



**ETUDE D'UN AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE 75 HA  
DE PERIMETRE IRRIGUE DE TYPE SEMI-CALIFORNIEN EN  
AVAL DU LAC HIGA DANS LA REGION DU SAHEL AU  
BURKINA FASO**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE  
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT  
OPTION : INFRASTRUCTURES ET RESEAUX HYDRAULIQUES

Présenté et soutenu publiquement le : 22/01/2020 par

**Abdoulaye KOBAYAGDA (2011 1153)**

**Encadreur 2iE : Bassirou BOUBE**

Enseignant en Irrigation à 2iE

**Maître de stage : Moussa ZOU**

Ingénieur en Génie Rural chargé d'étude de CAFI-B

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : **Dr Amadou KEITA**

Membres et correcteurs : **M. Roland YONABA**  
**M. Amadou SIMAL**

**PROMOTION [2019/2020]**

## DEDICACE

Je dédie ce mémoire marquant une étape de ma vie professionnelle à :

Ma très chère maman et à mon papa pour leur bénédiction

Madame KOBAYAGDA/TARAMA pour son soutien

Mes enfants Assia et Abdallah

Mes grands-frères

À tous ceux qui me sont très chers

Puisse Allah nous couvrir de sa grâce, de son immense miséricorde et ramener la  
paix et la quiétude dans ma chère patrie, le Burkina Faso et les pays voisins.

## **REMERCIEMENTS**

Ce mémoire marquant la fin de notre formation d'ingénieur en Infrastructures et Réseaux Hydrauliques, nous remercions ALLAH qui nous a aidé et nous a donné la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de ce cursus universitaire.

- Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral de l'Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement pour la richesse et la qualité de leur enseignement,

- A mon encadreur interne, M. Bassirou BOUBE, qui s'est toujours montrés à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, nous lui remercions sincèrement.

- Nous tenons à remercier le personnel technique du bureau d'études CAFI-B et tout particulièrement et chaleureusement M. SANOU, Directeur Général de CAFI-B, qui nous a reçus dans sa structure dans le cadre de ce travail, et M. Moussa ZOU qui m'a accorder l'appui technique nécessaire en tant que maitre de stage tout au long de ce mémoire et qui est rester très compréhensif et ouvert durant tout ce temps passé ensemble,

- Nous n'allons pas oublier nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

## RESUME

Le lac Higa encore dénommé lac sahélien est une très importante dépression naturelle de la région du Sahel au Burkina Faso, d'une capacité de 40 millions de m<sup>3</sup> couvrant une superficie de 300 hectares (DGRE, 2011) sous exploitée jusqu'à ce jour.

La présente étude valorise cette retenue d'eau naturelle à travers un avant-projet détaillé d'un aménagement hydro agricole de type semi-californien de 75 ha en aval du lac Higa.

Les cultures maraichères sont pratiquées en contre saison et une irrigation d'appoint est apportée au maïs en campagne humide.

Cette étude permet de mettre à la disposition des exploitants majoritairement féminins, 300 parcelles de 0,25 ha. Le périmètre est subdivisé en 06 blocs indépendants avec des quartiers hydrauliques variant d'un hectare (1 ha) à trois hectares (3 ha) et d'un débit d'équipement évalué à 3,66 l/s/ha.

Le système d'aménagement proposé est composé :

- Une station de pompage constitué de six (06) pompes dont cinq (05) pompes de 144 m<sup>3</sup>/h et une de 216 m<sup>3</sup>/h de débit avec une hauteur manométrique total de 12 m chacune ;
- Six (06) conduites de refoulement en PVC PN6 dont cinq (05) de diamètre 250 mm totalisant 10 km et une conduite de diamètre 280 mm d'une longueur totale de 1 237 m reliant la station aux bassins tampons en tête du périmètre ;
- Six (06) bassins partiteurs dont cinq (05) à 04 sorties et une à 06 sorties assurant la répartition de l'eau dans des conduites secondaires de diamètre 160 mm totalisant une longueur de 9889 m et des ouvrages de prise, de drainage et autres ouvrages connexes.

L'option solaire composée de 180 panneaux photovoltaïques de 325kW/12V est retenue pour l'alimentation électrique du système pour prendre en compte les questions de protection de l'environnement avec un groupe électrogène 200 kVA choisi comme une option alternative.

Le cout global d'exécution du projet s'élèverait à 690 609 408 FCFA TTC soit un cout spécifique de 9 208 125 F/ha, avec une durée de retour sur investissement de deux (2) ans.

### Mots Clés :

- Aménagement hydro-agricole	- Lac Higa
- Maraichage	- Sahel
- Semi-californien	

## ABSTRACT

Lake Higa, also known as the sahelian lake, is a very important natural depression in the Sahel region of Burkina Faso with a capacity of 40 million m<sup>3</sup> covering an area of 300 hectares (DGRE, 2011), which has been under exploited until now.

The present engineering valorizes this natural water resources through a detailed design of a 75 ha of semi-californian hydro-agricultural development downstream from Lake Higa.

In a sahelian context, the choice of the semi-californian system allows the development of the selected speculations such as tomatoes, onions and potatoes in the off-season and to provide a possible supplementary irrigation for maize in humid countryside.

This study makes it possible to put at the disposal of the operators mainly female 300 parcels of 0.25 ha. The perimeter is subdivided into 6 blocks with hydraulic districts of 1 ha to 3 ha and an equipment flow rate of 3, 66 l/s/ha.

Indeed the proposed management system consists of:

- A pumping station consisting of six (06) pumps including five (05) pumps of 144 m<sup>3</sup>/h and one of 216 m<sup>3</sup>/h of flow with a total head of 12 m each;
- six (06) PVC PN6 discharge pipes, including five (05) of 250 mm diameter totalling 10 km and a 280 mm diameter line with a total length of 1 237 m connecting the station to the buffer basins at the head of the perimeter;
- six (06) watersheds, five (05) at 04 exits and one at 06 exits distributing water in 160 mm diameter totalling a length of 9 889 m and catch, drainage and other related structures.

The solar option consisting of 180 photovoltaic panels of 325kW/12V is chosen for the power supply of the system to take into account environmental protection issues with a 200 kVA generator chosen as an alternative option.

The overall cost of implementation of the project would amount to 690, 609,408 FCFA TTC or a specific cost of 9 208 125 F /ha, with a payback period of two (02) years.

### Keyword :

- 
- **hydro-agricultural development**
  - **Market gardening**
  - **Semi-californian**
  - **Lake Higa**
  - **Sahel**

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>2iE</b>	: Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
<b>CAFI-B</b>	: Compagnie Africaine d'Ingénierie – Burkina
<b>DN</b>	: Diamètre Nominal
<b>DGPSA</b>	: Direction Générale des Prévisions et des Statistiques Agricoles
<b>ET<sub>o</sub></b>	Evapotranspiration de référence
<b>ETM</b>	: Evapotranspiration Maximale
<b>FAO</b>	: Food and Agriculture Organization
<b>IFPRI</b>	: Institut International de Recherche sur les Politiques Alimentaires
<b>OXFAM</b>	: <b>O</b> xford Committee for Relief <b>F</b> amine
<b>PAGIRE</b>	: Plan d'Action pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau
<b>PAPSA</b>	: Projet d'Amélioration de la Productivité Agricole et de la Sécurité Alimentaire
<b>PIB</b>	: Produit intérieur Brut
<b>PNA</b>	: Plans Nationaux d'Adaptation aux Changements Climatiques
<b>PNSR</b>	: Programme National du Secteur Rural
<b>RGPH</b>	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat
<b>SPAW</b>	: SOILS PLANTS AND WATER
<b>TN</b>	: Terrain Naturel
<b>ZATE</b>	: Zone d'Appui Technique en Elevage

## SOMMAIRE

REMERCIEMENTS .....	II
RESUME .....	III
ABSTRACT.....	IV
LISTE DES ABREVIATIONS .....	V
LISTE DES TABLEAUX.....	VII
LISTE DES FIGURES .....	IX
<b>I. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>II. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....</b>	<b>2</b>
II.1. Contexte et problématique de l'étude .....	2
II.2. Objectifs de l'étude .....	2
II.3. Résultats attendus .....	3
<b>III. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE .....</b>	<b>4</b>
III.1. Situation géographique.....	4
III.2. Caractéristiques du milieu physiques .....	5
III.3. Données socio-économiques .....	8
<b>IV. MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>12</b>
IV.1. Matériels .....	12
IV.2. Approche méthodologique .....	12
<b>V. RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>29</b>
V.1. Etudes de base .....	29
V.2. Conception de l'aménagement.....	36
V.3. Dimensionnement du système d'irrigation .....	46
<b>VI. CONCLUSION.....</b>	<b>63</b>
<b>VII. RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>64</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>i</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>ii</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Localisation du site de Higa .....	4
Tableau 2: Données climatiques de la zone de projet .....	6
Tableau 3 : Population de Tankougounadié .....	9
Tableau 4 : Effectif du cheptel de Tankougounadié .....	11
Tableau 5: Différentes campagnes de simulation des besoins en eau des cultures maraichères .....	20
Tableau 6: Différentes campagnes de simulation des besoins en eau du maïs en saison humide .....	20
Tableau 7: caractéristiques des sols du site .....	31
Tableau 8: Pluies exceptionnelles .....	34
Tableau 9: Caractéristiques géomorphologique du Bassin versant.....	34
Tableau 10: Apports en eau à Higa .....	35
Tableau 11: Apports solides du bassin versant .....	35
Tableau 12: Caractéristiques des cultures .....	37
Tableau 13: Besoin en eau maximum par campagne .....	38
Tableau 14: Bilan hydraulique du lac Higa.....	39
Tableau 15: Déficit hydrique du maïs pendant la campagne humide .....	42
Tableau 16: Structuration du périmètre en blocs .....	44
Tableau 17: caractéristiques des conduites de refoulement .....	46
Tableau 18 : Caractéristiques des conduites secondaires du versant Ouest (blocs A, B et C). 47	
Tableau 19 : Caractéristiques des conduites secondaires du versant Est (blocs D, E et F).....	48
Tableau 20: Caractéristiques des partiteurs du versant Ouest.....	49
Tableau 21: Caractéristiques des partiteurs du versant Est .....	49
Tableau 22: Caractéristiques des motopompes .....	50
Tableau 23: Vérification de l'effet du coup bélier de la station de pompage .....	54
Tableau 24: Caractéristiques du système photovoltaïque .....	55
Tableau 25: Bilan de puissances apparentes des pompes .....	56
Tableau 26: Estimation des coûts du PGES .....	61
Tableau 27: Coût estimatif du projet.....	62
Tableau 28: Paramètres morphologique du bassin versant .....	v
Tableau 29: pluviométrie moyenne annuelle .....	v

Tableau 30: Valeurs caractéristiques de la pluviométrie annuelle .....	vi
Tableau 31: pluviométrie annuelle en fonction de la fréquence cumulée au dépassement (Hyfran+).....	vii
Tableau 32:Données de pluviométrie maximale journalière.....	viii
Tableau 33: pluviométrie maximale journalière en fonction de la fréquence cumulée (Hyfran+) .....	ix
Tableau 34: Valeurs caractéristiques de la pluviométrie annuelle .....	ix
Tableau 35: Calcul de Crues par la méthode ORSTOM .....	x
Tableau 36: Evaluation des crues decennale par la méthode CIEH.....	xi
Tableau 37: Crues centennales .....	xi
Tableau 38: Exemple de fiche de mesure d'infiltration.....	xii
Tableau 39: Caractérisation et classification des sols .....	xv
Tableau 40:Besoins en eau des cultures en campagne sèche .....	xvii
Tableau 41:Besoins en eau des cultures en campagne humide .....	xviii
Tableau 42: calcul des paramètres hydraulique du perimetre .....	xix
Tableau 43: Dimensionnement du réseau de refoulement .....	xliv
Tableau 44: Dimensionnement de pompes .....	xliv
Tableau 45: vérification de coup de bélier .....	xlvi
Tableau 46: Dimensionnement du système solaire .....	xlvii
Tableau 47 : Dimensionnement du groupe électrogène .....	xlviii
Tableau 48: Calcul de débit des drains et collecteurs .....	xliv
Tableau 49: Détermination des sections des drains .....	xliv
Tableau 50: Devis quantitatif .....	l
Tableau 51: Devis estimatif du projet .....	li
Tableau 52 :compte d'exploitation oignon du site de Higa .....	lvi
Tableau 53: Exploitation de la tomate.....	lvii
Tableau 54: Synthèse des impacts sociaux positifs de la variante avec le projet.....	lviii
Tableau 55 : Coûts estimatifs pour le dédommagement des PAP.....	lix
Tableau 56 : Synthèse de la caractérisation des impacts à partir de la grille de Firmin Fecteau (1997). .....	lxi
Tableau 57: Evaluation du cout de PGES .....	lxv

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude de Higa.....	5
Figure 2: Production de la province du Yagha par rapport à la région du Sahel de la campagne de 2017 (Source : DGESS/MAAH, 2017) .....	10
Figure 3: Matériels utilisés dans l'étude .....	12
Figure 4: Description de la rentabilité des productions par les exploitants .....	30
Figure 5: Besoin en eau de pointe par campagne de simulation .....	38
Figure 6: Localisation du périmètre à aménager .....	43
Figure 7: Disposition des blocs et parcelles .....	45
Figure 8 : Système d'irrigation de type semi-californien (Source : DEGLA, et BEN A., 2016) .....	46
Figure 9: Point de fonctionnement des pompes alimentant le versant Ouest.....	51
Figure 10: Point de fonctionnement des pompes alimentant le versant Est.....	52
Figure 11: Courbe hypsométrique.....	iv
Figure 12: Résultats d'ajustement sur Hyfran Plus des pluies annuelles .....	vii
Figure 13: graphique d'ajustement des pluies maximales sur Hyfran Plus .....	viii
Figure 14: Analyse des données d'infiltration avec le Graph Prism .....	xiv
Figure 15: Caractérisation du sol avec SPAW .....	xv
Figure 16: Schéma du bassin tampon A.....	xxxvii
Figure 17: Schéma des bassins partiteurs B, C,D,E et F.....	xxxix
Figure 18: Détermination de point de fonctionnement .....	xlvi

## **I. INTRODUCTION**

Au Burkina Faso, le secteur agricole constitue le principal pilier de l'économie et par conséquent le facteur central du développement du pays, L'agriculture occupe plus de 80 % de la population active, contribue pour environ 35 % au PIB du Burkina Faso et reste la majeure source de revenus pour les populations les plus pauvres (DGPSA, 2007).

