102 | 10 | 123,6 0774 | 120 | 125 | 0,88 | 306,3 | 306,25 | 0,000 | 0,008 | 0,007 | 0,75 | 1,00 | 308,00 | 1,70 |
| N3-P | 152 | 10 | 123,6 0774 | 120 | 125 | 0,88 | 306,25 | 305,9 | -0,002 | 0,008 | 0,006 | 0,85 | 0,50 | 307,25 | 1,00 |

Tableau : dimensionnement des conduites de distribution et détermination de la hauteur du bassin versant B.S

| Tronçon | Longueur (m) | Q (l/s) | D th (mm) | Di (mm) | Dn (mm) | Vréel (m/s) | Zamont (m) | Zaval (m) | I (m/m) | PDC (m/m) | PDC+I (m/m) | Denivelée+pdc (m) | Pservice (m) | Z*aval (m) | Href (m) |
|---------|--------------|---------|-----------------|---------|---------|-------------|------------|-----------|---------|-----------|-------------|-------------------|--------------|------------|----------|
| SP-B | | | | | | | | | | | | | 0,53 | | |
| B-N1 | 2 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 312,8 | 312,8 | 0 | 0,0079 | 0,0079 | 0,02 | 0,52 | 313,33 | 0,53 |
| N1-P | 2 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 312,8 | 312,8 | 0 | 0,0079 | 0,0079 | 0,02 | 0,50 | 313,32 | 0,52 |
| N1-N2 | 50 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 312,8 | 312 | -0,016 | 0,0079 | -0,0081 | -0,41 | 0,52 | 312,11 | -0,69 |
| N2-P | 2 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 312,2 | 312,2 | 0 | 0,0079 | 0,0079 | 0,02 | 0,50 | 312,72 | 0,52 |
| B-N3 | 118 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 312,8 | 312 | -0,0068 | 0,0079 | 0,0011 | 0,13 | 0,52 | 312,65 | -0,15 |
| N3-P | 2 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 312 | 312 | 0 | 0,0079 | 0,0079 | 0,02 | 0,50 | 312,52 | 0,52 |
| N3-N4 | 50 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 312 | 311,7 | -0,006 | 0,0079 | 0,0019 | 0,09 | 0,52 | 312,31 | 0,31 |
| N4-P | 2 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 311,7 | 311,7 | 0 | 0,0079 | 0,0079 | 0,02 | 0,50 | 312,22 | 0,52 |

Tableau : dimensionnement des conduites de distribution et détermination de la hauteur du bassin versant Z.M

| Tronçon | Longueur (m) | Q (l/s) | D th (mm) | Di (mm) | Dn (mm) | Vréel (m/s) | Zamont (m) | Zaval (m) | I (m/m) | PDC (m/m) | PDC+I (m/m) | Denivelée+pdc (m) | Pservice (m) | Z*aval (m) | Href (m) |
|---------|--------------|---------|-----------------|---------|---------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------------|--------------|---------------|----------|
| SP-B | | | | | | | | | | | | | 1,14 | | |
| B-N1 | 2 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 308,9 | 308,9 | 0 | 0,0079 | 0,0079 | 0,016 | 1,12 | 310,03 5 | 1,14 |
| N1-P | 2 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 308,9 | 308,8 | - 0,05 | 0,0079 | -0,0421 | -0,084 | 0,50 | 309,21 575 | 0,32 |
| B-N2 | 102 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 308,9 | 308,9 | 0 | 0,0079 | 0,0079 | 0,803 | 0,32 | 310,01 925 | 1,12 |
| N2-P | 2 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 308,9 | 308,8 | - 0,05 | 0,0079 | -0,0421 | -0,084 | 0,50 | 309,21 575 | 0,32 |

Tableau : dimensionnement des conduites de distribution et détermination de la hauteur du bassin versant S.M

| Tronçon | Longueur (m) | Q (l/s) | D th (mm) | Di (mm) | Dn (mm) | Vréel (m/s) | Zamont (m) | Zaval (m) | I (m/m) | PDC (m/m) | PDC+I (m/m) | Denivelée+pdc (m) | Pservice (m) | Z*aval (m) | Href (m) |
|---------|--------------|---------|-----------|---------|---------|-------------|------------|-----------|---------|-----------|-------------|-------------------|--------------|------------|----------|
| SP-B | | | | | | | | | | | | | 1,322 | | |
| B-N1 | 34 | 10 | 123,61 | 120 | 125 | 0,884 | 308,5 | 308,45 | -0,0015 | 0,0079 | 0,0064 | 0,2178 | 1,154 | 309,822 | 1,32 |
| N1-P | 211 | 10 | 123,61 | 120 | 125 | 0,884 | 308,45 | 307,5 | -0,0045 | 0,0079 | 0,0034 | 0,7121 | 0,500 | 308,712 | 0,26 |
| B-N2 | 173 | 10 | 123,61 | 120 | 125 | 0,884 | 308,5 | 308,3 | -0,0012 | 0,0079 | 0,0067 | 1,1628 | 0,191 | 309,654 | 1,15 |
| N2-P | 202 | 10 | 123,61 | 120 | 125 | 0,884 | 308,3 | 307,35 | -0,0047 | 0,0079 | 0,0032 | 0,6412 | 0,500 | 308,491 | 0,19 |

Tableau : dimensionnement des conduites de distribution et détermination de la hauteur du bassin versant B.T

| Tronçon | Longueur (m) | Q (l/s) | D th (mm) | Di (mm) | Dn (mm) | Vréel (m/s) | Zamont (m) | Zaval (m) | I (m/m) | PDC (m/m) | PDC+I (m/m) | Denivelée+pdc (m) | Pservice (m) | Z*aval (m) | Href (m) |
|---------|--------------|---------|-----------------|---------|---------|-------------|------------|-----------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|--------------|------------|----------|
| SP-B | | | | | | | | | | | | | 1,19 | | |
| B-N1 | 2 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 307,5 | 307,5 | 0 | 0,0079 | 0,0079 | 0,016 | 1,18 | 308,69 | 1,19 |
| N1-P | 340 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 307,5 | 306,5 | - 0,00 29 | 0,0079 | 0,0049 | 1,678 | 0,50 | 308,68 | 1,18 |
| B-N2 | 2 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 307,5 | 307,5 | 0 | 0,0079 | 0,0079 | 0,016 | 0,88 | 308,39 | 0,89 |
| N2-P | 302 | 10 | 123,607 7446 | 120 | 125 | 0,88 | 307,5 | 306,5 | - 0,00 33 | 0,0079 | 0,0046 | 1,379 | 0,50 | 308,38 | 0,88 |

Tableaux : Dimensionnement des bassins tampons

| Dimensionnement du bassin tampon Z.A | |
|--------------------------------------|-------|
| Q | 10 |
| hc | 0,040 |
| e | 0,14 |
| s | 0,06 |
| L | 0,40 |
| h | 0,06 |
| Z minimal | 0,02 |
| Z choisi | 0,3 |
| X | 0,45 |
| V | 0,02 |
| p | 0,11 |
| ho | 0,12 |
| H radier | 1,19 |
| Ha | 1,51 |
| revanche | 0,2 |
| Htotal | 1,71 |

| Dimensionnement du bassin tampon B.K | |
|--------------------------------------|-------|
| Q | 10 |
| hc | 0,040 |
| e | 0,14 |
| s | 0,06 |
| L | 0,40 |
| h | 0,06 |
| Z minimal | 0,02 |
| Z choisi | 0,3 |
| X | 0,45 |
| V | 0,02 |
| p | 0,11 |
| ho | 0,12 |
| H radier | 1,70 |
| Ha | 2,06 |
| revanche | 0,2 |
| Htotal | 2,26 |

| Dimensionnement du bassin tampon B.S | |
|--------------------------------------|-------|
| Q | 10 |
| hc | 0,040 |
| e | 0,14 |
| s | 0,06 |
| L | 0,40 |
| h | 0,06 |
| Z minimal | 0,02 |
| Z choisi | 0,3 |
| X | 0,45 |
| V | 0,02 |
| p | 0,11 |
| ho | 0,12 |
| H radier | 0,53 |
| Ha | 0,89 |
| revanche | 0,2 |
| Htotal | 1,09 |

| Dimensionnement du bassin tampon Z.M | |
|--------------------------------------|-------|
| Q | 10 |
| hc | 0,040 |
| e | 0,14 |
| s | 0,06 |
| L | 0,40 |
| h | 0,06 |
| Z minimal | 0,02 |
| Z choisi | 0,3 |
| X | 0,45 |
| V | 0,02 |
| p | 0,11 |
| ho | 0,12 |
| H radier | 1,14 |
| Ha | 1,49 |
| revanche | 0,2 |
| Htotal | 1,69 |

| Dimensionnement du bassin tampon S.M | |
|--------------------------------------|-------|
| Q | 10 |
| hc | 0,040 |
| e | 0,14 |
| s | 0,06 |
| L | 0,40 |
| h | 0,06 |
| Z minimal | 0,02 |
| Z choisi | 0,3 |
| X | 0,45 |
| V | 0,02 |
| p | 0,11 |
| ho | 0,12 |
| H radier | 1,32 |
| Ha | 1,68 |
| revanche | 0,2 |
| Htotal | 1,88 |

| Dimensionnement du bassin tampon S.M | |
|--------------------------------------|-------|
| Q | 10 |
| hc | 0,040 |
| e | 0,14 |
| s | 0,06 |
| L | 0,40 |
| h | 0,06 |
| Z minimal | 0,02 |
| Z choisi | 0,3 |
| X | 0,45 |
| V | 0,02 |
| p | 0,11 |
| ho | 0,12 |
| H radier | 1,19 |
| Ha | 1,55 |
| revanche | 0,2 |
| Htotal | 1,75 |

Tableaux : Dimensionnement des conduites de refoulement

| Dimensionnement de la conduite de refoulement Z.A | | |
|---|--------|---------|
| Formule | Q(l/s) | D(mm) |
| Bresse | 10 | 150,000 |
| Bresse modifiée | 10 | 172,355 |
| Flamand | | 125,00 |
| moyenne | | 149,12 |
| DN | | 160 |
| Di | | 153,6 |

| Dimensionnement de la conduite de refoulement B.K | | |
|---|--------|---------|
| Formule | Q(l/s) | D(mm) |
| Bresse | 30 | 259,808 |
| Bresse modifiée | 30 | 248,579 |
| Flamand | | 216,00 |
| moyenne | | 241,46 |
| DN | | 250 |
| Di | | 240 |

| Dimensionnement de la conduite de refoulement B.S | | |
|---|--------|---------|
| Formule | Q(l/s) | D(mm) |
| Bresse | 20 | 212,132 |
| Bresse modifiée | 20 | 217,153 |
| Flamand | | 175,00 |
| moyenne | | 201,43 |
| DN | | 250 |
| Di | | 240 |