En termes de potentialités, le secteur bénéficie de l'existence de neuf (09) millions d'hectares en terres arables faiblement exploitées, de 233 500 ha de terres irrigables et 500 000 ha de bas-fonds facilement aménageables et d'environ 1 200 plans d'eau mobilisant annuellement environ 5 milliards m<sup>3</sup> d'eau de surface (PNSR, 2018). Malgré ces potentialités, force est de constater la persistance de l'insécurité alimentaire et la malnutrition résultant du déficit des productions agricoles. Selon le rapport de l'Institut International de Recherche sur les Politiques Alimentaires (IFPRI, 2013), le Burkina Faso fait face à des problèmes de disponibilité et d'accès aux aliments particulièrement graves dans la zone sahélienne.

Ce déficit de production agricole est une conséquence d'une faible productivité tributaire d'une agriculture essentiellement pluviale marquée par des aléas climatiques, des techniques culturales rudimentaires et des sols pauvres en fertilisant (PNSR, 2018).

Face à cette situation, le Gouvernement burkinabè a élaboré et mis en œuvre plusieurs programmes et projets dont le Projet d'Amélioration de la Productivité Agricole et de la Sécurité Alimentaire (PAPSA). Les objectifs de développement de ce projet est d'améliorer la capacité des petits producteurs à accroître les productions vivrières et à assurer une plus grande disponibilité de ces produits sur les marchés. Pour l'atteinte de ces objectifs, le PAPSA a prévu de réaliser des études d'aménagement dans plusieurs régions du Burkina.

C'est dans ce cadre que la présente étude d'aménagement hydro-agricole de 75 ha de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel intervient. Au regard du contexte sahélien de la zone d'étude, cette étude devra permettre de faire le maraichage en campagne sèche et de permettre une irrigation d'appoint en campagne humide.

## **II. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE**

### **II.1. Contexte et problématique de l'étude**

La variabilité climatique est l'une des menaces qui affecterait le développement économique et social des pays du Sahel. Dans les secteurs de l'agriculture, de l'élevage, des forêts, de la pêche et de l'aquaculture, ses effets se traduisent par la baisse de rendement des productions végétales, animales et halieutiques due à la modification du régime des pluies, aux longues sécheresses et/ou des inondations, à la diminution drastique des ressources en eau, à l'invasion acridienne, à la réduction des pâturages et à la dégradation des sols.

Pour faire face à ce phénomène, la Communauté internationale a adopté la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. La mise en œuvre de cette convention au niveau des Etats Parties à la Convention a abouti à l'élaboration des Plans Nationaux d'Adaptation aux Changements Climatiques (PNA) qui prévoient une série d'actions à mettre en œuvre.

Pour répondre à la question de la sécurité alimentaire exacerbée ces dernières années par la hausse continue des prix des denrées alimentaires que le Burkina Faso a sollicité et obtenu en 2009 auprès de Banque Mondiale, le financement du Projet d'Amélioration de la Productivité agricole et de la Sécurité Alimentaire (PAPSA).

L'objectif de développement du PAPSA est d'améliorer la capacité des petits producteurs à accroître les productions vivrières et à assurer une plus grande disponibilité de ces produits sur les marchés.

Pour ce faire, il est prévu la réalisation des études d'aménagements hydroagricoles pour le développement de l'irrigation autour des retenues d'eau d'au moins 300 000 m<sup>3</sup> de capacité en vue d'aboutir à l'aménagement de 2 500 ha de périmètres irrigués à l'aval et à l'amont de ces barrages dans les régions du Sahel, du Centre-Sud et du Centre-Est.

C'est ainsi que la Compagnie Africaine d'Ingénierie – Burkina (CAFI-B) a été mandaté pour réaliser une étude d'un aménagement hydro-agricole à l'aval du lac Higa ; retenue d'eau naturelle sahélienne d'une capacité de stockage estimée à 400 millions de m<sup>3</sup> (DGRE, 2011). Les études préliminaires du site, déjà réalisées par le consultant, font ressortir un potentiel d'aménagement de 75 ha de périmètre irrigué et le semi californien comme technique adaptée. Dans le cadre du présent mémoire de fin d'étude, il est question de conduire une étude approfondie et détaillée de cet aménagement en vue d'aboutir à un Avant-Projet Détaillé (APD).

### **II.2. Objectifs de l'étude**

L'objectif global de la présente étude est de réaliser une étude d'Avant-Projet Détaillée d'un

aménagement hydro-agricole de 75 ha de type semi-californien en aval du lac Higa afin de contribuer à l'amélioration de la productivité agricole et de la sécurité alimentaire au profit du Projet d'Amélioration de la Productivité agricole et de la Sécurité Alimentaire (PAPSA).

De façon spécifiques ; il s'agit de :

- ◆ Réaliser les études de base de l'aménagement ;
- ◆ Concevoir un périmètre irrigué de type semi-californien ;
- ◆ Faire une étude d'impact environnementale de l'aménagement ;
- ◆ Faire une évaluation du coût de réalisation et une étude économique de l'aménagement.

### **II.3. Résultats attendus**

Les résultats attendus à l'issue de cette étude sont énumérés comme suivent :

- ◆ Un périmètre irrigué de type semi californien de 75 ha est conçu à l'aval du lac Higa ;
- ◆ Un Plan de Gestion Environnementale et Social du projet est disponible ;
- ◆ Une étude économique du projet est effectuée.

### III. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Cette partie consiste à caractériser la zone d'étude de façon globale sur plusieurs volets notamment sur le plan géographique, physique et socio-économiques.

#### III.1. Situation géographique

Le site de Higa est situé dans le village de Tankougounadié ; Chef-lieu de la commune Tankougounadié dans la province du Yagha dans la région du Sahel (Tableau 1), La commune de Tankougounadié est délimitée :

- ◆ du Nord à l'Est par la république du Niger et la commune de Boundoré ;
- ◆ au Sud par la commune Sébba;
- ◆ et à l'Ouest par la commune rurale de Titabé.

Le site est accessible à partir de Ouagadougou par la Route Nationale N°3 (N3) Ouaga-Dori sur 265 km bitumés puis on emprunte la Route Régionale n°7 (R7) Dori-Sebba sur 99 km en terre, Le site du projet est distant de Sebba, chef-lieu de province de 35 km par une piste rurale Sébba-Tankougounadié et est difficile d'accès même en saison sèche.

Le projet d'aménagement du périmètre irrigué est localisé aux coordonnées 13°35' de latitude Nord et 0°44' de longitude Ouest au Sud-Est du lac Higa ; lac sahélien inscrit parmi les sites Ramsar du Burkina (Figure 1).

**Tableau 1: Localisation du site de Higa**

Site	Ressource	Commune	Province / Région	Coordonnées Géographiques	
				Latitude	Longitude
Higa	Lac Higa	Tankougounadié	Yagha/Sahel	13°35' N	0°44' W

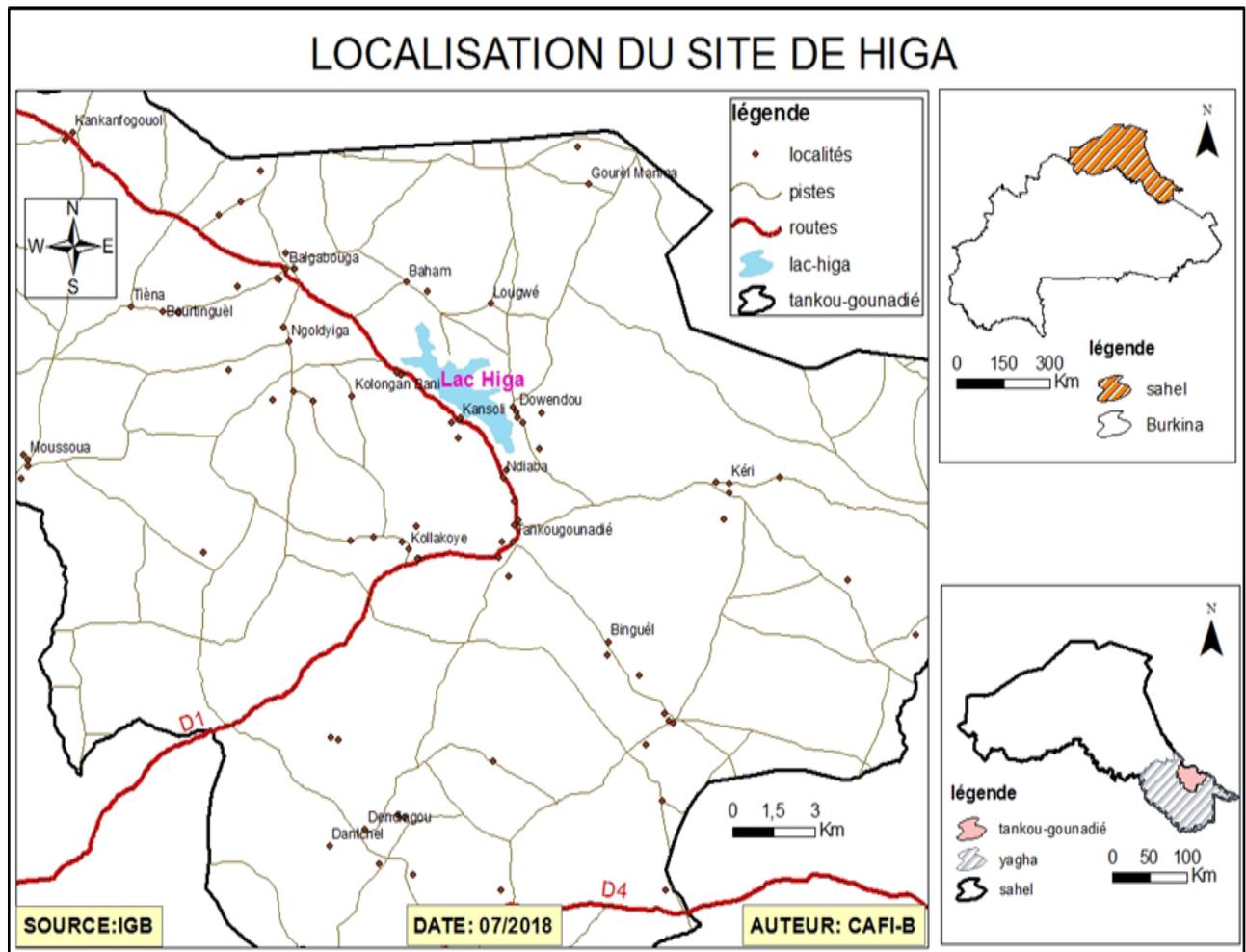


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude de Higa

### III.2. Caractéristiques du milieu physiques

L'appréhension du milieu physique de la commune de Tankougounadié est faite à travers les éléments suivants : le climat, le relief, le profil pédologique, le réseau hydrographique, le couvert végétal et la faune.

#### III.2.1 Climat

Le climat de la région est aride et de type sahélien caractérisé par l'alternance de deux saisons :

- ◆ une longue saison sèche allant généralement d'octobre à mai ;
- ◆ et une courte saison pluvieuse allant de juin à septembre.

Il est marqué par des précipitations faibles, irrégulières et inégalement réparties dans le temps et dans l'espace avec une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre les isohyètes 400 et 600 mm constituant ainsi un frein au développement de l'agriculture.

La station synoptique de Dori est retenue comme la plus représentative car elle est la plus proche. Elle est située à 96 km environ à vol d'oiseau du site du périmètre de Higa. Une série de données de 1986 à 2014 de la pluviométrie moyenne annuelle, des pluies journalières maximales annuelles relevées ont été utilisées pour caractériser les événements pluvieux de la zone. Une série de données d'ETP de BAC A et de Penman sur la période de 1961 à 2013 a été également obtenue pour caractériser l'évapotranspiration de la zone de projet.

Les valeurs moyennes des paramètres climatiques retenues au cours des périodes considérées dans le cadre de cette étude sont données le tableau ci-dessous :

**Tableau 2:Données climatiques de la zone de projet**

Mois	Température (°C)	ETP Bac A (mm)	ETP Penman (mm)	Pluies moyenne (mm)
Janvier	23,5	219,9	188,1	0,0
Fevrier	26,3	248,2	207,4	0,0
Mars	30,0	320,5	221,1	2,2
Avril	33,2	328,3	207,4	10,8
Mai	34,3	332,8	202,6	33,1
Juin	32,2	280,6	173,7	78,7
Juillet	29,8	225,9	149,1	130,3
Aout	28,5	186,4	137,1	168,9
Septembre	29,6	186,6	153,6	94,2
Octobre	30,9	240,3	185,7	14,6
Novembre	27,5	233,8	183,4	0,0
Décembre	24,1	221,0	177,6	0,0

La température moyenne mensuelle varie de 23,5°C en janvier à 34,3°C au mois de mai. Dans la période de 1986-2014, la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée est de 478,2 mm avec une hauteur minimal de 117,7 mm observée en 2008. De cela, il est à noter que la zone d'étude présente un climat contrasté très défavorable à l'agriculture.