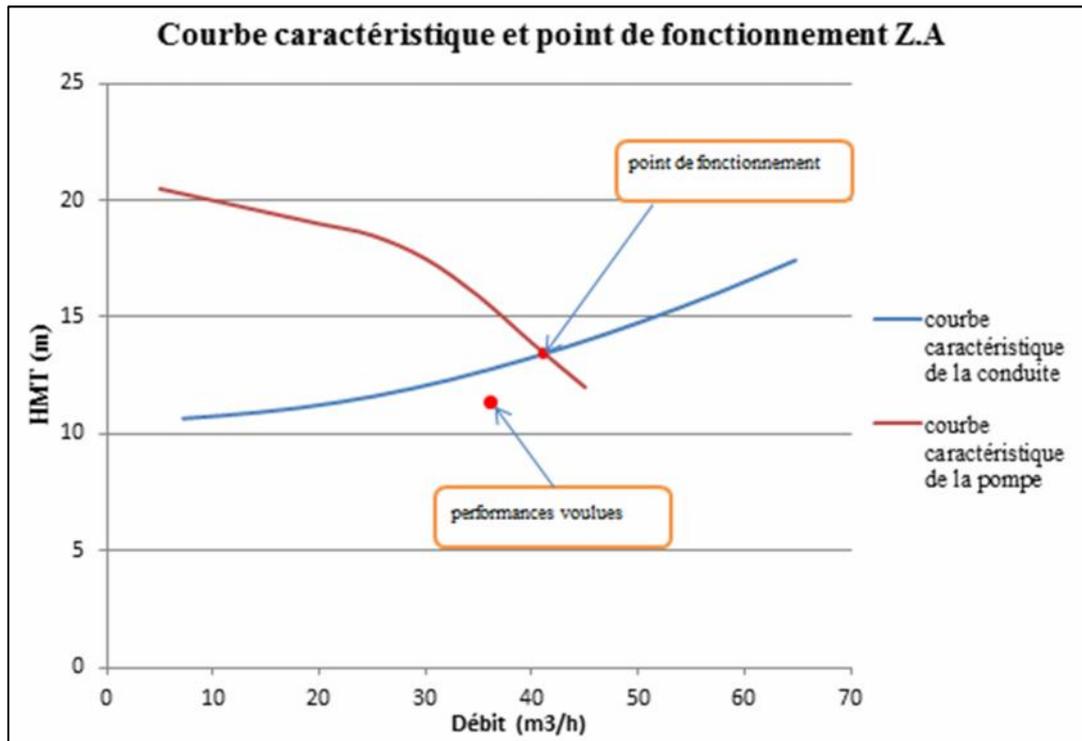
| Dimensionnement de la conduite de refoulement Z.M | | |
|---|--------|---------|
| Formule | Q(l/s) | D(mm) |
| Bresse | 20 | 212,132 |
| Bresse modifiée | 20 | 217,153 |
| Flamand | | 175,00 |
| moyenne | | 201,43 |
| DN | | 250 |
| Di | | 240 |

| Dimensionnement de la conduite de refoulement S.M | | |
|---|--------|---------|
| Formule | Q(l/s) | D(mm) |
| Bresse | 20 | 212,132 |
| Bresse modifiée | 20 | 217,153 |
| Flamand | | 175,00 |
| moyenne | | 201,43 |
| DN | | 250 |
| Di | | 240 |

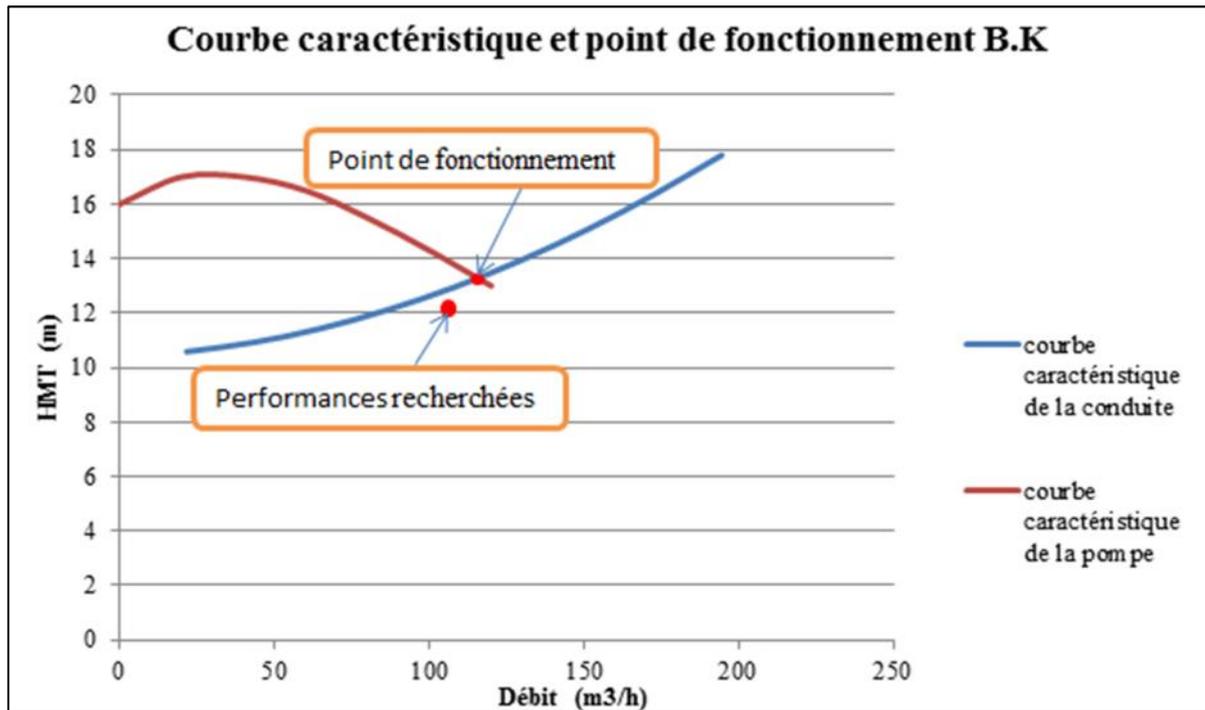
| Dimensionnement de la conduite de refoulement B.T | | |
|---|--------|---------|
| Formule | Q(l/s) | D(mm) |
| Bresse | 20 | 212,132 |
| Bresse modifiée | 20 | 217,153 |
| Flamand | | 175,00 |
| moyenne | | 201,43 |
| DN | | 250 |
| Di | | 240 |

Tableau : Dimensionnement des pompes

| détermination de la HMT et de la puissance Z.A | |
|--|----------|
| Zmax | 307,7558 |
| Ze | 300,6000 |
| Z pompe | 306,1800 |
| D | 0,1536 |
| Vasp | 0,5397 |
| Hasp | 5,5800 |
| Jasp | 0,0148 |
| L ref | 8,0000 |
| j ref | 0,0021 |
| J ref | 0,0172 |
| HMT | 12,7530 |
| rendement | 0,8400 |
| P kw | 4,1371 |
| NPSH disponible | 4,7352 |

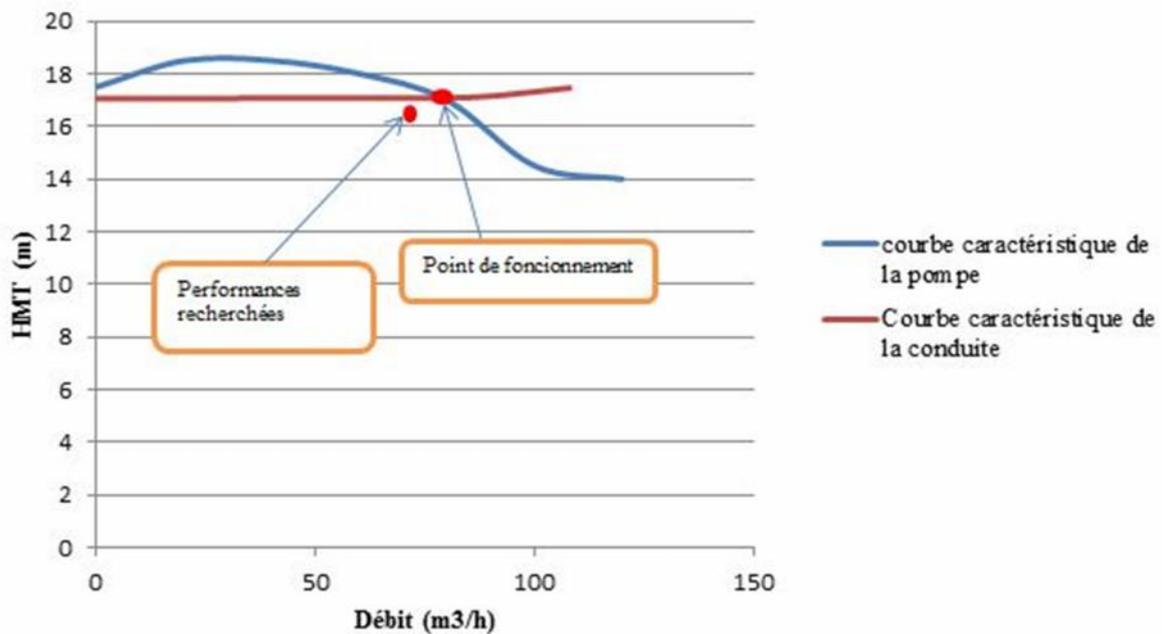


| détermination de la HMT et de la puissance B.K | |
|--|-------------|
| Z _{max} | 308,36 |
| Z _e | 300,6 |
| Z pompe | 305,3 |
| D | 0,24 |
| V _{asp} | 0,663145596 |
| Hasp | 4,7 |
| Jasp | 0,02241397 |
| L ref | 266 |
| j ref | 0,001835967 |
| J ref | 0,488367293 |
| HMT | 12,95 |
| rendement | 0,8 |
| P kw | 13,22849429 |
| NPSH disponible | 5,60758603 |

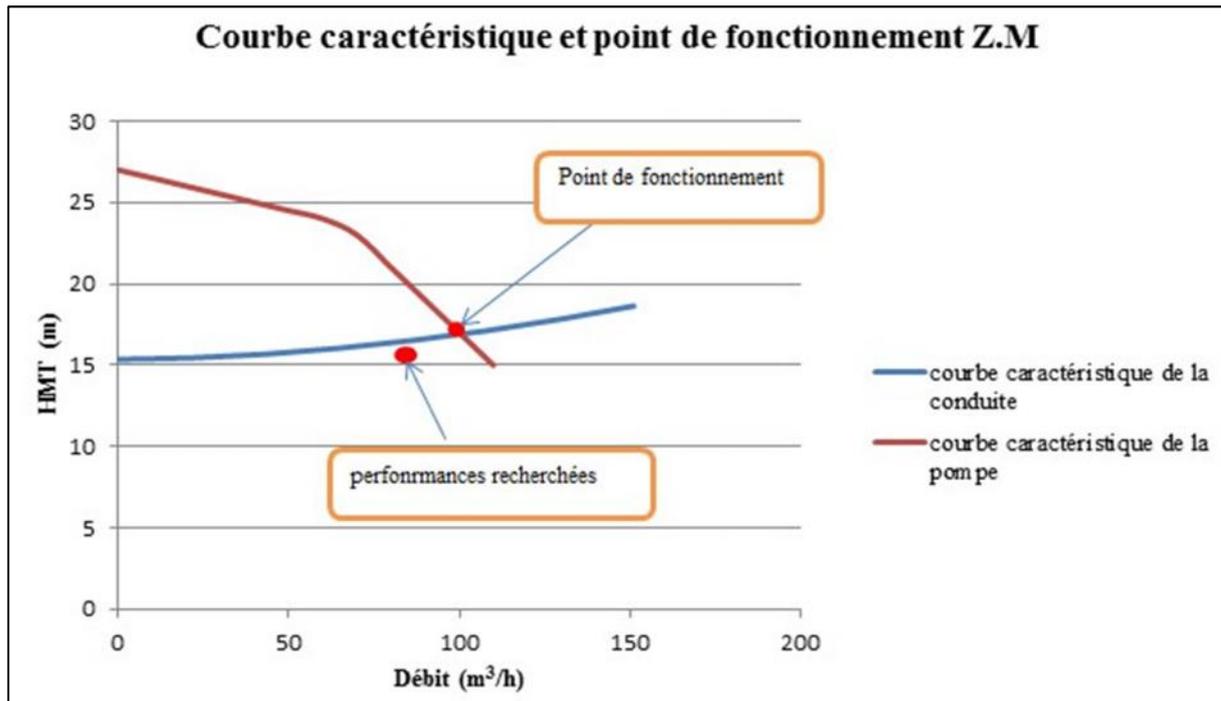


| détermination de la HMT et de la puissance B.S | |
|--|-------------|
| Z _{max} | 313,69 |
| Z _e | 303,3 |
| Z pompe | 310 |
| D | 0,24 |
| V _{asp} | 0,442097064 |
| H _{asp} | 6,7 |
| J _{asp} | 0,009961764 |
| L ref | 287 |
| j ref | 0,000870677 |
| J ref | 0,249884268 |
| HMT | 17,34 |
| rendement | 0,98 |
| P kw | 9,641768289 |
| NPSH disponible | 3,620038236 |