### III.2.2 Hydrographie

Dans la commune rurale de Tankougounadié, le réseau hydrographique est peu dense. Il est essentiellement constitué de quelques cours d'eau temporaires, La principale rivière est le Babongou-Yali qui est un affluent de la Sirba.

On note cependant l'existence d'un plan d'eau pérenne, le lac Higa, qui s'étend sur environ 4 km de long et couvre une superficie de 3 km<sup>2</sup> (DREEVCC, 2017). Le lac Higa, dépression naturelle située sur le cours d'eau du Yali, constituant la source d'eau de notre aménagement est la principale ressource en eau de surface de la commune de Tankougounadié, de la province du Yagha et de la zone transfrontalière Burkina-Niger. De ce fait, il joue un rôle capital dans le développement socio-économique des populations.

### III.2.3 Sols

L'étude pédologique sur le site du périmètre de Higa, réalisé par le bureau CAFI-B a permis de recenser trois (03) unités pédologiques appartenant à deux (02) classes de sol selon la taxonomie française des sols. Il s'agit de :

- ❖ la classe des **sols peu évolués**, sous classe des sols peu évolués non climatiques, comportant une seule unité pédologique de **Sols peu évolués d'érosion régosolique** caractérisés morphologiquement par une profondeur moyenne ( inférieure à 80 cm), une couleur de la matrice très pale en surface et brun grisâtre en profondeur et d'une capacité de drainage modérée à normale. Ils occupent la zone de versant Ouest du périmètre avec des affleurements cuirassés par endroits ;

- ❖ la classe des **sols brunifiés**, sous classe des sols brunifiés des pays tropicaux comportant deux (02) unités pédologiques :

- ◆ **Sols bruns eutrophes tropicaux ferruginisés à faciès hydromorphe** ; ce sont des sols profonds (supérieure à 120 cm) avec une couleur de matrice brun grisâtre en surface, brun olive clair dans les horizons intermédiaires ainsi qu'en profondeur avec une capacité de drainage modérée, Cette unité pédologique a été rencontrée au niveau du versant Est du périmètre,

- ◆ **Sols bruns eutrophes tropicaux vertiques hydromorphes** ; Ce sont des sols également profonds (120 cm) de couleur de la matrice brun grisâtre en surface, brun olive dans les horizons intermédiaires et brun olive clair en profondeur et d'une capacité de drainage imparfaite, Ces sols sont localisés au niveau de la zone centrale, (CAFI-B, 2018),

### III.2.4 Ressources végétales et fauniques

Dans la commune, la végétation est composée de steppes arbustives et de brousses tigrées plus ou moins dégradées caractérisée par de fortes colonies d'épineux et quelques forêts galeries et un tapis herbacé dense le long des cours d'eau et des bas-fonds, Le couvert végétal connaît une dégradation accrue sous l'effet combiné de l'action anthropique et des facteurs naturels.

Les principales espèces végétales rencontrées sont : *Acacia seyal*, *Acacia nilotica*, *Acacia laeta*, *Acacia senegal*, *Balanites aegyptiaca*, *Piliostigma reticulatum* et des espèces de Combrétacées situé le long des cours d'eau caractérisé par le *Mitragyna inermis*.

De façon spécifique, la végétation est rare au niveau du site prévue pour l'aménagement, Elle comprend les espèces suivantes :

- ◆ *Piliostigma reticulatum* et *Acacia seyal* sous forme d'arbuste au niveau de la zone du versant Ouest du périmètre ;

- ◆ *Balanites aegyptiaca*, *Acacia sp*, et un tapis herbacé assez dense comprenant en majorité *Cassia tora* au niveau du versant Est du périmètre ;

- ◆ et *Balanites aegyptiaca*, *Acacia sp*, et un tapis herbacé important constitué en dominance de *Cassia tora* au niveau de la zone centrale du périmètre.

La faune est constituée d'outardes, de pintades sauvages, de francolins en ce qui concerne les espèces aviaires et de céphalophes, de lièvres, de chacals, de singes et de phacochères pour le petit gibier. (DREEVCC/SHL, 2017)

### III.3. Données socio-économiques

#### III.3.1 Situation démographique

La population de la commune de Tankougounadié est estimée à 16 453 habitants dont 49,5% de femmes et 50,5% d'hommes répartie sur une superficie de 1 023 Km<sup>2</sup> soit une densité moyenne de 16,1 hbts/km<sup>2</sup>, Le taux annuel moyen d'accroissement du Sahel et de la commune rurale est estimé à 3,6% pour la population et de 3,7 % pour les ménages (INSD RGPH, 2006). La population du village de Tankougounadié est composée essentiellement de Rimahibé, de mosis, de Gourmantché, de Bellah et de Sonrai (CAFI, 2018), Le tableau suivant donne un aperçu sur la population du village de Tankougounadié.

**Tableau 3 : Population de Tankougounadié**

Village	Nombre de ménages en 2006	Nombre de ménages projeté en 2019	Population en 2006	Population en 2019
Tankougounadié	458	735	2510	3975

(Source : RGPH 2006, projection)

Dans le tableau précédent (Tableau 3), la projection de la population du village annonce une forte augmentation en 2019 qui risque d'avoir des répercussions sur le seul outil de production dont dispose les populations à savoir la terre.

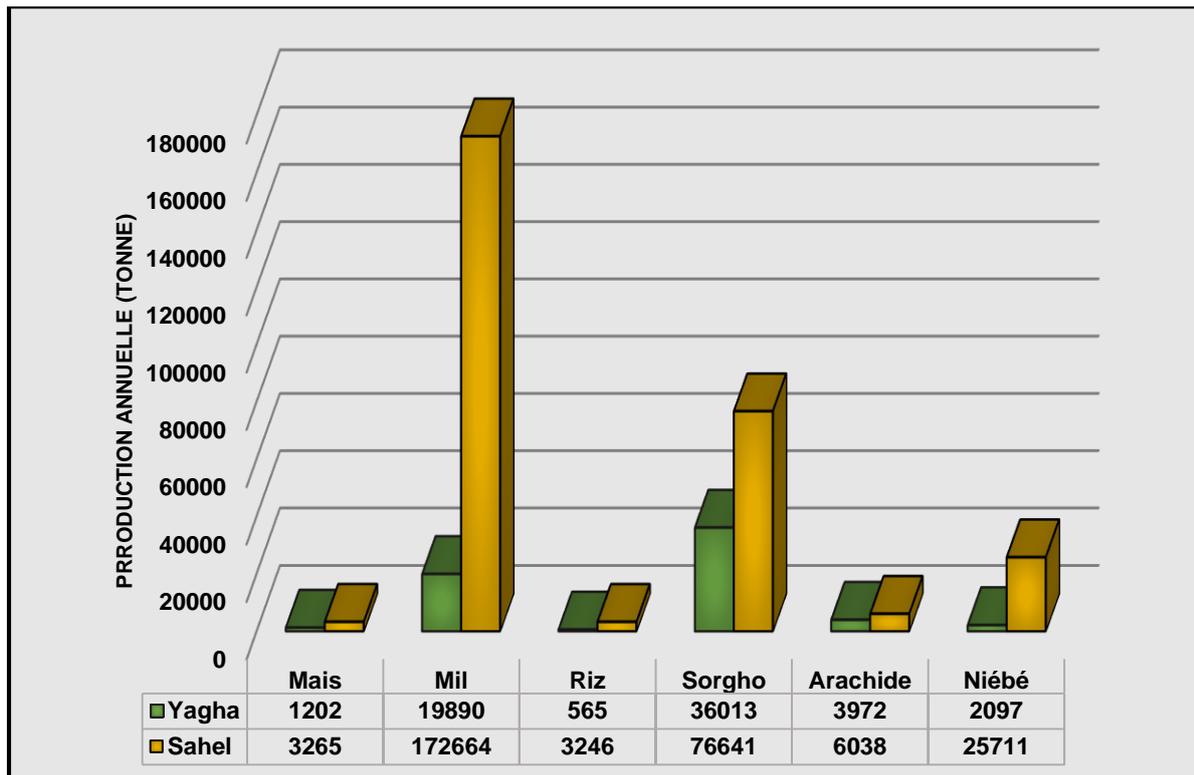
Dans cette optique, il est en effet essentiel de parvenir à développer les aménagements hydro agricoles afin d'améliorer les rendements et de résoudre du même coup le problème de l'insuffisance des terres cultivables.

### **III.3.2 Activités économiques**

L'économie de la région est basée sur les activités du secteur primaire axées essentiellement sur les productions agro-sylvo-pastorales dont l'élevage est le plus dominant. Cependant, l'exploitation minière aussi bien artisanale qu'industrielle occupe également une place importante dans l'économie de la région.

#### **❖ Agriculture**

A l'instar de la région du Sahel et de la province de Yagha, l'agriculture pratiquée dans la commune de Tankougounadié est une agriculture de subsistance car destinée à l'autoconsommation, Les principales cultures sont les céréales notamment le sorgho, le mil et le maïs, le niébé et le voandzou, Les cultures de rente sont l'arachide et le sésame, (DGESS/MAAH, 2017), La figure suivante (**Figure 2**) représente la production agricole de la province de Yagha par rapport à la région du Sahel pendant la campagne.



**Figure 2: Production de la province du Yagha par rapport à la région du Sahel de la campagne de 2017 (Source : DGESS/MAAH, 2017)**

La campagne agricole de 2017 de la province de la zone d'étude représentée ci-dessus (**Figure 2**) de façon caractéristique montre :

- ◆ une importante production du maïs, sorgho et l'arachide par rapport à la production régionale soit respectivement environ 37%, 47% et 66 % de la production sahélienne ;
- ◆ une production provinciale relativement faible du niébé, du mil et du riz vis-à-vis de la production de la région du sahel soit respectivement à peu près 12% et 17% de la production régionale ;
- ◆ l'intérêt de la province sur les cultures céréalières comme le maïs, le sorgho et la culture de rente comme l'arachide.

Pendant la saison sèche, les spéculations comme la tomate, l'oignon, la pomme de terre, les choux, les aubergines, les carottes, l'oseille, la laitue et le gombo sont produites par les populations sur les sites non aménagés au niveau du site à aménager.

❖ **Elevage**

De type extensif, l'élevage est pratiqué par toute la population composée d'agropasteurs, Il est constitué essentiellement de bovins, d'ovins, de caprins et de volailles, Le tableau ci-dessous donne la situation sur le potentiel de la zone entre 2015 et 2016.

**Tableau 4 : Effectif du cheptel de Tankougounadié**

Effectif	Bovins	Ovins	Caprins	Asins	Volaille
Année					
2015	32 875	18 740	18 373	702	12 057
2016	33 860	19 302	18 924	723	12 419

Source : ZATE Tankougounadié, Mars 2018

La lecture du tableau (Tableau 4) indique un cheptel de la zone important, toute chose qui montre l'importance de l'élevage dans la zone.

**En saison sèche, le lac Higa constitue la principale source d'abreuvement des animaux venant aussi bien du Burkina Faso que du Niger.**

## IV. MATERIELS ET METHODES

Pour la conduite de cette étude, une démarche méthodologie accompagnée d'un ensemble de matériels et d'outils a été adoptée.

### IV.1. Matériels

Les outils matériels comme immatériels (logiciels) ont été utilisés pour accompagner notre approche méthodologique dans la conduite de cette étude, La figure ci-dessous (**Figure 3**) résume les matériels employés.

Double anneaux et kit connexe	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mesure d'infiltration du sol</li></ul>
GPS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prise des coordonnées géographiques sur le terrain</li></ul>
Google Earth et Global Mapper	<ul style="list-style-type: none"><li>• Extraction et traitement du bassin versant de la zone</li><li>• Caractérisation du bassin Versant</li></ul>
QGIS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Localisation de la zone d'étude</li><li>• Evaluation de la capacité du lac</li></ul>
Auto card 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conception du périmètre</li><li>• Dessin des ouvrages</li></ul>
Microsoft office (word et Excel)	<ul style="list-style-type: none"><li>• calcul des éléments de l'étude</li><li>• Saisi et traitement du rapport d'étude</li></ul>

**Figure 3: Matériels utilisés dans l'étude**

### IV.2. Approche méthodologique

Pour l'atteinte des objectifs fixés, il convient d'adopter une approche méthodologique adéquate, La démarche méthodologique employée dans le cadre de notre étude s'articule autour de quatre (4) étapes principales telles que la recherche documentaire, l'analyse du terrain et la collecte des données, la Conception du périmètre et la rédaction du présent rapport.

#### IV.2.1 Recherche documentaire

Cette phase a consisté à exploiter les documents disponibles pour identifier les différentes approches et les bonnes pratiques en matière d'agriculture irriguée en cohérence avec les

politiques agricoles actuelles et la stratégie nationale. Elle nous a permis également de collecter les données sur la zone d'étude. Elle s'est basée sur :

- ◆ la bibliothèque numérique de 2iE et des Ministères Techniques du Burkina ;
- ◆ la recherche et l'exploitation des rapports d'études techniques sur la zone ;
- ◆ les rapports des études APS (socio-économiques, pédologiques et topographiques) réalisées par le cabinet CAFI-B ;
- ◆ les données complémentaires collectées sur le terrain notamment sur l'infiltration du sol, et enquêtes terrain.

#### **IV.2.2 Collecte des données**

Cette partie permet de collecter des données sur les aspects physiques, les informations sur les habitudes culturelles, les exploitants, les attentes des bénéficiaires. L'analyse du terrain s'est effectuée à travers les sorties de reconnaissance pour faire l'état des lieux de la zone retenue par les bénéficiaires pour le projet et des visites des sites similaires en cours d'exécution en vue de proposer des solutions techniques appropriées.

#### **IV.2.3 Approche méthodologique des études de base**

Pour aborder de façon avertie l'étude, une approche a été adoptée pour prendre en compte les études socio-économiques, topographiques, agro-pédologiques et hydrologiques.

##### **IV.2.3.1. Etudes topographiques**

Cette partie de l'étude s'est basée sur les levés topographiques des zones afin de permettre la détermination des côtes exactes des ouvrages pour les différents calages de ceux-ci. Elles consisteront à collecter les données afin de produire un plan topographique 1/1000<sup>e</sup> comportant les détails sur les limites et superficies du périmètre à aménager, les points de singularité, les courbes de niveau équidistantes de 0,25 m, les détails de terrain : pistes, jardins, vergers, bois sacrés, concessions, points d'eau, massifs forestiers, plantations forestières

##### **IV.2.3.2. Etudes agro-pédologiques**

Les études pédologiques sont réalisées afin d'identifier les sols irrigables sur les sites prévus, les limites de ces sols ainsi que de fournir toutes les données nécessaires à la conception du périmètre. Elles ont été conduites en deux phases afin de lever toute équivoque.

#### **❖ Phase1 : Identification des unités pédologiques et leurs morphologies**

Une étude est réalisée sur le site de Higa afin d'identifier les différentes unités de sol au niveau du périmètre et de décrire leur caractéristiques morphologiques de ces unités de sol à travers :

❖ un examen des différents documents pédologiques et cartographiques qui existent sur la zone de l'étude (carte pédologique de la région Est de la Haute-Volta, établie par l'ORSTOM à l'échelle du 1/500,000<sup>ème</sup>, carte des unités agronomiques établie par l'ORSTOM, carte de levée topographique du périmètre de Higa à l'échelle 1/2,500<sup>ème</sup>).

❖ une sortie sur le terrain pour une prospection pédologique dans l'emprise du périmètre pour la réalisation des sondages pédologiques et la description du sol suivant les directives FAO (1994), la détermination des couleurs des sols faite à l'aide du code MUNSELL ou « Soil Color Charts » version 1994, et la classification des sols faite selon la classification française CPCS (1967) ;

❖ Analyse des données ayant permis de faire la description des caractéristiques morphologiques et aptitudes agricoles de chaque unité de sol et la formulation des recommandations pour l'amélioration et le maintien de la fertilité des sols pour leur utilisation durable.

❖ **Phase1 : Etudes complémentaires d'infiltration à partir de la méthode de double anneau de Muntz**

Il s'est agi dans cette partie de réaliser une étude pédologique complémentaire à travers l'essai d'infiltration par la méthode du double anneau de Muntz, Elle permet de déterminer la vitesse d'infiltration du sol à saturation afin d'obtenir le type de sol et la capacité au champ ainsi que celle au point de flétrissement permanent du sol pour la détermination de la réserve utile (RU) du sol et la réserve facilement utilisable (RFU) par les plantes,

L'essai consiste à mesurer par pas de temps la lame d'eau infiltrée quasi verticalement dans le sol à travers deux anneaux concentriques enfoncés dans le sol sur une profondeur minimale de 5cm, L'enfoncement est fait de façon lente et simultanée pour éviter de perturber l'état naturel du sol au voisinage des anneaux, L'anneau extérieur (anneau de garde) a pour but de garantir une infiltration quasi verticale de l'eau dans l'anneau central pendant l'essai, La durée de l'essai est fonction de la réaction du sol notamment la variation de la vitesse d'infiltration,

Les données collectées sur le terrain ont été analysées par le logiciel « GraphPad PRISM 7 » en soumettant les hauteurs d'eau infiltrées cumulées à une régression non linéaire exprimée par :

$I_t = K_{sat} \times t + \frac{1}{b} (i_0 - K_{sat})(1 - e^{-bt})$	Formule 1 : équation analytique de Ksat
---	---

Avec :

$I_t$  : Hauteur d'eau infiltrée depuis l'instant initial  $t$  en mm ;

$ksat$  : Conductivité hydraulique à saturation (paramètre d'ajustement de la courbe) en mm/h ;

$t$  : temps écoulé depuis l'instant initial  $t_0$  en h ;

$b$  : paramètre d'ajustement de la courbe de régression ;

$i_0$  : vitesse d'infiltration initiale en mm

La nature du sol et les différentes humidités caractéristiques du sol sont obtenus en introduisant les valeurs de la conductivité hydraulique à saturation ( $K_{sat}$ ) dans le logiciel SPAW,

#### IV.2.3.3. Etudes hydrologiques

Afin de déterminer la faisabilité technique de l'aménagement, les études ont abordées les grands aspects comme la caractérisation morphologique du bassin versant de la zone, les analyses fréquentielles de pluviométrie, la détermination des débits crues et l'estimation des apports liquide

##### ❖ Caractérisation du bassin versant

Le bassin versant a été délimité en utilisant les logiciels Google Earth et Global Mapper sur la projection UTM ; datum : WGS84 zone : 30 ( $6^{\circ}W-0^{\circ}$ -Northen Hemisphere) à l'aide des coordonnées prises au point exutoire du bassin versant, Cette délimitation permet d'obtenir directement les caractéristiques morphologiques comme la superficie ( $S$  en  $km^2$ ) et le périmètre ( $P$  en km) du bassin versant,

A l'issue de la délimitation du bassin, les caractéristiques morphologiques comme **l'indice de compacité** ( $I_{comp}$ ), la **longueur du rectangle équivalent** ( $L$  en km), **l'indice global de pente** ( $I_g$  en m/km) et la **densité de drainage** ( $D_d$ ) sont déterminées par les formules suivantes :

$I_{Comp} = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{S}}$ $L = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16S}}{4}$ $I_g = \frac{\Delta H}{L}$ $D_d = \frac{\sum Li}{S}$	<p align="center"><i>Formule 2 : Caractéristiques morphologiques du Bassin Versant</i></p>
---	--

❖ **Analyses fréquentielles de la pluviométrie**

Les analyses fréquentielles de la pluviométrie les données ont été traitées avec le logiciel « Hyfran+ » en se basant sur les hypothèses suivantes :

- ❖ le classement des données par ordre croissant;
- ❖ Pour l'analyse des données de pluies journalières maximales, l'ajustement suivant la loi de Gumbel et la méthode de maximum de vraisemblance a été utilisé avec la

formule de calcul de la fréquence cumulée de Weibull :  $F = \frac{r}{n+1}$

- ❖ Pour l'analyse les données de la pluviométrie moyenne annuelle, l'ajustement des données suivant la loi normale a été utilisé avec la formule de calcul de la fréquence cumulée de de Hazen :  $F = \frac{r-0,5}{n}$ ,

❖ **Détermination des débits de crues et estimation des apports**

Le bulletin 54 de la FAO traitant sur l'estimation des crues décennales et apport des bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche a été utilisé comme manuel guide pour la détermination des débits de crues et les apports liquides, Pour la détermination des débits de crues, nous avons fait usage de la méthode d'Orstom de Rodier et Aurey et CIEH ont été utilisant les expressions:

$Q_{10} = 1,03 \times Q_{r10}$ $Q_{r10} = A \times P_{10} \times K_{r10} \times \alpha_{10} \times S \times P_{b10}^{-1}$ $Q_{10} = a \times S^s \times P_{an}^p \times K_{r10}^k \times D_d^d$	<p align="center"><i>Formule 3 : détermination des débits de crue</i></p>
---	---

Avec :

Qr10: Débit de ruissèlement décennal ;

A : Coefficient d'abattement ;

Kr10 : Coefficient de ruissèlement décennal ;

S : superficie du bassin versant ;

$\alpha$  : Coefficient de pointe de la crue décennale ;

Tb10 : temps de base correspondant à la crue décennale,

Pour ce qui concerne l'estimation des apports liquide, nous avons appliqué un coefficient d'écoulement à la lame d'eau précipitée et quant aux apports solide, la méthode de de EIER-CIEH a été utilisée comme indiquent les formules ci-dessous :

$Ve (m^3) = 10 \times ke \times P(mm) \times S(ha)$ $V = D \times S$ $Vs = 700 \times \left(\frac{P}{100}\right)^{-2,2} \times S^{-0,1}$	<i>Formule 4 : détermination des apports liquides et solides</i>
--	--

Avec :

- $Ve (m^3)$ : Volume des apports liquides par le bassin ;

Ke : Coefficient de ruissellement ;

P (mm) : pluviométrie considérée (moyenne, quinquennale et décennale);

S (ha): superficie du bassin versant.

- $Vs (m^3)$ : Volume des apports solides ;

P (mm): pluviométrie moyenne annuelle

D : Dégradation spécifique;

S (ha): superficie du bassin versant.

#### IV.2.4 Méthodologie de conception et dimensionnement du périmètre

Cette partie de la méthodologie traite essentiellement du choix des cultures et de la technologie d'irrigation adoptée ainsi que la démarche adoptée pour la conception et dimensionnement du système,

##### IV.2.4.1. Etude de la ressource en eau

Sur la base de la superficie à aménager projetée, des spéculations prévues, des exploitants environnants et des autres types d'usage de la même ressource, il est déterminé les besoins en eau d'irrigation, autres besoins et les pertes de l'ensemble du site à aménager afin de faire une simulation sur la disponibilité en eau au fil du temps.

Les hypothèses de calculs des besoins et pertes sont les suivantes :

- ◆ Les besoins humains sont estimés en considérant une consommation spécifique de 30l/j/hbt et un taux de 60% des besoins déjà couvertes par les pompes manuelles.
- ◆ Tous les besoins agricoles estimés dans le cadre de cette étude seront entièrement satisfait par le lac;
- ◆ Les besoins pastoraux seront prélevés dans le lac avec une consommation spécifique de 5l/j pour les petits ruminants et 30 l/j pour les animaux équivalents aux UBT (ZOUNGRANA, 2003).
- ◆ Pertes par infiltration sont quasi nulles à cause de la structure argileuse du sol de la cuvette et le caractère naturel du lac mais une valeur de 1 mm/j néanmoins est retenu.
- ◆ Pertes par évaporation sur le plan d'eau sont estimées à travers l'évaporation de bac de type A de la station de Dori :  $E_{ret} = k \times E_{bac}$  ( $k=0,70$  pour le cas du régime sahélien).
- ◆ La transformation des pertes par évaporation ou par infiltration en volume d'eau perdu sont évaluées sur un plan d'eau de 350 ha en appliquant la formule suivante  $V=(S \times h \times 10)/3$ . Le coefficient 1/3 permettant de prendre en compte l'influence de la profondeur de l'eau et du sol respectivement sur l'évaporation et l'infiltration.

#### **IV.2.4.2. Choix des cultures**

Le choix des cultures s'est effectué en fonction des paramètres en lien avec:

- ◆ la pédologie: les cultures doivent être compatibles au sol du site d'aménagement autrement dit prendre en compte les aptitudes agricoles des sols rencontrés sur le périmètre de Higa ;
- ◆ les habitudes socio-économiques notamment tenir compte des spéculations produites sur place ainsi que les cultures bien consommées par la population à valeur ajoutée élevée.

#### **IV.2.4.3. Choix de la technologie d'irrigation**

Pour le choix système d'irrigation, l'étude a pris en compte :

- ◆ les habitudes agricoles des bénéficiaires ;
- ◆ les spéculations retenues et les caractéristiques des sols rencontrés sur le site ainsi que sa topographie ;
- ◆ le cout d'investissement et d'entretien ;
- ◆ l'habilité d'entretien des ouvrages et équipement par les producteurs.

#### **IV.2.4.4. Tracé du plan d'aménagement**

Le plan d'aménagement regroupe le parcellement du périmètre, le tracé du réseau hydraulique et l'implantation des bassins partiteurs et des prises.

Etape	Actions	Exigences
<b>Parcellement du périmètre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- organisation du périmètre (en secteur ou en bloc et la taille desdits secteurs) ;</li> <li>- tracé et disposition des parcelles ;</li> <li>- tracé du système d'assainissement des parcelles ;</li> <li>- tracé du réseau routier interne,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- topographie générale et l'orientation des pentes ;</li> <li>- type de sol ;</li> <li>- Limites du périmètre</li> </ul>
<b>Tracé du réseau hydraulique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- implantation des conduites de transport</li> <li>- implantation des conduites de distribution</li> <li>- orienter le sens d'écoulement de l'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fourniture d'eau à toutes les parcelles,</li> <li>- limitation des pertes de charge,</li> <li>- et la limitation des hauteurs des bassins partiteurs à des valeurs raisonnables (inférieures à 2m),</li> </ul>
<b>Implantation des bassins partiteurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- choix de nombre de sortie</li> <li>- Identification des points d'implantation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bonne répartition du débit et charge minimale imposée</li> <li>- tracé du réseau et mode de distribution</li> <li>- topographie du terrain</li> </ul>
<b>Implantation des prises arroseurs</b>	<p>placer les prises sur l'alignement du tronçon de la rampe longeant la parcelle</p>	<p>Pente générale de la parcelle</p>

#### **IV.2.4.5. Paramètres de dimensionnement initial**

Le système d'irrigation à concevoir doit permettre de satisfaire les besoins en eau de la plante la plus exigeante. Il est donc nécessaire de déterminer certains paramètres sur le climat, le sol et la culture.