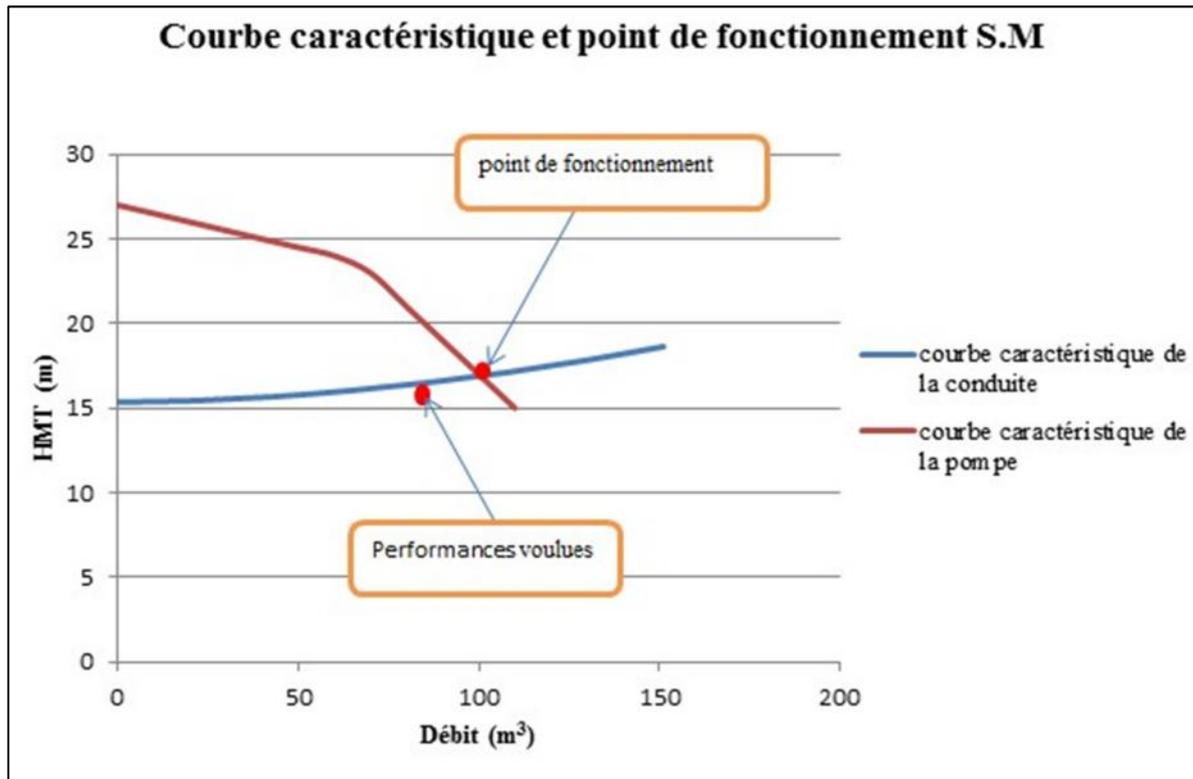
Courbe caractéristique et point de fonctionnement B.S



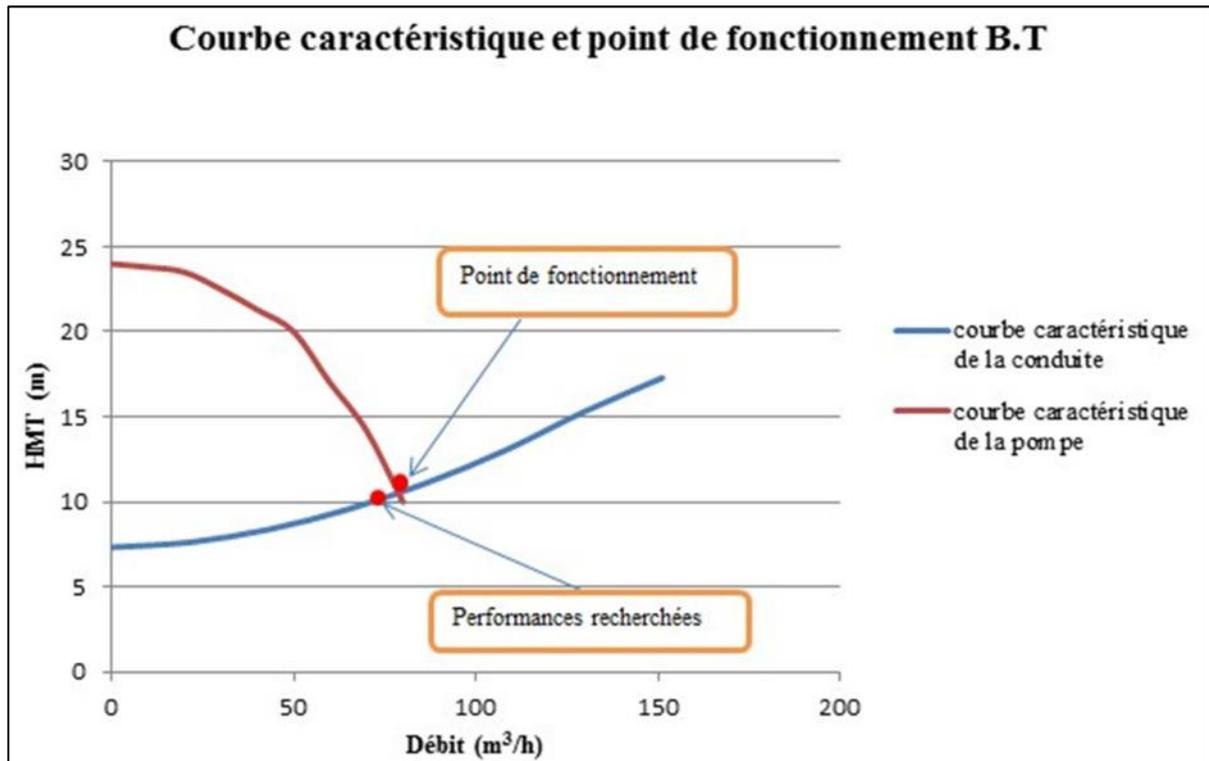
| détermination de la HMT et de la puissance Z.M | |
|--|-------------|
| Zmax | 310,39 |
| Ze | 300,6 |
| Z pompe | 307 |
| D | 0,24 |
| Vasp | 0,442097064 |
| Hasp | 6,4 |
| Jasp | 0,009961764 |
| L ref | 257 |
| j ref | 0,000870677 |
| J ref | 0,223763961 |
| HMT | 16,41 |
| rendement | 0,96 |
| P kw | 9,318854163 |
| NPSH disponible | 3,920038236 |



| détermination de la HMT et de la puissance S.M | |
|--|-------------|
| Zmax | 310,18 |
| Ze | 302,6 |
| Z pompe | 307,15 |
| D | 0,24 |
| Vasp | 0,442097064 |
| Hasp | 4,55 |
| Jasp | 0,009961764 |
| L ref | 4 |
| j ref | 0,000870677 |
| J ref | 0,003482708 |
| HMT | 12,13 |
| rendement | 0,96 |
| P kw | 6,887109525 |
| NPSH disponible | 5,770038236 |



| détermination de la HMT et de la puissance B.T | |
|--|-------------|
| Z _{max} | 309,05 |
| Z _e | 302,6 |
| Z pompe | 306,18 |
| D | 0,24 |
| V _{asp} | 0,442097064 |
| H _{asp} | 3,58 |
| J _{asp} | 0,009961764 |
| L ref | 4 |
| j ref | 0,000870677 |
| J ref | 0,003482708 |
| HMT | 10,03 |
| rendement | 0,7 |
| P kw | 7,811904591 |
| NPSH disponible | 6,740038236 |



Vérification du coup de bélier

| vérification coup de bélier Z.A | |
|---------------------------------|-------------|
| | 2000000000 |
| | 1000 |
| E | 3000000000 |
| D | 153,6 |
| e | 3,2 |
| C | 246,183 |
| V | 0,065104167 |
| g | 9,81 |
| HMT | 12,7530 |
| P | 1,633796031 |
| P+HMT | 14,3868 |
| PN | 40 |
| Observations | bon |

| vérification coup de bélier B.K | |
|---------------------------------|-------------|
| | 2000000000 |
| | 1000 |
| E | 3000000000 |
| D | 240 |
| e | 5 |
| C | 246,183 |
| V | 0,125 |
| g | 9,81 |
| HMT | 12,9453 |
| P | 3,136888379 |
| P+HMT | 16,0822 |
| PN | 40 |
| Observations | bon |

| vérification coup de bélier B.S | |
|---------------------------------|-------------|
| | 2000000000 |
| | 1000 |
| E | 3000000000 |
| D | 240 |
| e | 5 |
| C | 246,183 |
| V | 0,083333333 |
| g | 9,81 |
| HMT | 17,3375 |
| P | 2,091258919 |
| P+HMT | 19,4288 |
| PN | 40 |
| Observations | bon |

| vérification coup de bélier Z.M | |
|---------------------------------|-------------|
| | 2000000000 |
| | 1000 |
| E | 3000000000 |
| D | 240 |
| e | 5 |
| C | 246,183 |
| V | 0,083333333 |
| g | 9,81 |
| HMT | 16,4149 |
| P | 2,091258919 |
| P+HMT | 18,5061 |

| | |
|--------------|-----|
| PN | 40 |
| Observations | bon |

| vérification coup de bélier S.M | |
|---------------------------------|-------------|
| | 2000000000 |
| | 1000 |
| E | 3000000000 |
| D | 240 |
| e | 5 |
| C | 246,183 |
| V | 0,083333333 |
| g | 9,81 |
| HMT | 12,1314 |
| P | 2,091258919 |
| P+HMT | 14,2227 |
| PN | 40 |
| Observations | bon |

| vérification coup de bélier B.T | |
|---------------------------------|-------------|
| | 2000000000 |
| | 1000 |
| E | 3000000000 |
| D | 240 |
| e | 5 |
| C | 246,183 |
| V | 0,083333333 |
| g | 9,81 |
| HMT | 10,0336 |
| P | 2,091258919 |
| P+HMT | 12,1249 |
| PN | 40 |
| Observations | bon |

Annexe 4: Calendriers d'irrigation

Tableaux : calendrier de Z.A

| NOVEMBRE | | | | | | | |
|----------|-------|-------|----------|-------|----------|--------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-7H | P1Q1 | P5Q1 | P9Q1 | P1Q1 | P5Q1 | P9Q1 | |
| 7H-8H | P2Q1 | P6Q1 | P10Q1 | P2Q1 | P6Q1 | P10Q1 | |
| 8H-9H | P3Q1 | P7Q1 | P11Q1 | P3Q1 | P7Q1 | P11Q1 | |
| 9H-10H | P4Q1 | P8Q1 | P12Q1 | P4Q1 | P8Q1 | P12Q1 | |

| BECEMBRE | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|----------|-------|----------|--------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-7H30 | P1Q1 | P5Q1 | P9Q1 | P1Q1 | P5Q1 | P9Q1 | |
| 7H30-9H | P2Q1 | P6Q1 | P10Q1 | P2Q1 | P6Q1 | P10Q1 | |
| 9H-10H30 | P3Q1 | P7Q1 | P11Q1 | P3Q1 | P7Q1 | P11Q1 | |
| 10H30-12H | P4Q1 | P8Q1 | P12Q1 | P4Q1 | P8Q1 | P12Q1 | |

| JANVIER | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|----------|-------|----------|--------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-8H30 | P1Q1 | P5Q1 | P9Q1 | P1Q1 | P5Q1 | P9Q1 | |
| 8H30-11H | P2Q1 | P6Q1 | P10Q1 | P2Q1 | P6Q1 | P10Q1 | |
| 11H-13H30 | P3Q1 | P7Q1 | P11Q1 | P3Q1 | P7Q1 | P11Q1 | |
| 13H30-16H | P4Q1 | P8Q1 | P12Q1 | P4Q1 | P8Q1 | P12Q1 | |

Mémoire de fin d'étude : Développement de la petite irrigation au Burkina Faso : cas d'un aménagement de type semi-californien à l'amont du barrage de Bonam (Namentenga)

| FEVRIER | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|----------|-------|----------|--------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-8H30 | P1Q1 | P5Q1 | P9Q1 | P1Q1 | P5Q1 | P9Q1 | |
| 8H30-11H | P2Q1 | P6Q1 | P10Q1 | P2Q1 | P6Q1 | P10Q1 | |
| 11H-13H30 | P3Q1 | P7Q1 | P11Q1 | P3Q1 | P7Q1 | P11Q1 | |
| 13H30-16H | P4Q1 | P8Q1 | P12Q1 | P4Q1 | P8Q1 | P12Q1 | |

| MARS | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|----------|-------|----------|--------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-8H30 | P1Q1 | P5Q1 | P9Q1 | P1Q1 | P5Q1 | P9Q1 | |
| 8H30-11H | P2Q1 | P6Q1 | P10Q1 | P2Q1 | P6Q1 | P10Q1 | |
| 11H-13H30 | P3Q1 | P7Q1 | P11Q1 | P3Q1 | P7Q1 | P11Q1 | |
| 13H30-16H | P4Q1 | P8Q1 | P12Q1 | P4Q1 | P8Q1 | P12Q1 | |