##### **◆ Détermination des besoins en eau de la culture**

Les besoins en eau sont évalués en fonction des spéculations envisagées au niveau des périmètres en saison pluvieuse comme en contre saison et sont déterminés en fonction des

conditions climatiques de la région et des cultures retenues au niveau du périmètre.

L'évaluation des besoins en eau a été faite à travers une simulation sur tout au long de la saison sèche en supposant que le début de campagne est fixé en octobre, puis en Novembre puis en décembre et enfin en janvier pour les cultures de contre saison. Pour la culture de saison humide, la simulation s'est étalée du mois de mai à juillet. Le Tableau 5 donne les détails sur le déroulement et les périodes de simulation.

**Tableau 5: Différentes campagnes de simulation des besoins en eau des cultures maraichères**

Saison	N° Simulation de Campagne	Période de la campagne								
		Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	
Maraichage (Tomate, Oignon et Pomme de terre)										
	1	■								
	2		■							
	3			■						
	4				■					

**Tableau 6: Différentes campagnes de simulation des besoins en eau du maïs en saison humide**

Saison	N° Simulation de Campagne	Période de la campagne					
		Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct
Saison humide (Maïs)							
	1	■					
	2		■				
	3			■			

Les besoins en eau obtenus sur la base de cette simulation devra permettre de trouver les besoins en eau de pointe capables de faire face aux retards de démarrage des campagnes de contre saison par les producteurs, la volonté de faire plusieurs campagne dans l'année et le démarrage tardive ou la fin précoce de la saison des pluies surtout dans un contexte sahélien.

○ *Calcul du coefficient cultural (KC mois) Mensuel*

Les valeurs des coefficients culturaux des différentes phases de développement du maïs et de la tomate ont été prises dans le Bulletin N°33 de la FAO. Les *coefficients culturaux (KC)*

*mensuels* sont calculés en effectuant une moyenne pondérée de ces coefficients culturaux.

$K_C = \frac{K_{Ci} \times N_i + K_{Cj} \times N_j}{N}$	<i>Formule 5 : Besoins bruts en eau des cultures</i>
---	--

Avec :

$K_{Ci}$  et  $N_i$  : Coefficient cultural et nombre de jour pour la phase  $i$  pour le mois considéré;

$K_{Cj}$  et  $N_j$  : Coefficient cultural et nombre de jour pour la phase  $j$  pour le mois considéré ;

$K_C = N_i + N_j$  : Nombre total de jour du mois.

○ **Estimation de l'évapotranspiration maximale ETM**

C'est l'évapotranspiration maximale de la culture abrégée ETM (mm) est exprimée par :

$ETM = K_C \times ETP$	<i>Formule 6 : Estimation de l'évapotranspiration maximale</i>
------------------------	--

$K_C$  : coefficient cultural mensuel de la culture ;

$ETP$  : Evapotranspiration potentielle calculée selon la formule de Penman-Monteith (mm) de la FAO (**Tableau 2**).

Dans le dimensionnement, la valeur maximale qui est celle de la période de pointe ( $ETM_p$ ) est retenue afin de prendre en compte le cas le plus défavorable (A, KEITA, 2018).

○ **Estimation de la pluie efficace**

La pluie efficace est la fraction de l'eau des précipitations qui contribue à reconstituer la Reserve Facilement Utilisable (F.A.O, 1987) et s'estime à partir de la précipitation mensuelle (P) par :

$P_e = 0,8 \times P \text{ si } P \geq 75 \text{ mm / mois}$ $P_e = 0,6 \times P \text{ si } P < 75 \text{ mm/mois}$	<i>Formule 7 : Estimation de la pluie efficace</i>
--	--

○ **Besoins nets**

Ils correspondent à la quantité d'eau qu'il faut apporter sur la parcelle pour la mettre à la disposition de la plante et se calculent par la formule :

$BN = ETM_p - P_e + Ds$	<i>Formule 8 : Besoins bruts en eau des cultures</i>
-------------------------	--

Avec :

BN : Besoins nets des cultures (mm/j),

$K_c$  : Coefficient cultural caractéristique de la culture et de son stade végétatif;

$ETM_p$  : Evapotranspiration maximale du mois de pointe (mm/j);

$D_s$  : Variation du stock d'eau dans le sol (Négligeable surtout dans le contexte sahélien).

○ **Efficiences global (Eg) du système d'irrigation**

Durant l'irrigation, des quantités importantes d'eau se perdent par évaporation, infiltration, percolation profonde, etc. La quantité perdue dépend de l'efficiences global du système et s'exprime par :

$E_g = E_p \times E_r$	<i>Formule 9 : Efficiences globale du système</i>
------------------------	---

Avec :

$E_p$  et  $E_r$  respectivement l'efficiences à la parcelle et l'efficiences du réseau ou du transport, Ces efficiences sont prises :  $E_r$  variant entre 0,85 et 0,95 et  $E_p$  entre 0,75 et 0,85, (PAFASP, 2011). Dans le cadre de notre projet,  $E_r$  est pris égale à 0,95 car le réseau de transport est en PVC et  $E_p$  égale à 0,75 puisque l'ensoleillement est très élevé dans notre contexte engendrant également une forte évaporation de l'eau au niveau des parcelles.

L'efficiences globale du système retenue est de **0,70** car selon la FAO, les pertes d'eau varient de 10 pour cent en micro-irrigation à 30 pour cent en aspersion conventionnelle ainsi qu'en irrigation de surface durant l'application de l'eau aux plantes (A, Phocaidés, FAO, 2008).

○ **Besoins brut de la culture**

Le Besoin Brut noté  $B_b$ , est la quantité d'eau qu'il faut réellement mobiliser pour satisfaire aux besoins nets et qui tient donc compte des pertes dans le transport de l'eau depuis la source jusqu'à la plante. Ces pertes dépendent du système d'irrigation, de la qualité du réseau et de l'expérience de l'irriguant. Ils sont déterminés par la formule suivante :

$B_b = \frac{B_n}{E_g}$	<i>Formule 10 : Evaluation des besoins bruts de la culture</i>
-------------------------	--

◆ **Détermination des paramètres d'irrigation**

○ **Débit fictif continu DFC**

C'est le débit théorique qui apporte la quantité d'eau nécessaire à la satisfaction des besoins bruts en eau pour une surface de un hectare si on arrose de façon continue (24 h/24 h). Il s'exprime par la formule suivante :

$DFC (l/s/ha) = \frac{B_b(mm/mois) \times 10000}{N_j \times 24 \times 3600}$	<i>Formule 11 : Débit fictif continu DFC</i>
--	--

Avec  $N_j$ : la durée du mois considérée égale à 30 jours.

○ **Durée d'irrigation  $N_h$**

C'est le nombre d'heure admissible d'irrigation tenant compte de la pénibilité du travail, de la disponibilité des irrigants, de l'entretien et réparations des réseaux.

La durée d'irrigation ( $N_h$ ) de travail retenue est de **12 h** par jour car le système d'irrigation est de type semi-californien fournissant un certain niveau d'automatisation du système.

○ **Débit maximum de pointe DMP**

Le débit maximum de pointe (DMP) est le débit correspondant au mois de pointe, ajusté au temps réel de mise en service du réseau de distribution, pour la durée d'irrigation retenue pendant la journée. Il est le débit de dimensionnement du réseau d'irrigation en tenant compte des besoins de pointe, de la dose d'irrigation et de la durée d'irrigation (**PAFASP, 2011**).

$DMP (l/s/ha) = \frac{DFC(l/s/ha) \times 24}{\alpha \times N_h \times 3600}$	<i>Formule 12 : Débit maximum de pointe</i>
--	---

Avec  $\alpha$  : rendement en temps d'irrigation dans la période soit **26j d'irrigation/ 30 jours** du mois de pointe afin de réserver 1 jour/semaine ou 4 jours mensuellement pour l'entretien.

○ **Choix de la main d'eau  $m$  (l/s) et quartier hydraulique  $W$  (ha)**

C'est le débit d'arrosage que peut maîtriser l'exploitant (un irrigant) sans être débordé susceptible d'arroser pendant le temps nécessaire pour que la parcelle reçoive la dose dont elle a besoin. Il est tributaire des méthodes d'arrosage, de la technicité de l'irrigant, de la pente et de la perméabilité du sol. Pour les irrigations sous pression on préfère utiliser la notion de vitesse d'arrosage qui s'exprime en mm/j/heure. Les valeurs de la main d'eau peuvent généralement aller de 7 à 50 l/s selon le manuel semi-californien élaboré par le PAFASP.

Le quartier hydraulique est la surface de l'ensemble des parcelles qui peuvent être irriguées à partir d'une même main d'eau, Il est déterminé par l'expression suivante:

$W (ha) = \frac{m (l/s)}{DMP ((l/s/ha))}$	<i>Formule 13 : quartier hydraulique</i>
---	--

Il est souvent alimenté par un même canal ou une même maille hydraulique autour desquels s'organise un tour d'eau entre les différents irrigants.

○ **Calcul de la réserve facilement utilisable RFU**

C'est la hauteur d'eau qui doit être appliquée pour compenser l'eau utilisée par l'évapotranspiration de la plante en puisant dans le sol et est estimée par la formule suivante :

$RFU (mm) = p \times Zr(m) \times RU(mm)$ $RFU (mm) = p \times Zr(m) \times (\theta_{FC} - \theta_{WP})$	<i>Formule 14 : Réserve facilement utilisable</i>
--	---

Où :

$RU$  : réserve utile ;

$p$  (ETM et groupe de la culture): facteur de tarissement dépendant du type de culture et du climat;

$\theta_{FC}$ : Humidité volumétrique à la capacité au champ et

$\theta_{WP}$ : Humidité volumétrique au point de flétrissement ;

$Z$  : profondeur racinaire.

○ **fréquence des arrosages et tour d'eau**

La fréquence  $F$  des arrosages est le temps que met la plante à épuiser l'humidité du sol en l'amenant à un niveau choisi. Il correspond également à l'intervalle entre les arrosages et est estimé par la formule :

$F(j) = \frac{RFU(mm)}{BN (mm/j)} = \frac{Offre_{sol}}{Demande_{plante}}$	<i>Formule 15 : Fréquence des arrosages</i>
---	---

Le tour d'eau  $T(j)$  est la fréquence qui sera réellement adoptée dans la pratique, (A, KEITA, 2018). Il est inférieur à la valeur de la fréquence théorique  $F(j)$  de quelques jours :

$$T(j) \leq F(j).$$

○ **Dose nette (Dr) et Dose brute (Db)**

La dose réelle ( $Dr$ ) est la quantité d'eau qui satisfait les besoins en eau des cultures entre deux arrosages consécutifs tandis que la dose brute est la quantité d'eau à apporter en tenant compte de l'efficacité d'application, Ces différentes doses sont évaluées comme suit :

$Dr(mm) = T(j) \times BN(mm)$ $Db(mm) = \frac{Dr(mm)}{E_a}$	<i>Formule 16 : Dose réelle (Dr) et dose brute (Db)</i>
---	---

Avec  $E_a$ : l'efficacité d'application est le rapport entre l'eau disponible pour les cultures et l'eau reçue à l'entrée de la parcelle. Elle varie en fonction du climat et est considérée égale à

70% pour un climat chaud.

La valeur maximale de la dose nette est égale à la réserve facilement utilisable afin d'éviter les pertes d'eau par percolation ou de provoquer un stress hydrique entre deux arrosages.

○ **Temps d'arrosage ( $t_a$ )**

C'est le temps nécessaire à l'apport de la dose brute compte tenu de la surface de l'unité d'arrosage et du module ou de la main d'eau. Ce temps s'estime par la formule :

$t_a (ha) = \frac{DB (mm) \times S (ha) \times 10}{m (l/s) \times 3,6}$	<i>Formule 17 : Temps d'arrosage</i>
---	--------------------------------------

Avec S : la superficie à irriguer notamment la superficie de la parcelle dans notre cas.

**IV.2.4.6. Dimensionnement final**

Pour le dimensionnement final, il s'agit essentiellement de faire un dimensionnement des conduites d'irrigation, des bassins partiteurs, de la station de pompage et de la source d'énergie.

◆ **Dimensionnement des conduites d'irrigation**

Les canalisations sont constituées des tuyaux en PVC. La formule utilisée pour le calcul des diamètres des conduites de distribution est celle dite de continuité qui s'exprime par  $Q = S \times V$ .

Le diamètre est alors donné par la formule ci-dessous :

$D_{int} (m) = \sqrt{\frac{4 \times Q (m^3/s)}{\pi \times V (m/s)}}$	<i>Formule 18 : Diamètre des conduites de distribution</i>
--	--

Où :

$D_{int}$  est le diamètre intérieur de la conduite ;

V est la vitesse de l'eau dans la conduite, Elle est pris égale à la vitesse économique (1m/s),

Q est le débit circulant dans la conduite.

L'organisation de l'irrigation est faite par rotation sur une même rampe de distribution avec une même main d'eau choisie. Le débit (Q) dans la conduite est :

$Q (m^3/s) = N \times m (m^3/s)$  dont m est la main d'eau et N le nombre de prise irrigué simultanément par la même rampe.