Tableau : Calendrier de B.K

| NOVEMBRE | | | | | | | |
|----------|--------------------|--------------------|----------|--------------------|--------------------|--------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-7H | P1Q1,P1Q2, P1Q3 | P5Q1,P5Q2, P5Q3 | | P1Q1,P1Q2, P1Q3 | P5Q1,P5Q2, P5Q3 | | |
| 7H-8H | P2Q1,P2Q2, P2Q3 | P6Q1,P6Q2, P6Q3 | | P2Q1,P2Q2, P2Q3 | P6Q1,P6Q2, P6Q3 | | |
| 8H-9H | P3Q1,P3Q2, P3Q3 | P7Q1,P7Q2, P7Q3 | | P3Q1,P3Q2, P3Q3 | P7Q1,P7Q2, P7Q3 | | |
| 9H-10H | P4Q1,P4Q2, P4Q3 | P8Q1,P8Q2, P8Q3 | | P4Q1,P4Q2, P4Q3 | P8Q1,P8Q2, P8Q3 | | |

| DECEMBRE | | | | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|------------|--------------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercr edi | Jeudi | Vendredi | Sam edi | Diman che |
| 6H- 7H30 | P1Q1,P1Q2, P1Q3 | P5Q1,P5Q2, P5Q3 | | P1Q1,P1Q2, P1Q3 | P5Q1,P5Q2, P5Q3 | | |
| 7H30 -9H | P2Q1,P2Q2, P2Q3 | P6Q1,P6Q2, P6Q3 | | P2Q1,P2Q2, P2Q3 | P6Q1,P6Q2, P6Q3 | | |
| 9H- 10H3 0 | P3Q1,P3Q2, P3Q3 | P7Q1,P7Q2, P7Q3 | | P3Q1,P3Q2, P3Q3 | P7Q1,P7Q2, P7Q3 | | |
| 10H3 0- 12H | P4Q1,P4Q2, P4Q3 | P8Q1,P8Q2, P8Q3 | | P4Q1,P4Q2, P4Q3 | P8Q1,P8Q2, P8Q3 | | |

| JANVIER | | | | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|------------|--------------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercr edi | Jeudi | Vendredi | Sam edi | Diman che |
| 6H- 8H30 | P1Q1,P1Q2, P1Q3 | P5Q1,P5Q2, P5Q3 | | P1Q1,P1Q2, P1Q3 | P5Q1,P5Q2, P5Q3 | | |
| 8H30 -11H | P2Q1,P2Q2, P2Q3 | P6Q1,P6Q2, P6Q3 | | P2Q1,P2Q2, P2Q3 | P6Q1,P6Q2, P6Q3 | | |
| 11H- 13H3 0 | P3Q1,P3Q2, P3Q3 | P7Q1,P7Q2, P7Q3 | | P3Q1,P3Q2, P3Q3 | P7Q1,P7Q2, P7Q3 | | |
| 13H3 0- 16H | P4Q1,P4Q2, P4Q3 | P8Q1,P8Q2, P8Q3 | | P4Q1,P4Q2, P4Q3 | P8Q1,P8Q2, P8Q3 | | |

| FEVRIER | | | | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|------------|--------------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercr edi | Jeudi | Vendredi | Sam edi | Diman che |
| 6H- 8H30 | P1Q1,P1Q2, P1Q3 | P5Q1,P5Q2, P5Q3 | | P1Q1,P1Q2, P1Q3 | P5Q1,P5Q2, P5Q3 | | |
| 8H30 -11H | P2Q1,P2Q2, P2Q3 | P6Q1,P6Q2, P6Q3 | | P2Q1,P2Q2, P2Q3 | P6Q1,P6Q2, P6Q3 | | |
| 11H- 13H3 0 | P3Q1,P3Q2, P3Q3 | P7Q1,P7Q2, P7Q3 | | P3Q1,P3Q2, P3Q3 | P7Q1,P7Q2, P7Q3 | | |
| 13H3 0- 16H | P4Q1,P4Q2, P4Q3 | P8Q1,P8Q2, P8Q3 | | P4Q1,P4Q2, P4Q3 | P8Q1,P8Q2, P8Q3 | | |

| Mars | | | | | | | |
|-----------|--------------------|--------------------|----------|--------------------|--------------------|--------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-8H30 | P1Q1,P1Q2, P1Q3 | P5Q1,P5Q2, P5Q3 | | P1Q1,P1Q2, P1Q3 | P5Q1,P5Q2, P5Q3 | | |
| 8H30-11H | P2Q1,P2Q2, P2Q3 | P6Q1,P6Q2, P6Q3 | | P2Q1,P2Q2, P2Q3 | P6Q1,P6Q2, P6Q3 | | |
| 11H-13H30 | P3Q1,P3Q2, P3Q3 | P7Q1,P7Q2, P7Q3 | | P3Q1,P3Q2, P3Q3 | P7Q1,P7Q2, P7Q3 | | |
| 13H30-16H | P4Q1,P4Q2, P4Q3 | P8Q1,P8Q2, P8Q3 | | P4Q1,P4Q2, P4Q3 | P8Q1,P8Q2, P8Q3 | | |

Tableaux : Calendriers d'irrigation de Z.M B.S et Z.S

| NOVEMBRE | | | | | | | |
|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-7H | P1Q1,P1Q2 | P5Q1,P5Q2 | | P1Q1,P1Q2 | P5Q1,P5Q2 | | |
| 7H-8H | P2Q1,P2Q2 | P6Q1,P6Q2 | | P2Q1,P2Q2 | P6Q1,P6Q2 | | |
| 8H-9H | P3Q1,P3Q2 | P7Q1,P7Q2 | | P3Q1,P3Q2 | P7Q1,P7Q2 | | |
| 9H-10H | P4Q1,P4Q2 | P8Q1,P8Q2 | | P4Q1,P4Q2 | P8Q1,P8Q2 | | |

| DECEMBRE | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-7H30 | P1Q1,P1Q2 | P5Q1,P5Q2 | | P1Q1,P1Q2 | P5Q1,P5Q2 | | |
| 7H30-9H | P2Q1,P2Q2 | P6Q1,P6Q2 | | P2Q1,P2Q2 | P6Q1,P6Q2 | | |
| 9H-10H30 | P3Q1,P3Q2 | P7Q1,P7Q2 | | P3Q1,P3Q2 | P7Q1,P7Q2 | | |
| 10H30-12H | P4Q1,P4Q2 | P8Q1,P8Q2 | | P4Q1,P4Q2 | P8Q1,P8Q2 | | |

Mémoire de fin d'étude : Développement de la petite irrigation au Burkina Faso : cas d'un aménagement de type semi-californien à l'amont du barrage de Bonam (Namentenga)

| JANVIER | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-8H30 | P1Q1,P1Q2 | P5Q1,P5Q2 | | P1Q1,P1Q2 | P5Q1,P5Q2 | | |
| 8H30-11H | P2Q1,P2Q2 | P6Q1,P6Q2 | | P2Q1,P2Q2 | P6Q1,P6Q2 | | |
| 11H-13H30 | P3Q1,P3Q2 | P7Q1,P7Q2 | | P3Q1,P3Q2 | P7Q1,P7Q2 | | |
| 13H30-16H | P4Q1,P4Q2 | P8Q1,P8Q2 | | P4Q1,P4Q2 | P8Q1,P8Q2 | | |

| FEVRIER | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-8H30 | P1Q1,P1Q2 | P5Q1,P5Q2 | | P1Q1,P1Q2 | P5Q1,P5Q2 | | |
| 8H30-11H | P2Q1,P2Q2 | P6Q1,P6Q2 | | P2Q1,P2Q2 | P6Q1,P6Q2 | | |
| 11H-13H30 | P3Q1,P3Q2 | P7Q1,P7Q2 | | P3Q1,P3Q2 | P7Q1,P7Q2 | | |
| 13H30-16H | P4Q1,P4Q2 | P8Q1,P8Q2 | | P4Q1,P4Q2 | P8Q1,P8Q2 | | |

| MARS | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-8H30 | P1Q1,P1Q2 | P5Q1,P5Q2 | | P1Q1,P1Q2 | P5Q1,P5Q2 | | |
| 8H30-11H | P2Q1,P2Q2 | P6Q1,P6Q2 | | P2Q1,P2Q2 | P6Q1,P6Q2 | | |
| 11H-13H30 | P3Q1,P3Q2 | P7Q1,P7Q2 | | P3Q1,P3Q2 | P7Q1,P7Q2 | | |
| 13H30-16H | P4Q1,P4Q2 | P8Q1,P8Q2 | | P4Q1,P4Q2 | P8Q1,P8Q2 | | |

Tableaux : Calendrier d'irrigation de B.T

| NOVEMBRE | | | | | | | |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-7H | P1Q1,P1 Q2 | P5Q1,P5 Q2 | P9Q1,P9 Q2 | P1Q1,P1 Q2 | P5Q1,P5 Q2 | P9Q1,P9 Q2 | |
| 7H-8H | P2Q1,P2 Q2 | P6Q1,P6 Q2 | | P2Q1,P2 Q2 | P6Q1,P6 Q2 | | |
| 8H-9H | P3Q1,P3 Q2 | P7Q1,P7 Q2 | | P3Q1,P3 Q2 | P7Q1,P7 Q2 | | |
| 9H-10H | P4Q1,P4 Q2 | P8Q1,P8 Q2 | | P4Q1,P4 Q2 | P8Q1,P8 Q2 | | |

| DECEMBRE | | | | | | | |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-7H30 | P1Q1,P1 Q2 | P5Q1,P5 Q2 | P9Q1,P9 Q2 | P1Q1,P1 Q2 | P5Q1,P5 Q2 | P9Q1,P9 Q2 | |
| 7H30-9H | P2Q1,P2 Q2 | P6Q1,P6 Q2 | | P2Q1,P2 Q2 | P6Q1,P6 Q2 | | |
| 9H-10H30 | P3Q1,P3 Q2 | P7Q1,P7 Q2 | | P3Q1,P3 Q2 | P7Q1,P7 Q2 | | |
| 10H30-12H | P4Q1,P4 Q2 | P8Q1,P8 Q2 | | P4Q1,P4 Q2 | P8Q1,P8 Q2 | | |

| JANVIER | | | | | | | |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-8H30 | P1Q1,P1 Q2 | P5Q1,P5 Q2 | P9Q1,P9 Q2 | P1Q1,P1 Q2 | P5Q1,P5 Q2 | P9Q1,P9 Q2 | |
| 8H30-11H | P2Q1,P2 Q2 | P6Q1,P6 Q2 | | P2Q1,P2 Q2 | P6Q1,P6 Q2 | | |
| 11H-13H30 | P3Q1,P3 Q2 | P7Q1,P7 Q2 | | P3Q1,P3 Q2 | P7Q1,P7 Q2 | | |
| 13H30-16H | P4Q1,P4 Q2 | P8Q1,P8 Q2 | | P4Q1,P4 Q2 | P8Q1,P8 Q2 | | |

| FEVRIER | | | | | | | |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-8H30 | P1Q1,P1 Q2 | P5Q1,P5 Q2 | P9Q1,P9 Q2 | P1Q1,P1 Q2 | P5Q1,P5 Q2 | P9Q1,P9 Q2 | |
| 8H30-11H | P2Q1,P2 Q2 | P6Q1,P6 Q2 | | P2Q1,P2 Q2 | P6Q1,P6 Q2 | | |
| 11H-13H30 | P3Q1,P3 Q2 | P7Q1,P7 Q2 | | P3Q1,P3 Q2 | P7Q1,P7 Q2 | | |
| 13H30-16H | P4Q1,P4 Q2 | P8Q1,P8 Q2 | | P4Q1,P4 Q2 | P8Q1,P8 Q2 | | |

| MARS | | | | | | | |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|
| heures | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
| 6H-8H30 | P1Q1,P1 Q2 | P5Q1,P5 Q2 | P9Q1,P9 Q2 | P1Q1,P1 Q2 | P5Q1,P5 Q2 | P9Q1,P9 Q2 | |
| 8H30-11H | P2Q1,P2 Q2 | P6Q1,P6 Q2 | | P2Q1,P2 Q2 | P6Q1,P6 Q2 | | |
| 11H-13H30 | P3Q1,P3 Q2 | P7Q1,P7 Q2 | | P3Q1,P3 Q2 | P7Q1,P7 Q2 | | |
| 13H30-16H | P4Q1,P4 Q2 | P8Q1,P8 Q2 | | P4Q1,P4 Q2 | P8Q1,P8 Q2 | | |