Le choix des diamètres commerciaux des conduites doivent respecter la vitesse admissible et une hauteur de bassin tampon raisonnable selon un principe itératif (Annexe 1).

Les pertes de charge totales dans les conduites ( $Pdc_T$ ) sont évaluées en ajoutant les pertes de charges singulières ( $Pdc_S$ ) aux pertes de charges linéaires ( $Pdc_L$ ) en utilisant la formule empirique de Manning Strickler (Formule 19).

$Pdc_T = Pdc_L + Pdc_S = 1,1 \times Pdc_L$ $Pdc_T(m) = 10,29 \times \frac{Q^2 \left(\frac{m^3}{s}\right)}{K_s^2 \times D^{\frac{16}{3}}(m)} \times L(m) \times 1,1$	<i>Formule 19 : Pertes de charge totales</i>
---	--

Avec :

D : Le diamètre intérieur issu du diamètre commercial retenu ;

Ks: Le coefficient de rugosité de Manning-Strickler, Il est de 120 car les conduite sont en PVC ;

Q : Le débit transité dans la conduite,

Les pertes de charge singulières ( $Pdc_S$ ) sont prises égales à 10% des pertes de charge linéaires ( $Pdc_L$ ).

◆ **Dimensionnement des bassins partiteur ou tampons**

◆ **Critères de dimensionnement**

Le calage du bassin se fait de sorte à satisfaire la charge hydraulique au bassin de répartition **Hbs (m)** requise de l'ouvrage de prise le plus défavorisé suivant les formules suivantes :

$Hbs = \text{Max} (ZTN + Ci, Hpr1 + pdc, Hpr2 + pdc mL, \dots)$	<i>Formule 20 : Critères de dimensionnement des Bassins</i>
Débit déversant : $Q(m^3/s) = mL(m)\sqrt{2g} \times h^{3/2}$	
Longueur du déversoir : $L(m) = 3,5 \times hc(m)$	
Hauteur de la lame d'eau déversante : $h(m) = \frac{3}{2} \times hc(m)$	

Avec :

Hbs : charge hydraulique au bassin de répartition (m) ;

ZTN : cote terrain naturel à l'emplacement du bassin de répartition (m) ;

Hpr : charges hydrauliques requises des ouvrages de prises (m) ;

Pdc : pertes de charge dans conduite reliant le bassin partiteur à la prise (m) ;

Q le débit transité par le déversoir en écoulement dénoyé ;

m : le coefficient de débit;

hc : hauteur d'eau critique dans le bassin, Il est pris égal à 0,10 m (PAFASP, 2011).

#### ♦ Dimensionnement des bassins partiteurs

Les caractéristiques des bassins tampons sont dimensionnées en fonction du débit arrivant et des débits sortants tandis que le calage est fait de sorte à satisfaire la charge hydraulique Hbs requise, Les formules de dimensionnement des caractéristiques bassins partiteurs sont exprimées comme suit :

<p>Hauteur seuil: <math>Z(m) = De(m) + 0,25</math></p> <p>Longueur déversante : <math>Ld(m) = \frac{Q(m^3/s)}{m \times \sqrt{2g} \times h^{3/2}(m)}</math></p> <p>Longueur des bassins : <math>L_b(m) = 5 \times h(m)</math></p> <p>Largeur des bassins : <math>l_b(m) = Ds(m) + 0,4</math></p> <p>Epaisseur du déversoir : <math>l_d(m) = 3,5 \times hc(m)</math></p> <p>Longueur ouvrage : <math>L(m) = 3 * L_b(m) + 2 * l_d + 2 * hc</math></p> <p>Largeur de l'ouvrage : <math>l(m) = 2 * l_b(m) + 3 * hc</math></p> <p>Hauteur du bassin : <math>H(m) = Z(m) + h(m) + r(m)</math></p> <p>Côte du déversoir : <math>Cd(m) = Cr(m) + Z(m)</math></p> <p>Côte crête de l'ouvrage : <math>Cc(m) = Cr(m) + Z(m)</math></p>	<p><i>Formule 21 : dimensionnement des Bassins Partiteurs</i></p>
--	---

Avec :

Cr : la cote radié du bassin

De : le diamètre de la conduite entrant dans le bassin ;

Ds : le plus grand diamètre des conduites sortant dans le bassin.

#### ♦ Dimensionnement des conduites de refoulement

Le diamètre intérieur théorique de la conduite de refoulement sera déterminé à partir des formules suivantes :

Formule de Bresse : $D_{th}(m) = 1,5 \times \sqrt{Q(m^3/s)}$ ; Formule de Vuibert: $D_{th}(m) = 0,99 \times Q^{0,46}(m^3/s)$ ; Formule de Bendjaoui : $D_{th}(m) = 1,27 \times Q^{0,5}(m^3/s)$	<i>Formule 22 : Diamètre de refoulement</i>
--	---

Après le calcul du diamètre théorique, nous choisirons judicieusement un diamètre commercial dans le catalogue PVC PN6 et doit vérifier la condition GLS :

$$V(m/s) \leq \left( \frac{D_{retenu}(mm)}{50} \right)^{0,25}$$

#### ◆ Station de pompage

La station de pompage comporte un ensemble de pompes de surface permettant de relever le niveau de l'eau du puits de pompage aux bassins partiteurs.

Le choix de pompe est fait sur la base du débit  $Q$  ( $m^3/h$ ) à pomper et de la hauteur géométrique totale HMT (m) calculée par la formule :

$HMT(m) = Hg + Pdcl + Pdcs$ $P(kW) = \frac{HMT(m) \times Q(m^3/h)}{360 * \rho}$	<i>Formule 23 : Hauteur manométrique totale et puissance d'une motopompe</i>
---	--

Avec :

Hg : la différence de cote du niveau d'eau dans le puits de pompage et le bassin partiteur ;

Pdcl : Perte de charge linéaire calculée par la formule précédente de Manning Strickler ;

Pdcs : Perte de charge singulière calculée par la formule:  $Pdcs = kv^2/2g$ .

Les pompes sont choisies parmi les gammes NK des pompes de marque Grundfos afin de garantir la qualité du matériel.

La vérification des effets du phénomène de coup de bélier est faite à travers la comparaison des valeurs de dépression et surpression avec la pression maximale admissible des conduites.

Pour le bon fonctionnement de la station, la charge disponible ( $NSH_{dis}$ ) est également vérifiée par rapport à la charge requise du constructeur ( $NSH_r$ ) selon l'hypothèse :  $NSH_{dis} \geq NSH_r + 0,5$ .

Le point de fonctionnement de chaque pompe choisie a été calculé suite à un choix judicieux de celle-ci.

## V. RESULTATS ET DISCUSSION

### V.1. Etudes de base

Pour la conduite de l'étude d'aménagement du périmètre de Higa, les résultats des études de bases réalisées sont résumés et regroupés dans les trois parties suivantes.

#### V.1.1 Synthèse des études socio-économiques

Outre les généralités sur les données socio-économiques dans la partie présentation de la zone d'étude, il faut noter que les principales activités des exploitants sont l'agriculture vivrière en saison hivernale et le maraichage en saison sèche. Les exploitants du site ont une spécificité en ce sens qu'il est actuellement exploité essentiellement par les femmes.

Pour ce qui concerne l'organisation des exploitants sur le site, les usagers du lac Higa sont constitués en plusieurs groupements dont deux groupements maraîchers dont un mixte (Alawalou) et un féminin (Barkini) et deux groupements de pêcheurs dont un masculin et un féminin, tous créés le 19 janvier 2001 et ayant le même nom (Alawalou). En effet au niveau du village de Tankougounadié lui-même, il est dénombré 26 groupements au total intervenants dans tous les secteurs d'activités et ce sont 14 de ces groupements qui sont présents sur le lac. Cependant, il n'existe pas une synergie d'action entre ces groupements.

A l'instar de la quasi-totalité des zones du pays, à Tankougounadié, ce sont les propriétaires terriens qui octroient les terres et qui règlent les litiges liés au foncier. Chaque lignage détient un domaine foncier dont les membres se voient attribuer des portions pour leurs besoins de production. Les femmes également ont le droit de disposer d'un lopin de terre qu'elles obtiennent auprès du chef de ménage ou d'une tierce personne pour la production de légumes, d'arachides, de maïs, de sésame. Le site de la présente étude se situe sur le terroir de Diaba (quartier de Tankougounadié). Les propriétaires du site sont majoritairement des hommes avec toutefois la présence de certaines femmes propriétaires du fait de l'héritage. Selon les différents témoignages recueillis sur place, aucun conflit n'a été signalé depuis le début des activités sur le terrain il y a de cela 35 années. Par conséquent, la situation foncière du site ne présente aucun risque pour l'aménagement.

Les spéculations cultivées sur le site de Higa sont essentiellement la tomate, l'oignon et la pomme de terre en maraichage et le maïs et le riz en saison humide. Chaque exploitant dispose au minimum de 10 planches de 10 m<sup>2</sup> /planche soit environ 100 m<sup>2</sup> pour la production. Les différentes productions sont vendues pour l'essentiel dans le marché de Bangaré (35 km du site)

au Niger, à Sebba, Bondouré et Titabé tous situés à 40 km du village ou dans le marché de Tankougounadié qui se tient chaque vendredi. Du fait de l'inaccessibilité de la zone, les clients ne viennent pas sur place et ce sont les producteurs eux-mêmes qui sont obligés dans la plupart du temps de se déplacer pour aller vendre leur production avec toutes les contraintes qui y sont liées.

Pour ce qui est des prix de vente, ils varient d'une période à une autre et d'un client à un autre. Toutefois, des échanges qui ont eu lieu avec les exploitants, il ressort clairement que l'activité de production agricole reste tout de même rentable. A titre illustratif, la figure suivante représente les bénéfices des productions en fonction des dépenses pour une superficie d'environ 500 m<sup>2</sup> pour la tomate et 100 m<sup>2</sup> pour les autres spéculations.

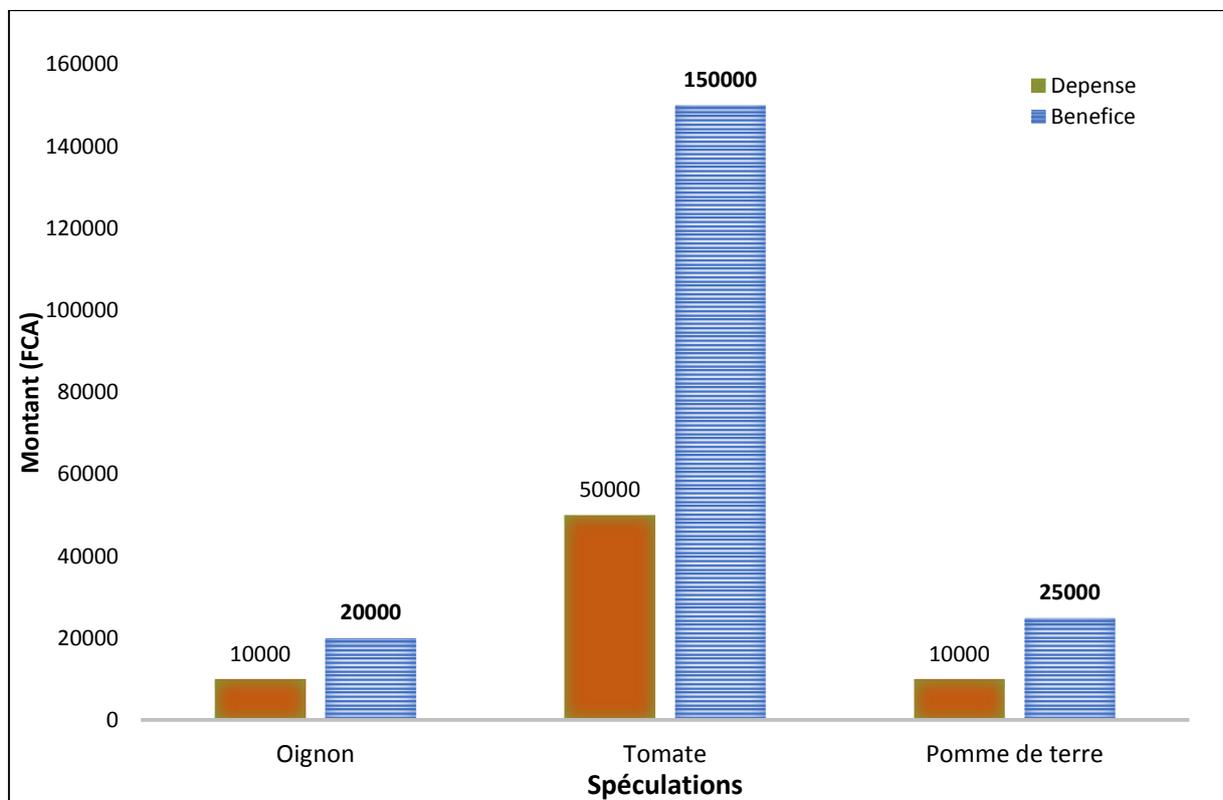


Figure 4: Description de la rentabilité des productions par les exploitants

La Figure 4 indique que les spéculations produites sur place sont rentables et pourraient l'être davantage avec les aménagements en vue.

Les exploitants utilisent l'eau des puits ou du lac pour l'arrosage de leurs jardins. Les puisards et motopompe sont utilisés pour le pompage tandis que les arrosoirs sont utilisés pour l'arrosage des cultures. Ceci témoigne de l'absence d'équipements et de la précarité des techniques d'irrigation utilisées sur le site. L'absence de clôture constitue également une entrave au

développement de l'activité des femmes.

Les producteurs (femmes, les jeunes ou les hommes) sont très engagés et très motivés et attendent impatiemment le début des activités pour s'assurer de l'effectivité du projet. Du reste les populations ont souhaité que les travaux puissent démarrer dès la fin de la saison des pluies car le manque d'eau est devenu la préoccupation majeure de tous les acteurs présents sur le site. En résumé, les enquêtes sur le terrain indiquent une situation socio-économique favorable à l'aménagement nonobstant les difficultés liées au manque de synergie d'action entre les groupements des usagers de l'eau, le très faible niveau d'équipement des producteurs et l'absence de clôture qui pourront être relevés par l'aménagement.

### V.1.2 Synthèse des études agro-pédologiques et topographiques

#### ◆ Études agro-pédologiques

Dans cette partie, la synthèse des études agro-pédologique est consacrée aux résultats de l'analyse des études pédologiques complémentaires d'infiltration à partir de la méthode de double anneau de Muntz. L'analyse des données d'infiltration a permis d'obtenir la conductivité hydraulique du sol à saturation ( $K_{sat}$ ), les types de sol in situ, les différentes humidités caractéristiques du sol et la réserve utile (RU) du sol pour la détermination de la réserve facilement utilisable (RFU) par les plantes (Voir **Tableau 7**).

**Tableau 7: caractéristiques des sols du site**

Point	$K_{sat}$	$\theta_{wp}$ (%)	$\theta_{fc}$ (%)	$\theta_s$ (%)	RU (mm/m)	Type de sol	Ecart type RU	Moyenne RU (mm)	Coeff de Variation RU
R1	24,2	12,1	23,3	44,6	112	Sablo-Limoneux	15,27	134	11%
R2	24,9	10,4	25,2	46	148				
R3	21,9	12,6	24	46,6	114				
R4	24,4	11,2	25,8	46,7	146				
R5	18,6	11,5	25,8	46,8	143				
R6	22,3	9,4	24,3	42,4	149				
R7	5,35	20,7	35,5	48,3	148				
R8	12	16	27,6	44,4	116				
R20	6,16	19,6	34,5	47,8	149				
R25	15	14,9	26	44,2	111				

*« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »*

<b>R26</b>	26,9	10,4	24,1	45,6	137				
<b>R28</b>	23,7	12,7	26,8	44,1	141				
<b>R29</b>	17,2	13,2	27,1	45,8	139				
<b>R30</b>	20,8	12,6	24,8	44,9	122				
<b>R9</b>	5,45	20,6	35,8	48,6	152	Argilo- limoneux	9,28	163	5,7%
<b>R23</b>	4,9	21,1	36,6	48,2	155				
<b>R24</b>	5,25	21,6	37,5	46	159				
<b>R27</b>	4,67	21,1	37	47,5	159				
<b>R10</b>	8,26	17,4	33,3	47,9	159				
<b>R11</b>	5,47	21,6	37,8	50,6	162				
<b>R13</b>	4,98	21,7	37	46,9	153				
<b>R14</b>	7,32	18,4	36,6	50,4	182				
<b>R15</b>	6,08	20,5	37,4	52,3	169				
<b>R18</b>	6,14	20,5	37,5	50,7	170				
<b>R21</b>	6,42	20	37,2	50,6	172				
<b>R12</b>	1,6	34,7	45,2	54,1	105	Argileux	7,13	113	6,4%
<b>R16</b>	2,2	34,1	44,8	54,6	107				
<b>R17</b>	1,21	32,3	43,9	51,9	116				
<b>R19</b>	2,59	33	44,2	54,6	112				
<b>R22</b>	1,15	29,8	42,1	49,8	123				

L'étude pédologique a permis d'identifier trois types de sol sur le site à aménager :

- ◆ Un sol argilo-limoneux caractérisé par une réserve utile (RU) moyenne de 163 mm avec un coefficient de variation de 5,7% ;
- ◆ Un sol argileux caractérisé par une réserve utile (RU) moyenne de 113 mm avec un coefficient de variation de 6,4%
- ◆ Un sol sablo-argileux avec une réserve utile (RU) moyenne de 134 mm avec les valeurs dispersées autour d'un coefficient de variation de 11%.
- ◆ La moyenne pondérée des valeurs de la RU est estimée à 144 mm.

La valeur moyenne de la réserve utile (RU) moyenne de **134 mm** caractérisant les sols

sablo-argileux est retenu pour la détermination de la réserve facilement utilisable (RFU) par les plantes pour la suite de l'étude étant donné ce type de sol est majoritaire. De plus, la valeur moyenne de la réserve utile (RU) moyenne de ce sol dominant étant inférieure à la moyenne pondérée des réserves utiles de ces trois types de sols permet d'augmenter la sécurité du dimensionnement. Cette valeur retenue est proche la valeur donnée par Withers et Vipond (1974) et vérifie la plage de valeurs données par Israelson et Hansen (1967) pour les sols sablo-limoneux.

#### ◆ Etudes topographiques

Les études topographiques ont porté sur des levés d'état des lieux sur une polygonale de 10 bornes topographiques immatriculées de B1 à B10 d'une superficie brute de 125 ha pour une superficie attendue de 75 ha à aménager.

Cette étude a permis mettre à disposition de l'étude un plan de masse à l'échelle 1/2500 faisant ressortir les courbes de niveau équidistantes de 50 cm et variant de 259,23 m à 266 m soit une élévation relative de 6,77 m et les singularités du terrain telles que le lit du cours d'eau, les sentiers, les arbres, les vergers, les plans d'eau, etc.

La topographie de la zone à aménager a révélé une pente longitudinale de 3,4 ‰ pour les deux versants séparés par des ravinements de profondeur variant entre 0,30 m à 0,80 m.

#### V.1.3 Synthèse des études hydrologiques

L'étude hydrologique a débuté par une observation des caractéristiques physiques appréciables sur le terrain. En effet, un diagnostic consistant à parcourir le bassin versant drainant le principal cours d'eau du bas fond a été fait. Il a été diagnostiqué, l'amont à l'aval du bassin versant, une succession de sol sablo-graveleuse en tête du bassin versant suivi par des sols sablo-limoneux et se terminant par des sols argileux sur le site de l'étude d'aménagement. Pour ce qui est du lit mineur, il est presque absent sur le site et peu marqué à mi-parcours entre la tête du bassin versant et le bas fond. Ces caractéristiques nous permettent de classer le bas fond au deuxième (2<sup>e</sup>) niveau selon la classification de bas fond faite par Raunet.

Les résultats de des études hydrologiques ont été regroupés en trois grandes parties dont l'analyse fréquentielle des données pluviométriques, la caractérisation du bassin versant et la détermination des crues et apports.

### V.1.3.1. Analyse fréquentielle des données pluviométriques

En se basant sur les données de pluies journalières maximales de la station synoptique de Dori, les résultats issus des analyses fréquentielles sont résumés dans le tableau suivant.

**Tableau 8: Pluies exceptionnelles**

Période de retour T (ans)	100	50	20	10	5
Fréquence de non dépassement	0,99	0,98	0,95	0,90	0,80
Pluviométrie pour temps de retour T (mm)	129,33	117,30	101,25	88,85	75,92

Nous retenons de l'analyse des pluies maximale journalières, une pluie décennale de **88,5 mm** et une pluie centennale de **129,33 mm**.

Quant à l'analyse des données de pluie moyenne annuelle, elle a permis d'évaluer la hauteur annuelle de pluviométrie à **477,99 mm**.

### V.1.3.2. Caractérisation du bassin versant

Les principales caractéristiques morphologiques du bassin versant sont présentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 9: Caractéristiques géomorphologique du Bassin versant**

Désignation	Symbole	Valeurs calculée
Surface du BV (km <sup>2</sup> )	S	179,26
Périmètre du BV (km)	P	108,86
Indice de forme	Icom	2,29
Longueur du rectangle équivalent (km)	L	50,91
Pente longitudinale (‰)	I	1,94
Dénivelée spécifique (m)	Ds	43,50
Indice global de pente	Ig	0,85
Pente transversale moyenne (m/km)	IT	8,20
Indice global de pente corrigé (m/km)	Igcor	2,32

L'indice de forme du bassin versant est de 2,29 conférant au bassin une forme allongée avec un réseau hydrographique moins dense en arête de poisson. Le bassin versant présente un relief faible car la valeur de sa dénivelée spécifique est inférieure à 50m. La classification qualitative adoptée par Rodier le confère la classe de **bassin relativement imperméable (RI)**.

### V.1.3.3. Détermination des crues et apports

#### ◆ Crue décennale et centennale

La crue qui est caractérisée par un débit de fréquence rare exprime une augmentation instantanée du volume d'eau qui transite par le cours d'eau. La présente étude hydrologique nous permet d'obtenir des débits décennal 33 m<sup>3</sup>/s et centennal de 135 m<sup>3</sup>/s. Ces crues ne pourront pas avoir un impact sur notre aménagement car elles sont interceptées dans sa quasi-totalité par le lac.

#### ◆ Apport liquide et solide

Les apports liquides se définissent par la qualité d'eau susceptible d'arriver à l'exutoire. Dans le cas de cette étude, le lac Higa est considéré comme notre exutoire. La méthode de Rodier a été utilisée pour l'estimation des apports liquides avec pour « bassin type » celui de Féléole au Burkina Faso. Les apports en eau estimés sont consignés dans le tableau ci-après.

**Tableau 10: Apports en eau à Higa**

Année	Ke (%)	S(Km <sup>2</sup> )	P (mm)	Apports (m <sup>3</sup> )
Moyenne	13,28	179,26	477,99	11 378 900
Quinquennale sèche	7,95	179,26	381,77	5 440 669
Décennale sèche	5,92	179,26	331,33	3 516 138

En se basant des résultats du Tableau 10, les apports d'eau sur le bassin versant ne permettent pas d'assurer chaque année le remplissage du lac Higa qui a un volume de stockage estimé à 40 million m<sup>3</sup>. Cependant ; ces apports couvrent les pertes en eau dans le lac et besoins en eau des cultures pour une saison de deux campagnes en contre saison en années normales.

Pour ce qui concerne les apports solides, le tableau suivant donne l'évaluation faite par la méthode EIER-CIEH.

**Tableau 11: Apports solides du bassin versant**

Pluie moyenne annuelle (mm)	Surface S (ha)	Densité spécifiques	Volume des apports solides (m <sup>3</sup> /an)
477,99	179,26	13,3	2 391

Le volume des apports solides pour tout le bassin versant a été estimé à 2 391 m<sup>3</sup>/an. En tenant compte l'année à laquelle le volume du lac a été mentionné (2009), le volume total d'eau perdu

sous l'effet des apports solides depuis cette date jusqu'en 2019 est 23 910 m<sup>3</sup>.

#### V.1.4 Etat de lieux du site

Les visites sur le terrain ont permis de faire un constat général sur la situation initial et actuel du site à aménager. Il n'existe aucun aménagement sur le site à aménager. Cependant, plusieurs exploitants environs 400 personnes pour le maraichage et une trentaine de personnes pour la riziculture usagers exploitent le site avec des moyens rudimentaires. Les femmes seraient autour de 350 personnes selon le chef de zone d'appui technique de l'agriculture de Tankougounadié. Il est recensé sur le site un lac naturel nommé lac Higa (principale source d'eau d'irrigation), un forage non fonctionnel et plusieurs puits traditionnels de profondeur moyenne de 5m avec un niveau d'eau d'environ 2m.

Le site contient également des grands arbres éparpillés sur l'ensemble du site et quelques ravines situées au niveau central de la zone à ménager.

### V.2. Conception de l'aménagement

#### V.2.1 Choix et caractéristiques des cultures

##### V.2.1.1. Choix des spéculations

Le choix des cultures s'est basé sur la pédologie, les habitudes socio-économiques et le climat de la zone d'étude.

Selon l'étude pédologique, la zone est caractérisée par la dominance des sols sablo-limoneux et des sols hydro morphes. Ces sols sont aptes aux cultures comme le maïs, le sorgho, le mil, le riz, le niébé, l'arachide et le coton et les cultures maraîchères.

En se basant sur le rapport socio-économique, les principales spéculations sont la tomate, l'oignon, la pomme de terre et gombo en maraichage tandis que le riz et le maïs sont cultivées pendant la saison humide.

En confrontant les aptitudes pédologique et les habitudes sociologique, il a été retenu les cultures comme la **tomate, l'oignon et la pomme de terre** pour la culture de contre saison et le **maïs** pour la saison pluvieuse pour les besoins.

##### V.2.1.2. Caractéristiques des cultures

Les données des caractéristiques des cultures choisies sont données par les fiches techniques

des cultures élaborées par l'INERA.

◆ **Tomate**

La variété proposée est le Heintz qui est une variété conseillé à croissance déterminée relativement résistant à l'éclatement. A l'hectare, il faut 300g de semences pour le repiquage, 400kg de NPK et 200kg d'urée pour la fertilisation avec un rendement de 25 à 40t/ha.

◆ **oignon**

La variété mise en valeur est le violet de galmi repiqué à 2kg de semence à l'hectare pour une production de 20 à 30t/ha, Il faut 400kg de NPK et 100kg d'urée dans la fertilisation de 1ha.