Annexe 5: Devis des aménagements

Tableau : Devis de Z.A

| N° | Désignation des travaux et fournitures | U | Qte | PU | PT |
|-------|--|----|-------|---------|-----------|
| I | Installation de chantier et travaux | | | | |
| I.1 | Installation, amenée et repli du chantier | FF | 1 | 300 000 | 300000 |
| I.2 | Abattage débroussaillage dessouchage | ha | 6 | 20 000 | 120000 |
| I.3 | Parcellement | ha | 6 | 35 000 | 210000 |
| I.4 | Labour | ha | 6 | 50 000 | 300000 |
| | Sous total N°1 | | | | 930000 |
| II | Amenée d'eau et puit de pompage | | | | |
| II.1 | Fouille pour conduite d'amenée | m3 | 509,5 | 2 500 | 1 273 750 |
| II.2 | Fourniture et pose de lit de sable de 10cm d'épaisseur pour la conduite d'amenée | m3 | 77 | 5 000 | 385 000 |
| II.3 | Fourniture et pose de conduite PVC DN 225 PN4 pour conduite d'amenée | mL | 1019 | 5 500 | 5 604 500 |
| II.4 | Construction d'ouvrage de prise d'eau | FF | 1 | 200 000 | 200 000 |
| II.5 | Fouille pour puit de pompage | m3 | 41 | 2 500 | 102 500 |
| II.6 | Construction du puit de pompage | FF | 1 | 400 000 | 400 000 |
| II.7 | Plaque de protection du puit de pompage | U | 1 | 80 000 | 80 000 |
| II.8 | Ouvrage de prise d'eau | U | 1 | 50 000 | 50 000 |
| II.9 | Fouille pour regard d'accès à la vanne de la conduite d'amenée | m3 | 12 | 2 500 | 30 000 |
| II.10 | Solidification des parois du regard avec des murets et échelle | FF | 1 | 200 000 | 200 000 |
| II.11 | Fourniture et installation de la vanne papillon DN 225 en PVC | U | 1 | 85 000 | 85 000 |
| | Sous total N°2 | | | | 8 410 750 |
| III | Station de pompage et refoulement | | | | |
| III.1 | Fouilles pour la platte forme de pompage | m3 | 4,5 | 3 500 | 15 750 |
| III. | Construction du local de la station de pompage | FF | 1 | | |

| | | | | | |
|------------|---|----------------|-----|-----------------|--------------|
| 2 | | | | 500 000 | 500 000 |
| III. 3 | Fourniture et installation de la pompe Q=108m ³ /h HMT=13m P= 11kw avec pièces de rechange | U | 1 | 1 000 000 | 1 000 000 |
| III. 4 | Fourniture et installation de la conduite d'aspiration | mL | 15 | 10 500 | 157 500 |
| III. 5 | Fouille pour conduite de refoulement DN 250 PN6 | m ³ | 134 | 7 500 | 1 005 000 |
| III. 6 | Fourniture et pose de coude PVC DN250 PN6 | U | 5 | 20 000 | 100 000 |
| III. 7 | Fourniture et pose de lit de sable de 10cm d'épaisseur pour la conduite de refoulement | m ³ | 40 | 5 000 | 200 000 |
| III. 8 | Fourniture et pose de la conduite de refoulement PVC DN 250 PN6 | mL | 267 | 14 000 | 3 738 000 |
| | Sous total N°3 | | | | 6 716 250 |
| IV | Bassin tampon, réseau d'irrigation | | | | |
| IV. 1 | Maçonnerie | | | | |
| IV. 1.1 | Construction du bassin tampon | FF | 1 | 50 000 | 50 000 |
| IV. 1.2 | Construction d'ouvrages de prise d'eau parcelaires doubles | U | 12 | 35 000 | 420 000 |
| IV. 2 | Canalisations | | | | |
| IV. 2.1 | Fouilles pour réseau d'irrigation | m ³ | 394 | 2 500 | 985 000 |
| IV. 2.2 | Fourniture et pose de lit de sable d'une épaisseur de 10 cm | m ³ | 66 | 4 000 | 264 000 |
| IV. 2.3 | Fourniture et pose des conduites de distribution PVC DN 125 PN4 | mL | 660 | 4 500 | 2 970 000 |
| IV. 3 | Pièces hydrauliques | | | | |
| IV. 3.1 | Fournitures et pose de vannes en acier galva artisanales pour prises d'eau parcelaires DN 125 | U | 24 | 3 000 | 72 000 |
| IV. 3.2 | Fourniture et pose de coudes PVC DN 125 PN 4 | U | 10 | 15 000 | 150 000 |
| IV. 3.3 | Fourniture et pose de rehausses PVC DN 125 PN 4 | mL | 24 | 5 000 | 120 000 |
| IV. 3.4 | Fourniture et pose de Te avec bouts femelles PVC DN 125 PN 4 | U | 48 | 20 000 | 960 000 |
| | Sous total N°4 | | | | 5 991 000 |
| V | Réseau de circulation | | | | |
| V.1 | Tracé et matérialisation des pistes de desserte des parcelles | FF | 1 | 100 000 | 100 000 |

Mémoire de fin d'étude : Développement de la petite irrigation au Burkina Faso : cas d'un aménagement de type semi-californien à l'amont du barrage de Bonam (Namentenga)

| | | | | | |
|-------|---|----|-----|-----------|------------|
| V.2 | Remblai latéritique de 15cm | m3 | 120 | 3 000 | 360 000 |
| | Sous total N°5 | | | | 460 000 |
| VI | Mesures environnementales | | | | |
| VI.1 | Fourniture de sacs de graines de nilotica | U | 1 | 25 000 | 25 000 |
| VI.2 | plantation de haies vives | FF | 1 | 100 000 | 100 000 |
| | Sous total N°6 | | | | 125 000 |
| VII | Amenée d'énergie | | | | |
| VII.1 | Fourniture et installation de groupe de 11KVA | U | 1 | 3 500 000 | 3 500 000 |
| VII.2 | Fourniture et installation de cables d'alimentation | mL | 6 | 10 000 | 60 000 |
| VII.3 | Sous total N°7 | | | | 3 560 000 |
| | Total général | | | | 26 193 000 |
| | Prix à l'hectare | | | | 4 365 500 |

Tableau : Devis de B.K

| N° | Désignation des travaux et fournitures | U | Qte | PU | PT |
|------|--|----|-------|---------|-----------|
| I | Installation de chantier et travaux | | | | |
| I.1 | Installation, amenée et repli du chantier | FF | 1 | 300 000 | 300000 |
| I.2 | Abattage débroussaillage dessouchage | ha | 4 | 20 000 | 80000 |
| I.3 | Parcellement | ha | 4 | 35 000 | 140000 |
| I.4 | Labour | ha | 4 | 50 000 | 200000 |
| | Sous total N°1 | | | | 720000 |
| II | Amenée d'eau et puit de pompage | | | | |
| II.1 | Fouille pour conduite d'amenée | m3 | 145,5 | 2 500 | 363 750 |
| II.2 | Fourniture et pose de lit de sable de 10cm d'épaisseur pour la conduite d'amenée | m3 | 24,25 | 5 000 | 121 250 |
| II.3 | Fourniture et pose de conduite PVC DN 200 PN4 pour conduite d'amenée | mL | 485 | 4 500 | 2 182 500 |
| II.4 | Construction d'ouvrage de prise d'eau | FF | 1 | | |

Mémoire de fin d'étude : Développement de la petite irrigation au Burkina Faso : cas d'un aménagement de type semi-californien à l'amont du barrage de Bonam (Namentenga)

| | | | | | |
|--------|--|----|-------|---------|--------------|
| | | | | 200 000 | 200 000 |
| II.5 | Fouille pour puit de pompage | m3 | 28 | 2 500 | 70 000 |
| II.6 | Construction du puit de pompage | FF | 1 | 350 000 | 350 000 |
| II.7 | Plaque de protection du puit de pompage | U | 1 | 80 000 | 80 000 |
| II.8 | Ouvrage de prise d'eau | U | 1 | 50 000 | 50 000 |
| II.9 | Fouille pour regard d'accès à la vanne de la conduite d'amenée | m3 | 16 | 2 500 | 40 000 |
| II.10 | Solidification des parois du regard avec des murets et échelle | FF | 1 | 200 000 | 200 000 |
| II.11 | Fourniture et installation de la vanne papillon DN 200 en PVC | U | 1 | 80 000 | 80 000 |
| | Sous total N°2 | | | | 3 737 500 |
| III | Station de pompage et refoulement | | | | |
| III.1 | Fouilles pour la platte forme de pompage | m3 | 42,5 | 3 500 | 148 750 |
| III.2 | Construction du local de la station de pompage | FF | 1 | 500 000 | 500 000 |
| III.3 | Fourniture et installation de la pompe Q=72m3/h HMT=17m P= 5,3kw avec pièces de rechange | U | 1 | 800 000 | 800 000 |
| III.4 | Fourniture et installation de la conduite d'aspiration | mL | 15 | 10 500 | 157 500 |
| III.5 | Fouille pour conduite de refoulement DN250 PN6 | m3 | 86,1 | 7 500 | 645 750 |
| III.6 | Fourniture et pose de lit de sable de 10cm d'épaisseur pour la conduite de refoulement | m3 | 14,35 | 5 000 | 71 750 |
| III.7 | Fourniture et pose de la conduite de refoulement PVC DN 250 PN6 | mL | 287 | 14 000 | 4 018 000 |
| III.8 | Fourniture et pose de coudes PVC DN 250 PN 6 | U | 5 | 20 000 | 100 000 |
| | Sous total N°3 | | | | 6 441 750 |
| IV | Bassin tampon, réseau d'irrigation | | | | |
| IV.1 | Maçonnerie | | | | |
| IV.1.1 | Construction du bassin tampon | FF | 1 | 35 000 | 35 000 |
| IV.1.2 | Construction d'ouvrages de prise d'eau parcellaires uniques | U | 16 | 20 000 | 320 000 |

| | | | | | |
|------------|---|----|-----|-----------|------------|
| IV. 2 | Canalisations | | | | |
| IV. 2.1 | Fouilles pour réseau d'irrigation | m3 | 100 | 2 500 | 250 000 |
| IV. 2.2 | Fourniture et pose de lit de sable d'une épaisseur de 10 cm | m3 | 20 | 4 000 | 80 000 |
| IV. 2.3 | Fourniture et pose des conduites de distribution PVC DN 125 PN4 | mL | 400 | 4 500 | 1 800 000 |
| IV. 3 | Pièces hydrauliques | | | | |
| IV. 3.1 | Fournitures et pose de vannes en acier galva artisanales pour prises d'eau parcelaires DN 125 | U | 16 | 3 000 | 48 000 |
| IV. 3.2 | Fourniture et pose de coudes PVC DN 125 PN 4 | U | 7 | 15 000 | 105 000 |
| IV. 3.3 | Fourniture et pose de rehausses PVC DN 125 PN 4 | mL | 8 | 5 000 | 40 000 |
| IV. 3.4 | Fourniture et pose de Te avec bouts femelles PVC DN 125 PN 4 | U | 16 | 20 000 | 320 000 |
| | Sous total N°4 | | | | 2 998 000 |
| V | Réseau de circulation | | | | |
| V.1 | Tracé et matérialisation des pistes de desserte des parcelles | FF | 1 | 100 000 | 100 000 |
| V.2 | Remblai latéritique de 15cm | m3 | 180 | 3 000 | 540 000 |
| | Sous total N°5 | | | | 640 000 |
| VI | Mesures environnementales | | | | |
| VI. 1 | Fourniture de sacs de graines de nilotica | U | 1 | 25 000 | 25 000 |
| VI. 2 | plantation de haies vives | FF | 1 | 100 000 | 100 000 |
| | Sous total N°6 | | | | 125 000 |
| VII | Amenée d'énergie | | | | |
| VII .1 | Fourniture et installation de groupe de 8KVA | U | 1 | 3 000 000 | 3 000 000 |
| VII .2 | Fourniture et installation de cables d'alimentation | mL | 6 | 10 000 | 60 000 |
| VII .3 | Sous total N°7 | | | | 3 060 000 |
| | Total général | | | | 17 722 250 |
| | Prix à l'hectare | | | | 4 430 563 |

Tableau : devis de B.S

| N° | Désignation des travaux et fournitures | U | Qte | PU | PT |
|-------|--|----|-------|---------|-----------|
| I | Installation de chantier et travaux | | | | |
| I.1 | Installation, amenée et repli du chantier | FF | 1 | 300 000 | 300000 |
| I.2 | Abattage débroussaillage dessouchage | ha | 4 | 20 000 | 80000 |
| I.3 | Parcellement | ha | 4 | 35 000 | 140000 |
| I.4 | Labour | ha | 4 | 50 000 | 200000 |
| | Sous total N°1 | | | | 720000 |
| II | Amenée d'eau et puit de pompage | | | | |
| II.1 | Fouille pour conduite d'amenée | m3 | 145,5 | 2 500 | 363 750 |
| II.2 | Fourniture et pose de lit de sable de 10cm d'épaisseur pour la conduite d'amenée | m3 | 24,25 | 5 000 | 121 250 |
| II.3 | Fourniture et pose de conduite PVC DN 200 PN4 pour conduite d'amenée | mL | 485 | 4 500 | 2 182 500 |
| II.4 | Construction d'ouvrage de prise d'eau | FF | 1 | 200 000 | 200 000 |
| II.5 | Fouille pour puit de pompage | m3 | 28 | 2 500 | 70 000 |
| II.6 | Construction du puit de pompage | FF | 1 | 350 000 | 350 000 |
| II.7 | Plaque de protection du puit de pompage | U | 1 | 80 000 | 80 000 |
| II.8 | Ouvrage de prise d'eau | U | 1 | 50 000 | 50 000 |
| II.9 | Fouille pour regard d'accès à la vanne de la conduite d'amenée | m3 | 16 | 2 500 | 40 000 |
| II.10 | Solidification des parois du regard avec des murets et échelle | FF | 1 | 200 000 | 200 000 |
| II.11 | Fourniture et installation de la vanne papillon DN 200 en PVC | U | 1 | 80 000 | 80 000 |
| | Sous total N°2 | | | | 3 737 500 |
| III | Station de pompage et refoulement | | | | |
| III.1 | Fouilles pour la platte forme de pompage | m3 | 42,5 | 3 500 | 148 750 |
| III. | Construction du local de la station de pompage | FF | 1 | | |

| | | | | | |
|------------|--|----|-----------|------------|--------------|
| 2 | | | | 500 000 | 500 000 |
| III. 3 | Fourniture et installation de la pompe Q=72m ³ /h HMT=17m P= 5,3kw avec pièces de rechange | U | 1 | 800 000 | 800 000 |
| III. 4 | Fourniture et installation de la conduite d'aspiration | mL | 15 | 10 500 | 157 500 |
| III. 5 | Fouille pour conduite de refoulement DN250 PN6 | m3 | 86, 1 | 7 500 | 645 750 |
| III. 6 | Fourniture et pose de lit de sable de 10cm d'épaisseur pour la conduite de refoulement | m3 | 14, 35 | 5 000 | 71 750 |
| III. 7 | Fourniture et pose de la conduite de refoulement PVC DN 250 PN6 | mL | 287 | 14 000 | 4 018 000 |
| III. 8 | Fourniture et pose de coudes PVC DN 250 PN 6 | U | 5 | 20 000 | 100 000 |
| | Sous total N°3 | | | | 6 441 750 |
| IV | Bassin tampon, réseau d'irrigation | | | | |
| IV. 1 | Maçonnerie | | | | |
| IV. 1.1 | Construction du bassin tampon | FF | 1 | 35 000 | 35 000 |
| IV. 1.2 | Construction d'ouvrages de prise d'eau parcelaires uniques | U | 16 | 20 000 | 320 000 |
| IV. 2 | Canalisations | | | | |
| IV. 2.1 | Fouilles pour réseau d'irrigation | m3 | 100 | 2 500 | 250 000 |
| IV. 2.2 | Fourniture et pose de lit de sable d'une épaisseur de 10 cm | m3 | 20 | 4 000 | 80 000 |
| IV. 2.3 | Fourniture et pose des conduites de distribution PVC DN 125 PN4 | mL | 400 | 4 500 | 1 800 000 |
| IV. 3 | Pièces hydrauliques | | | | |
| IV. 3.1 | Fournitures et pose de vannes en acier galva artisanales pour prises d'eau parcelaires DN 125 | U | 16 | 3 000 | 48 000 |
| IV. 3.2 | Fourniture et pose de coudes PVC DN 125 PN 4 | U | 7 | 15 000 | 105 000 |
| IV. 3.3 | Fourniture et pose de rehausses PVC DN 125 PN 4 | mL | 8 | 5 000 | 40 000 |
| IV. 3.4 | Fourniture et pose de Te avec bouts femelles PVC DN 125 PN 4 | U | 16 | 20 000 | 320 000 |
| | Sous total N°4 | | | | 2 998 000 |
| V | Réseau de circulation | | | | |
| V.1 | Tracé et matérialisation des pistes de desserte des pacelles | FF | 1 | 100 000 | 100 000 |

Mémoire de fin d'étude : Développement de la petite irrigation au Burkina Faso : cas d'un aménagement de type semi-californien à l'amont du barrage de Bonam (Namentenga)

| | | | | | |
|-------|---|----|-----|-----------|------------|
| V.2 | Remblai latéritique de 15cm | m3 | 180 | 3 000 | 540 000 |
| | Sous total N°5 | | | | 640 000 |
| VI | Mesures environnementales | | | | |
| VI.1 | Fourniture de sacs de graines de nilotica | U | 1 | 25 000 | 25 000 |
| VI.2 | plantation de haies vives | FF | 1 | 100 000 | 100 000 |
| | Sous total N°6 | | | | 125 000 |
| VII | Amenée d'énergie | | | | |
| VII.1 | Fourniture et installation de groupe de 8KVA | U | 1 | 3 000 000 | 3 000 000 |
| VII.2 | Fourniture et installation de cables d'alimentation | mL | 6 | 10 000 | 60 000 |
| VII.3 | Sous total N°7 | | | | 3 060 000 |
| | Total général | | | | 17 722 250 |
| | Prix à l'hectare | | | | 4 430 563 |

Tableau :Devis de Z.M

| N° | Désignation des travaux et fournitures | U | Qte | PU | PT |
|------|--|----|-------|---------|-----------|
| I | Installation de chantier et travaux | | | | |
| I.1 | Installation, amenée et repli du chantier | FF | 1 | 300 000 | 300000 |
| I.2 | Abattage débroussaillage dessouchage | ha | 4 | 20 000 | 80000 |
| I.3 | Parcellement | ha | 4 | 35 000 | 140000 |
| I.4 | Labour | ha | 4 | 50 000 | 200000 |
| | Sous total N°1 | | | | 720000 |
| II | Amenée d'eau et puit de pompage | | | | |
| II.1 | Fouille pour conduite d'amenée | m3 | 275 | 2 500 | 687 500 |
| II.2 | Fourniture et pose de lit de sable de 10cm d'épaisseur pour la conduite d'amenée | m3 | 53,15 | 5 000 | 265 750 |
| II.3 | Fourniture et pose de conduite PVC DN 200 PN4 pour conduite d'amenée | mL | 1063 | 4 500 | 4 783 500 |
| II.4 | Construction d'ouvrage de prise d'eau | FF | 1 | | |

Mémoire de fin d'étude : Développement de la petite irrigation au Burkina Faso : cas d'un aménagement de type semi-californien à l'amont du barrage de Bonam (Namentenga)

| | | | | | |
|-------|--|----|------|---------|--------------|
| | | | | 200 000 | 200 000 |
| II.5 | Fouille pour puit de pompage | m3 | 30 | 2 500 | 75 000 |
| II.6 | Construction du puit de pompage | FF | 1 | 350 000 | 350 000 |
| II.7 | Plaque de protection du puit de pompage | U | 1 | 80 000 | 80 000 |
| II.8 | Ouvrage de prise d'eau | U | 1 | 50 000 | 50 000 |
| II.9 | Fouille pour regard d'accès à la vanne de la conduite d'amenée | m3 | 16 | 2 500 | 40 000 |
| II.10 | Solidification des parois du regard avec des murets et échelle | FF | 1 | 200 000 | 200 000 |
| II.11 | Fourniture et installation de la vanne papillon DN 200 en PVC | U | 1 | 80 000 | 80 000 |
| | Sous total N°2 | | | | 6 811 750 |
| III | Station de pompage et refoulement | | | | |
| III.1 | Fouilles pour la platte forme de pompage | m3 | 12,5 | 3 500 | 43 750 |
| III.2 | Construction du local de la station de pompage | FF | 1 | 500 000 | 500 000 |
| III.3 | Fourniture et installation de la pompe Q=72m3/h HMT=16,71m P= 9,32kw avec pièces de rechange | U | 1 | 800 000 | 800 000 |
| III.4 | Fourniture et installation de la conduite d'aspiration | mL | 15 | 10 500 | 157 500 |
| III.5 | Fouille pour conduite de refoulement | m3 | 54,5 | 3 500 | 190 750 |
| III.6 | Fourniture et pose de lit de sable de 10cm d'épaisseur pour la conduite de refoulement | m3 | 12 | 5 000 | 60 000 |
| III.7 | Fourniture et pose de la conduite de refoulement PVC DN 250 PN6 | mL | 257 | 12 500 | 3 212 500 |
| III.8 | Fourniture et pose de coudes PVC DN 250 PN6 | U | 7 | 20 000 | 140 000 |
| II.9 | Fouille pour regard d'accès à la vanne de la conduite d'amenée | m3 | 13 | 2 500 | 32 500 |
| II.10 | Solidification des parois du regard avec des murets et échelle | FF | 1 | 200 000 | 200 000 |
| II.11 | Fourniture et installation de la vanne papillon DN 225 en PVC | U | 1 | 85 000 | 85 000 |
| | Sous total N°3 | | | | 5 422 000 |

Mémoire de fin d'étude : Développement de la petite irrigation au Burkina Faso : cas d'un aménagement de type semi-californien à l'amont du barrage de Bonam (Namentenga)

| | | | | | |
|--------|---|----|-----|-----------|-----------|
| IV | Bassin tampon, réseau d'irrigation | | | | |
| IV.1 | Maçonnerie | | | | |
| IV.1.1 | Construction du bassin tampon | FF | 1 | 35 000 | 35 000 |
| IV.1.2 | Construction d'ouvrages de prise d'eau parcelaires doubles | U | 8 | 35 000 | 280 000 |
| IV.2 | Canalisations | | | | |
| IV.2.1 | Fouilles pour réseau d'irrigation | m3 | 100 | 2 500 | 250 000 |
| IV.2.2 | Fourniture et pose de lit de sable d'une épaisseur de 10 cm | m3 | 20 | 4 000 | 80 000 |
| IV.2.3 | Fourniture et pose des conduites de distribution PVC DN 125 PN4 | mL | 425 | 4 500 | 1 912 500 |
| IV.3 | Pièces hydrauliques | | | | |
| IV.3.1 | Fournitures et pose de vannes en acier galva artisanales pour prises d'eau parcelaires DN 125 | U | 16 | 3 000 | 48 000 |
| IV.3.2 | Fourniture et pose de coudes PVC DN 125 PN 4 | U | 7 | 15 000 | 105 000 |
| IV.3.3 | Fourniture et pose de rehausses PVC DN 125 PN 4 | mL | 8 | 5 000 | 40 000 |
| IV.3.4 | Fourniture et pose de Te avec bouts femelles PVC DN 125 PN 4 | U | 16 | 20 000 | 320 000 |
| | Sous total N°4 | | | | 3 070 500 |
| V | Réseau de circulation | | | | |
| V.1 | Tracé et matérialisation des pistes de desserte des parcelles | FF | 1 | 100 000 | 100 000 |
| V.2 | Remblai latéritique de 15cm | m3 | 120 | 3 000 | 360 000 |
| | Sous total N°5 | | | | 460 000 |
| VI | Mesures environnementales | | | | |
| VI.1 | Fourniture de sacs de graines de nilotica | U | 1 | 25 000 | 25 000 |
| VI.2 | plantation de haies vives | FF | 1 | 100 000 | 100 000 |
| | Sous total N°6 | | | | 125 000 |
| VII | Amenée d'énergie | | | | |
| VII.1 | Fourniture et installation de groupe de 11KVA | U | 1 | 3 500 000 | 3 500 000 |
| VII | Fourniture et installation de cables d'alimentation | mL | 6 | | |

Mémoire de fin d'étude : Développement de la petite irrigation au Burkina Faso : cas d'un aménagement de type semi-californien à l'amont du barrage de Bonam (Namentenga)

| | | | | | |
|-----|------------------|--|--|--------|---------------|
| .2 | | | | 10 000 | 60 000 |
| VII | Sous total N°7 | | | | 3 |
| .3 | | | | | 560 000 |
| | Total général | | | | 20 169 250 |
| | Prix à l'hectare | | | | 5 042 313 |

Tableaux : Devis de S.M

| N° | Désignation des travaux et fournitures | U | Qte | PU | PT |
|-------|--|----|-----------|------------|--------------|
| I | Installation de chantier et travaux | | | | |
| I.1 | Installation, amenée et repli du chantier | FF | 1 | 300 000 | 300000 |
| I.2 | Abattage débroussaillage dessouchage | ha | 4 | 20 000 | 80000 |
| I.3 | Parcellement | ha | 4 | 35 000 | 140000 |
| I.4 | Labour | ha | 4 | 50 000 | 200000 |
| | Sous total N°1 | | | | 720000 |
| II | Amenée d'eau et puit de pompage | | | | |
| II.1 | Fouille pour conduite d'amenée | m3 | 112 ,5 | 2 500 | 281 250 |
| II.2 | Fourniture et pose de lit de sable de 10cm d'épaisseur pour la conduite d'amenée | m3 | 22, 5 | 5 000 | 112 500 |
| II.3 | Fourniture et pose de conduite PVC DN 200 PN4 pour conduite d'amenée | mL | 446 | 4 500 | 2 007 000 |
| II.4 | Construction d'ouvrage de prise d'eau | FF | 1 | 200 000 | 200 000 |
| II.5 | Fouille pour puit de pompage | m3 | 20 | 2 500 | 50 000 |
| II.6 | Construction du puit de pompage | FF | 1 | 350 000 | 350 000 |
| II.7 | Plaque de protection du puit de pompage | U | 1 | 80 000 | 80 000 |
| II.8 | Ouvrage de prise d'eau | U | 1 | 50 000 | 50 000 |
| II.9 | Fouille pour regard d'accès à la vanne de la conduite d'amenée | m3 | 12 | 2 500 | 30 000 |
| II.10 | Solidification des parois du regard avec des murets et échelle | FF | 1 | 200 000 | 200 000 |
| II.1 | Fourniture et installation de la vanne papillon DN | U | 1 | | |

| | | | | | |
|------------|--|----|-----|------------|--------------|
| 1 | 225 en PVC | | | 85 000 | 85 000 |
| | Sous total N°2 | | | | 3 445 750 |
| III | Station de pompage et refoulement | | | | |
| III. 1 | Fouilles pour la platte forme de pompage | m3 | 4,5 | 3 500 | 15 750 |
| III. 2 | Construction du local de la station de pompage | FF | 1 | 500 000 | 500 000 |
| III. 3 | Fourniture et installation de la pompe Q=72m3/h HMT=13m P= 10kw avec pièces de rechange | U | 1 | 800 000 | 800 000 |
| III. 4 | Fourniture et installation de la conduite d'aspiration | mL | 15 | 10 500 | 157 500 |
| III. 5 | Fouille pour conduite de refoulement | m3 | 58 | 3 500 | 203 000 |
| III. 6 | Fourniture et pose de lit de sable de 10cm d'épaisseur pour la conduite de refoulement | m3 | 12 | 5 000 | 60 000 |
| III. 7 | Fourniture et pose du de la conduite de refoulement PVC DN 250 PN6 | mL | 225 | 14 000 | 3 150 000 |
| III. 8 | Fourniture et pose de coudes PVC DN 250 PN6 | U | 4 | 20 000 | 80 000 |
| | Sous total N°3 | | | | 4 966 250 |
| IV | Bassin tampon, réseau d'irrigation | | | | |
| IV. 1 | Maçonnerie | | | | |
| IV. 1.1 | Construction du bassin tampon | FF | 1 | 35 000 | 35 000 |
| IV. 1.2 | Construction d' ouvrages de prise d'eau parcelaires uniques | U | 8 | 35 000 | 280 000 |
| IV. 2 | Canalisations | | | | |
| IV. 2.1 | Fouilles pour réseau d'irrigation | m3 | 140 | 2 500 | 350 000 |
| IV. 2.2 | Fourniture et pose de lit de sable d'une épaisseur de 10 cm | m3 | 28 | 4 000 | 112 000 |
| IV. 2.3 | Fourniture et pose des conduites de distribution PVC DN 125 PN4 | mL | 559 | 4 500 | 2 515 500 |
| IV. 3 | Pièces hydrauliques | | | | |
| IV. 3.1 | Fournitures et pose de vannes en acier galva artisanales pour prises d'eau parcelaires DN 125 | U | 16 | 3 000 | 48 000 |
| IV. 3.2 | Fourniture et pose de coudes PVC DN 125 PN 4 | U | 17 | 15 000 | 255 000 |
| IV. 3.3 | Fourniture et pose de rehausses PVC DN 125 PN 4 | mL | 8 | 5 000 | 40 000 |
| IV. | Fourniture et pose de Te avec bouts femelles PVC | U | 16 | | |

Mémoire de fin d'étude : Développement de la petite irrigation au Burkina Faso : cas d'un aménagement de type semi-californien à l'amont du barrage de Bonam (Namentenga)

| | | | | | |
|-------|---|----|-----|-----------|---------------|
| 3.4 | DN 125 PN 4 | | | 20 000 | 320 000 |
| | Sous total N°4 | | | | 3 955 500 |
| V | Réseau de circulation | | | | |
| V.1 | Tracé et matérialisation des pistes de desserte des parcelles | FF | 1 | 100 000 | 100 000 |
| V.2 | Remblai latéritique de 15cm | m3 | 180 | 3 000 | 540 000 |
| | Sous total N°5 | | | | 640 000 |
| VI | Mesures environnementales | | | | |
| VI.1 | Fourniture de sacs de graines de nilotica | U | 1 | 25 000 | 25 000 |
| VI.2 | plantation de haies vives | FF | 1 | 100 000 | 100 000 |
| | Sous total N°6 | | | | 125 000 |
| VII | Amenée d'énergie | | | | |
| VII.1 | Fourniture et installation de groupe de 6KVA | U | 1 | 3 000 000 | 3 000 000 |
| VII.2 | Fourniture et installation de cables d'alimentation | mL | 6 | 10 000 | 60 000 |
| VII.3 | Sous total N°7 | | | | 3 060 000 |
| | Total général | | | | 16 912 500 |
| | Prix à l'hectare | | | | 4 228 125 |

Tableau : Devis de B.T

| N° | Désignation des travaux et fournitures | U | Qte | PU | PT |
|-----|---|----|-----|---------|---------|
| I | Installation de chantier et travaux | | | | |
| I.1 | Installation, amenée et repli du chantier | FF | 1 | 300 000 | 300000 |
| I.2 | Abattage débroussaillage dessouchage | ha | 4,5 | 20 000 | 90000 |
| I.3 | Parcellement | ha | 4,5 | 35 000 | 157500 |
| I.4 | Labour | ha | 4,5 | 50 000 | 225000 |
| | Sous total N°1 | | | | 772 500 |

Mémoire de fin d'étude : Développement de la petite irrigation au Burkina Faso : cas d'un aménagement de type semi-californien à l'amont du barrage de Bonam (Namentenga)

| | | | | | |
|-------|--|----|------|---------|-----------|
| II | Amenée d'eau et puit de pompage | | | | |
| II.1 | Fouille pour conduite d'amenée | m3 | 204 | 2 500 | 510 000 |
| II.2 | Fourniture et pose de lit de sable de 10cm d'épaisseur pour la conduite d'amenée | m3 | 34 | 5 000 | 170 000 |
| II.3 | Fourniture et pose de conduite PVC DN 200 PN4 pour conduite d'amenée | mL | 681 | 4 500 | 3 064 500 |
| II.4 | Construction d'ouvrage de prise d'eau | FF | 1 | 200 000 | 200 000 |
| II.5 | Fouille pour puit de pompage | m3 | 30,5 | 2 500 | 76 250 |
| II.6 | Construction du puit de pompage | FF | 1 | 350 000 | 350 000 |
| II.7 | Plaque de protection du puit de pompage | U | 1 | 80 000 | 80 000 |
| II.8 | Ouvrage de prise d'eau | U | 1 | 50 000 | 50 000 |
| II.9 | Fouille pour regard d'accès à la vanne de la conduite d'amenée | m3 | 13 | 2 500 | 32 500 |
| II.10 | Solidification des parois du regard avec des murets et échelle | FF | 1 | 200 000 | 200 000 |
| II.11 | Fourniture et installation de la vanne papillon DN 225 en PVC | U | 1 | 85 000 | 85 000 |
| | Sous total N°2 | | | | 4 818 250 |
| III | Station de pompage et refoulement | | | | |
| III.1 | Fouilles pour la platte forme de pompage | m3 | 4,5 | 3 500 | 15 750 |
| III.2 | Construction du local de la station de pompage | FF | 1 | 500 000 | 500 000 |
| III.3 | Fourniture et installation de la pompe Q=72m3/h HMT=10m P= 6kw avec pièces de rechange | U | 1 | 700 000 | 700 000 |
| III.4 | Fourniture et installation de la conduite d'aspiration | mL | 15 | 10 500 | 157 500 |
| III.5 | Fouille pour conduite de refoulement | m3 | 3,6 | 3 500 | 12 600 |
| III.6 | Fourniture et pose de lit de sable de 10cm d'épaisseur pour la conduite de refoulement | m3 | 1 | 5 000 | 5 000 |
| III.7 | Fourniture et pose de la conduite de refoulement PVC DN 250 PN6 | mL | 12 | 14 000 | 168 000 |
| III.8 | Fourniture et pose de coudes PVC DN 250 PN6 | U | 4 | 20 000 | 80 000 |
| | Sous total N°3 | | | | 1 |

| | | | | | |
|---------|---|----|-------|---------|--------------|
| | | | | | 638 850 |
| IV | Bassin tampon, réseau d'irrigation | | | | |
| IV. 1 | Maçonnerie | | | | |
| IV. 1.1 | Construction du bassin tampon | FF | 1 | 35 000 | 35 000 |
| IV. 1.2 | Construction d' ouvrages de prise d'eau parcelaires doubles | U | 6 | 35 000 | 210 000 |
| IV. 1.3 | Construction d' ouvrages de prise d'eau parcelaires uniques | U | 6 | 20 000 | 120 000 |
| IV. 2 | Canalisations | | | | |
| IV. 2.1 | Fouilles pour réseau d'irrigation | m3 | 193 | 2 500 | 482 500 |
| IV. 2.2 | Fourniture et pose de lit de sable d'une épaisseur de 10 cm | m3 | 32,05 | 4 000 | 128 200 |
| IV. 2.3 | Fourniture et pose des conduites de distribution PVC DN 125 PN4 | mL | 641 | 4 500 | 884 500 |
| IV. 3 | Pièces hydrauliques | | | | |
| IV. 3.1 | Fournitures et pose de vannes en acier galva artisanales pour prises d'eau parcelaires DN 125 | U | 18 | 3 000 | 54 000 |
| IV. 3.2 | Fourniture et pose de coudes PVC DN 125 PN 4 | U | 14 | 15 000 | 210 000 |
| IV. 3.3 | Fourniture et pose de rehausses PVC DN 125 PN 4 | mL | 12 | 5 000 | 60 000 |
| IV. 3.4 | Fourniture et pose de Te avec bouts femelles PVC DN 125 PN 4 | U | 18 | 20 000 | 360 000 |
| | Sous total N°4 | | | | 4 544 200 |
| V | Réseau de circulation | | | | |
| V.1 | Tracé et matérialisation des pistes de desserte des parcelles | FF | 1 | 100 000 | 100 000 |
| V.2 | Remblai latéritique de 15cm | m3 | 180 | 3 000 | 540 000 |
| | Sous total N°5 | | | | 640 000 |
| VI | Mesures environnementales | | | | |
| VI. 1 | Fourniture de sacs de graines de nilotica | U | 1 | 25 000 | 25 000 |
| VI. 2 | plantation de haies vives | FF | 1 | 100 000 | 100 000 |
| | Sous total N°6 | | | | 125 000 |
| VII | Amenée d'énergie | | | | |
| VII | Fourniture et installation de groupe de 7KVA | U | 1 | 3 | 3 |

Mémoire de fin d'étude : Développement de la petite irrigation au Burkina Faso : cas d'un aménagement de type semi-californien à l'amont du barrage de Bonam (Namentenga)

| | | | | | |
|-----------|---|----|---|------------|---------------|
| .1 | | | | 000 000 | 000 000 |
| VII .2 | Fourniture et installation de cables d'alimentation | mL | 6 | 10 000 | 60 000 |
| VII .3 | Sous total N°7 | | | | 3 060 000 |
| | Total général | | | | 15 598 800 |
| | Prix à l'hectare | | | | 3 466 400 |

Annexe 6: Notice d'impact environnementale

Introduction :

Dans le cadre de la redynamisation du secteur agricole du village de Bonam il est prévu, l'aménagement à l'aval du barrage de Bonam de périmètres irrigués avec des techniques modernes de type semi-californien. Ces différents travaux sont susceptibles d'avoir un impact sur la zone concernée lors de leur réalisation. Cette étude a pour but d'élaborer une notice d'impact environnementale des travaux d'aménagement des petits périmètres individuels du village de BONAM. Il s'agira pour cela d'identifier et d'analyser les impacts et de proposer des mesures types ainsi que des modalités claires de mise en œuvre, dans de la cadre d'une prise en compte des volets environnemental, social et sécuritaire.

Analyse de l'état initial de l'environnement

La zone concernée par notre aménagement déjà exploitée pour la culture de l'oignon dans le lit majeur et l'agriculture de contre saison grâce au barrage. Cette activité de contre saison se faisait avec des motopompes et un réseau de conduites en PVC sommairement enterrés par les agriculteurs eux même. Ceux-ci plaçaient des motopompes au bord de la retenue qui assuraient la fourniture en eau des différentes parcelles. Cette manière d'exploiter l'eau n'est pas efficace et engendre beaucoup de pertes et limite la capacité à emblaver une grande zone pour l'exploitation agricole car ce système est très rudimentaire et mal mis en place. Le système d'irrigation actuel est peu efficient. Ces habitudes à la longue peuvent porter atteinte à la pérennité de la retenue d'eau.

Identification, analyse et évaluation des impacts potentiels sur l'environnement

Identification des sources d'impact

Les différentes activités du projet qui pourraient avoir une incidence sur l'environnement ont été identifiées comme des sources d'impact, en fonction des phases du projet :

- La phase de préparation : qui consiste au désherbage et aux différentes fouilles

- La phase travaux : qui comprend les constructions des ouvrages génie civil, la mise en place des pompes et l'installation des systèmes d'irrigation.
- La phase exploitation, qui consiste simplement en la mise en culture selon les campagnes, irrigation, fertilisation, la récolte.

Identification des récepteurs d'impact

Ce sont les composantes du milieu qui subissent les impacts du projet. Elles se regroupent comme suit :

Composantes du milieu physique : l'air, le sol, les eaux de surface, les eaux souterraines

Composantes du milieu biologique : La végétation et la faune

Composantes du milieu humain : La qualité de vie, la santé et sécurité, emploi et niveau de vie, économie.

Identification des impacts

L'analyse des différentes composantes nous permet de tirer la grille d'interrelations entre les composantes environnementales pertinentes et les sources d'impacts du projet ci-dessous :

Matrice d'identification des impacts

| Phases | Sources d'impacts | Composantes environnementales | | | | | | | | |
|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----|-------------------|-------------------|-------|----------------|-------------------|--------|----------|
| | | Milieu physique | | | Milieu biologique | | Milieu humain | | | |
| | | Qualité de l'air | Sol | Ressources en eau | Végétation | Faune | Qualité de vie | Santé et sécurité | Emploi | Economie |
| <i>Préparation</i> | désherbage | | X | | X | X | | | | |
| | Fouilles et tranchées | | X | | X | X | | X | X | X |
| <i>Travaux</i> | Construction des ouvrages génie civil | X | X | X | X | X | | | X | X |
| | Mise en place de la pompe | X | | X | | X | | | X | |
| | Installation du système d'irrigation | | X | X | | | | | X | |
| <i>Exploitation</i> | Fertilisation | | X | X | X | | | | | |
| | Irrigation | | X | X | X | X | | | X | |
| | Récolte et vente | X | | | | | X | X | X | X |

Évaluation et analyse des impacts du projet

Impact sur la qualité de l'air : Lors des travaux de fouille ainsi que lors des passages des véhicules de chantier il y aura des soulèvements de poussière qui pourraient être à l'origine de certaines maladies. Il est à noter que ces véhicules lors de leur utilisation produisent du CO₂, dioxyde de carbone ce qui contribue à la destruction de la couche d'ozone. L'impact a été évalué comme étant mineur.

Comme mesure d'atténuation nous pouvons préconiser l'arrêt des véhicules de chantier à partir d'une certaine heure ainsi que la limitation de leur vitesse et le port obligatoire de masques de protection sur le chantier.

| Critère d'évaluation | | Importance |
|----------------------|--------|------------|
| Intensité | Faible | Mineure |
| Etendue | Locale | |

| | | |
|-------|--------|--|
| Durée | Courte | |
|-------|--------|--|

Impact sur le sol : Lors des travaux d'aménagement et des différentes constructions, il faut procéder à un désherbage ce qui laissera la terre à nu en proie à l'érosion éolienne et hydrique. Les engins pourraient aussi polluer ce sol en cas de fuites ou lors de problèmes mécaniques. L'impact sur le sol sera mineur lors des travaux.

Pour atténuer le phénomène d'érosion, il faudrait planter des haies vives. Pour éviter de polluer les sols, il faut veiller à ce que les véhicules soient dans un bon état.

| Critère d'évaluation | | Importance |
|----------------------|------------|------------|
| Intensité | Faible | Mineure |
| Etendue | ponctuelle | |
| Durée | temporaire | |

Impact sur les ressources en eau : Pendant l'exploitation du champ les agriculteurs peuvent avoir recours à des pesticides qui peuvent contaminer les nappes souterraines par infiltration mais aussi les points d'eau en surface. Cependant, il est aussi à noter que les nouveaux systèmes d'irrigation sur la zone ne sont pas aussi gourmands en eau que ceux préexistants ce qui permet de préserver les ressources en eau. L'impact peut être majeur, mais il faudrait règlementer l'utilisation des pesticides et favoriser le développement des systèmes d'irrigation plus modernes.

| Critère d'évaluation | | Importance |
|----------------------|------------|------------|
| Intensité | Forte | Majeure |
| Etendue | ponctuelle | |
| Durée | temporaire | |

Impact sur la végétation : La mise en œuvre du périmètre irrigué, va entraîner la coupe de certains arbres d'où une destruction du couvert végétal. L'impact sera moyen. Pour atténuer ce phénomène, il faudrait effectuer un reboisement compensatoire et limiter au maximum la coupe des arbres lors des travaux.

| Critère d'évaluation | | Importance |
|-----------------------------|------------|-------------------|
| Intensité | moyenne | moyenne |
| Etendue | ponctuelle | |
| Durée | temporaire | |

Impact sur la faune : Les travaux de désherbage et de fouilles pourraient entraîner la fuite des animaux sauvages notamment ceux qui vivent sous terre. Les pompes lors de leur fonctionnement peuvent produire beaucoup de bruit et ainsi les éloigner. L'exploitation du périmètre pourrait aussi attirer des animaux en divagation en quête de nourriture. L'impact sur la faune sera moyen. Pour atténuer ce phénomène, il faudrait créer dans la zone des aires protégées où ces animaux pourraient vivre en sécurité mais aussi aménager des pistes à bétail afin que les animaux d'élevage ne ravagent pas les récoltes.

| Critère d'évaluation | | Importance |
|-----------------------------|------------|-------------------|
| Intensité | moyenne | Moyenne |
| Etendue | locale | |
| Durée | temporaire | |

Impact sur la qualité de vie : L'aménagement fournirait des revenus additionnels au village tout au long de la saison sèche avec des cultures maraichères compétitives augmentant ainsi la richesse des habitants et ainsi donc leur niveau de vie et leur confort quotidien. L'impact sera positif et majeur. Comme mesure de bonification, il faudrait plus étendre le marché afin de servir plus de profit et ainsi augmenter le bénéfice mais aussi mettre en place des comptoirs où l'on pourra discuter les prix et écouler les récoltes.

| Critère d'évaluation | | Importance |
|-----------------------------|------------|-------------------|
| Intensité | moyenne | majeure |
| Etendue | locale | |
| Durée | temporaire | |

Impact sur l'emploi : L'aménagement hydro-agricole va employer beaucoup de main d'œuvre non seulement les travaux d'installation mais aussi pour assurer le fonctionnement optimal ces installations. Cela permettra de lutter contre le chômage et l'exode dans le village. L'impact sera positif et majeur. Il faudra alors multiplier ces aménagements dans la localité afin de créer plus d'emploi et de résorber le chômage et l'exode

| Critère d'évaluation | | Importance |
|-----------------------------|------------|-------------------|
| Intensité | moyenne | majeure |
| Etendue | locale | |
| Durée | permanente | |

Impact sur l'économie : Ces nouvelles installations vont créer de nouvelles activités donc des revenus. Cela va redynamiser l'économie de la zone notamment dans le secteur agricole avec des cultures maraichères dont les produits se vendent bien. L'impact sera positif et majeur. Il faudrait développer encore plus ce secteur dans la zone afin d'être plus compétitif au niveau national et que cette production puisse contribuer de façon significative à répondre à la demande des consommateurs de la sous-région.

| Critère d'évaluation | | Importance |
|-----------------------------|------------|-------------------|
| Intensité | moyenne | majeure |
| Etendue | locale | |
| Durée | permanente | |

Analyse des risques

Les activités d'aménagement et d'exploitation du périmètre présentent certains risques. On peut citer entre autres les suivants :

- **Risque d'accident lors du travail sur le chantier** : Lors de l'installation du matériel il est possible qu'un ouvrier soit victime d'un accident de travail. Afin d'éviter au maximum cette éventualité il serait judicieux de faire porter aux ouvriers une protection adéquate et d'avoir le matériel nécessaire pour intervenir en cas d'accident.

- **Risque de panne des systèmes d'irrigation** : Lors de l'utilisation du système d'irrigation les opérateurs ne sont pas à l'abri de pannes. Pour faire face à ce genre de situations il faudrait former les opérateurs à la maintenance pour régler les petites pannes et avoir un stock de pièces de rechanges.

- **Risque de pollution de l'eau de la retenue** : Du fait de la proximité des stations de pompage, une pollution de la retenue avec de l'essence ou de l'huile de moteur est possible. L'utilisation sans contrôle des pesticides pourrait avoir de graves conséquences sur la retenue telles que l'eutrophisation. L'adoption de bonnes pratiques est requise pour réduire les risques de pollution.

Mesures d'atténuation

Mesures d'atténuation pour la phase préparation et travaux du périmètre

Elles vont consister au : respect des lois et réglementations nationales, à signaler les travaux du chantier, respecter les horaires des travailleurs, à gérer de façon responsable les déchets et à faire des campagnes de sensibilisation afin que les populations sachent quel comportement avoir à proximité des zones de chantier pour leur sécurité.

Mesures d'atténuation pour la phase exploitation du périmètre

A ce niveau, il s'agira de sensibiliser les producteurs sur les méfaits de la mauvaise gestion des ressources en eau et aussi sur l'utilisation de pesticides illégaux. Il faudra aussi les former à l'utilisation du système semi californien avec le respect du calendrier d'irrigation. Il faudrait aussi mettre en place des structures d'approvisionnement en intrants et comptoirs de vente des récoltes ou celles-ci pourront être vendues.