◆ **Pomme de terre**

La variété proposée est la variété Sahel avec l'avantage d'avoir un cycle court et une production de 20 à 35t/ha. Elle est de forme oblongue allongée et de couleur de chair jaune pale.

Le tableau suivant donne les coefficients culturaux en fonction des différents stades de développement des cultures proposées.

**Tableau 12: Caractéristiques des cultures**

Cultures		Phase				Durée total	Zr (m)
		Initiale	Croissance	Mi- saison	Tardive		
Tomates d'irrigation	Durée (j)	30	40	40	25	135	0,7
	Kc	0,45	0,75	1,15	0,85		
Oignon bulbe	Durée (j)	30	35	35	20	120	0,5
	Kc	0,5	0,75	1,05	0,7		
Pomme de terre	Durée (j)	30	35	35	20	120	0,6
	Kc	0,45	0,75	1,1	0,75		
Mais	Durée (j)	20	35	35	30	120	1,20
	Kc	0,4	0,75	1,15	0,7		

**Source:** (Brouwer C. et Heidbloem M. ; FAO 1986)

## V.2.2 Evaluation des besoins en eau des cultures et simulation de la retenue

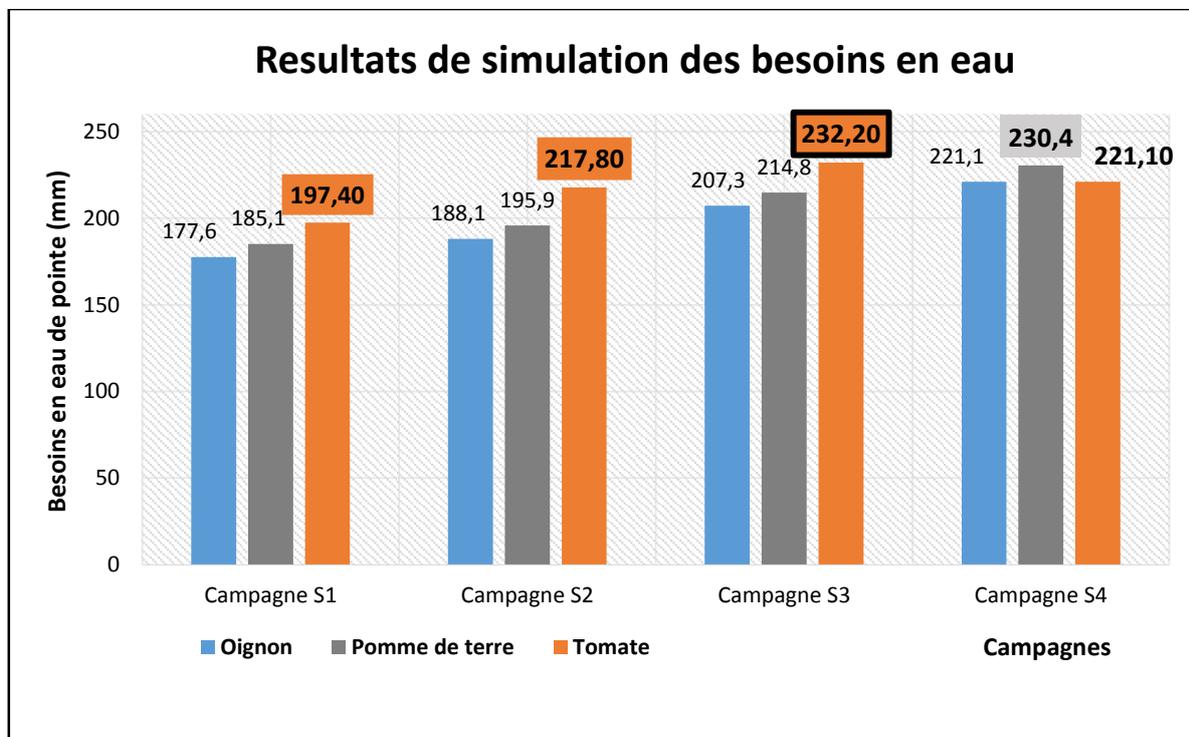
### V.2.2.1. Evaluation des besoins en eau des cultures

L'évaluation des besoins en eau a été faite à travers une simulation de quatre campagnes dans la saison sèche et trois campagnes dans la saison humide et les besoins en eau de pointe par campagne sont résumés dans le *Tableau 13*.

**Tableau 13: Besoin en eau maximum par campagne**

Cultures	Campagne 1		Campagne 2		Campagne 3		Campagne 4	
	Mois de pointe	BMP (mm)	Mois de pointe	BMP (mm)	Mois de pointe	BMP (mm)	Mois de pointe	BMP (mm)
Oignon	Décembre	178	Janvier	188	Février	207	Mars	<b>221</b>
Pomme de terre	Décembre	185	Janvier	196	Février	215	Mars	<b>230</b>
Tomate	Décembre	197	Janvier	218	Février	<b>232</b>	Mars	221
<b>Campagne humide</b>								
Maïs	Mai	<b>121</b>	Septembre	31	Octobre	117	-	-

Les résultats des besoins en eau des campagnes de contre saison présentent les valeurs les plus élevées et sont représentés dans la *Figure 5*.



**Figure 5: Besoin en eau de pointe par campagne de simulation**

L'analyse de la figure ci-dessus et du *Tableau 13* indique que la tomate est la culture la plus contraignante et la campagne 3 qui commence en début décembre est la campagne la plus défavorable. Ainsi, les besoins en eau de pointe (mois de mars) de la tomate sont retenus pour le dimensionnement des équipements l'aménagement.

Les besoins en eau de pointe pour la campagne sèche à savoir ceux des cultures maraîchères sont, par conséquent retenus sont de 232 mm soit **2 322 m<sup>3</sup> /ha** pour le mois de pointe.

### V.2.2.2. Simulation de la retenue d'eau

Le lac Higa à l'instar de la plupart des lacs naturels du Burkina ne dispose pas de courbe Hauteur-Volume. Pour avoir une courbe Hauteur-Volume d'une telle retenue, cela nécessite une étude bathymétrique qui n'était pas prévu dans le cadre de notre étude. A défaut d'avoir la courbe Hauteur – Volume du lac Higa qui dispose chaque année d'un volume stocké de 40 000 000 m<sup>3</sup> (DGRE, 2011), nous avons opté pour une simulation basée sur le bilan de l'utilisation de la retenue (voir *Tableau 14*).

**Tableau 14: Bilan hydraulique du lac Higa**

<b>Volume d'eau stocké en 2009 au 1<sup>er</sup> octobre) :</b>	<b>40 000 000</b>
<b>Pertes du aux apports solides</b>	<b>23 906</b>
<b>Volume d'eau réellement stocké au 1<sup>er</sup> octobre 2019</b>	<b>39 976 094</b>
<b>Besoins humains</b>	11 448
<b>Evaporation en saison sèche (8 mois)</b>	3 341 117
<b>Infiltration pendant la saison sèche (8 mois)</b>	540 000
<b>Besoin pastoraux</b>	296 604
<b>Besoin agricole pour deux campagnes</b>	2 089 800
<b>Total des besoins et pertes</b>	6 278 969
<b>Solde hydraulique au 31 mai</b>	<b>33 697 125</b>

Le bilan de l'utilisation de l'eau du lac a un solde hydraulique positif de **33 697 125 m<sup>3</sup>** d'environ. En conclusion, le lac pourra satisfaire l'ensemble des besoins en eau y compris ceux de l'aménagement de 75 ha en vue. Selon les résultats du bilan hydraulique, des aménagements supplémentaires pourront être réalisés sans s'inquiéter sur la disponibilité de la ressource en eau.

## V.2.3 Paramètres d'irrigation du périmètre

### V.2.3.1. Type de distribution de l'eau d'irrigation

Les paramètres d'irrigation à déterminer sont fonction du type de distribution d'eau à adopter. Dans le souci d'avoir de minimiser les diamètres des conduites et d'avoir un système commode d'usage, la distribution d'eau par rotation est retenue. Dans ce type de distribution, Chaque unité parcellaire reçoit l'eau à **tour de rôle** pendant un **temps fixé**.

### V.2.3.2. Débit fictif continu

L'examen des résultats des besoins mensuels pour chaque culture montre que la demande maximale est de **2 322 m<sup>3</sup> /ha** pour le mois de pointe et correspond aux besoins en eau de la tomate du mois de mars. En tenant compte d'éventuelles pertes, nous obtenons une valeur de **3320 m<sup>3</sup>/ha** comme besoins bruts pour les calculs.

Le débit fictif continu est le débit à apporter par le réseau en supposant que l'irrigation se fait 24 heures sur 24. Pour un besoin en pointe pris égal **3320 m<sup>3</sup>/ha/mois**, le débit fictif continu est de **1,28 l/s/ha**.

### V.2.3.3. Durée d'irrigation

La durée d'irrigation est un facteur influençant le calcul des paramètres caractéristiques du dimensionnement. L'irrigation peut s'effectuer pendant le jour comme pendant la nuit. Toutefois, en tenant compte des habitudes des populations, elle sera limitée à la journée.

Ainsi, la durée maximale d'irrigation sera prise égale à **12 h** par jour, soit de 6 h jusqu'à 18 h (Cas de système semi californien). Dans la semaine, il est réservé un jour pour l'entretien du réseau et/ou pour le repos des exploitants. L'irrigation se fait **6 jours /7 jours** soit 26jours/mois.

La valeur du rendement d'utilisation du système en fonction des contraintes sociologiques est donc de **43%**.

### V.2.3.4. Débit réel de pointe (DMP)

Le débit de dimensionnement du réseau d'irrigation, en tenant compte du besoin de pointe de la tomate et de la durée d'irrigation, est de **2,96 l/s/ha**.

### V.2.3.5. Main d'eau

En pratique, dans les aménagements au Burkina Faso, elle est de l'ordre de 10 à 30 l/s. Dans le cas de Higa, la main d'eau de 10 l/s a été adoptée pour minimiser les diamètres des conduites.

#### V.2.3.6. Le quartier hydraulique

C'est l'unité hydraulique gérable par un groupe d'agriculteurs disposant d'une main d'eau. Pour le cas de Higa, chaque canal secondaire dessert un quartier hydraulique allant de **1 à 3 ha**.

#### V.2.3.7. Le débit d'équipement

Le dimensionnement du système d'irrigation a fourni un débit d'équipement de 3,66 l/s/ha compris dans l'intervalle donné par le manuel semi californien de PAFASP (3 l/s/ha à 5 l/s/ha). Sur la base de la main d'eau adoptée et de la configuration des quartiers hydrauliques, le débit en tête du réseau est de **60 l/s** pour le bloc A et **40 l/s** pour les 05 autres blocs.

#### V.2.3.8. La dose d'irrigation et tour d'eau

Nous allons nous intéresser dans ce cas à la dose pratique d'irrigation, la dose réelle et la dose brute d'irrigation.

##### ◆ La dose pratique d'arrosage (RFU)

La dose pratique correspond à la réserve d'eau facilement utilisable par la plante (RFU). En se basant sur la valeur de réserve utile (RU) de 134 mm issue de l'interprétation des essais d'infiltration et en tenant compte de la profondeur racinaire de la plante contraignante (Tomate) la réserve d'eau facilement utilisable par la plante (RFU) est estimée à **32 mm**.

##### ◆ Fréquence maximale d'arrosage et tour d'eau

La fréquence est l'intervalle entre deux arrosages sur la même parcelle. Pour la culture la plus contraignante, la fréquence d'arrosage est de **2,90 jours**.

Le tour d'eau étant le nombre de jours réel séparant deux irrigations sur la même parcelle, un tour d'eau de **2 jours** est adopté afin d'avoir un arrosage rapproché au regard des conditions climatiques très rigoureuse de la zone (ETM très élevée surtout pendant la période de pointe marquée par des fortes températures).

##### ◆ La dose réelle d'irrigation et dose brute

En prenant en considération l'intervalle réel entre deux arrosages (tour d'eau adopté), la dose réelle d'irrigation est estimée à **23 mm**. Elle correspond à une dose brute de **32 mm** en intégrant une efficacité d'application de 70% (cas d'un climat chaud).

## V.2.1 Conception du système général d'irrigation

La conception du système d'irrigation à consister à faire un choix de technique d'irrigation, le parcellement, le tracé du réseau d'irrigation et l'implantation des équipements ponctuels. La conception est une étape déterminante de l'étude puisque le dimensionnement se base sur la structuration générale du système d'irrigation.

### V.2.1.1. Justification du choix de la technique d'irrigation

Il existe plusieurs systèmes en matière d'irrigation à savoir le système gravitaire, système semi-californien, l'aspersion et l'irrigation localisée. Le choix d'un système par rapport aux autres s'opère le plus souvent en fonction de la culture, de la topographie, des habitudes socio-économiques et des couts d'investissement et d'entretien.

**Tableau 15: Déficit hydrique du maïs pendant la campagne humide**

Désignation	Juin	Juillet	Août	Septembre
Kc	0.52	0.82	1.05	0.70
ET0 (mm)	5.79	4.97	4.57	5.12
ETM (mm/j)	2.99	4.06	4.80	3.58
Pluviométrie (mm/j)	2.62	4.34	6.20	3.14
Pe (mm/j)	2.10	3.47	4.96	2.51
BN (mm/j)	<b>0.89</b>	<b>0.58</b>	<b>-0.16</b>	<b>1.07</b>

L'analyse du déficit hydrique présenté dans le **Tableau 15** montre que la spéculacion de la campagne humide (le maïs) a besoin d'un apport complémentaire en eau dans les mois de juin, juillet et septembre.

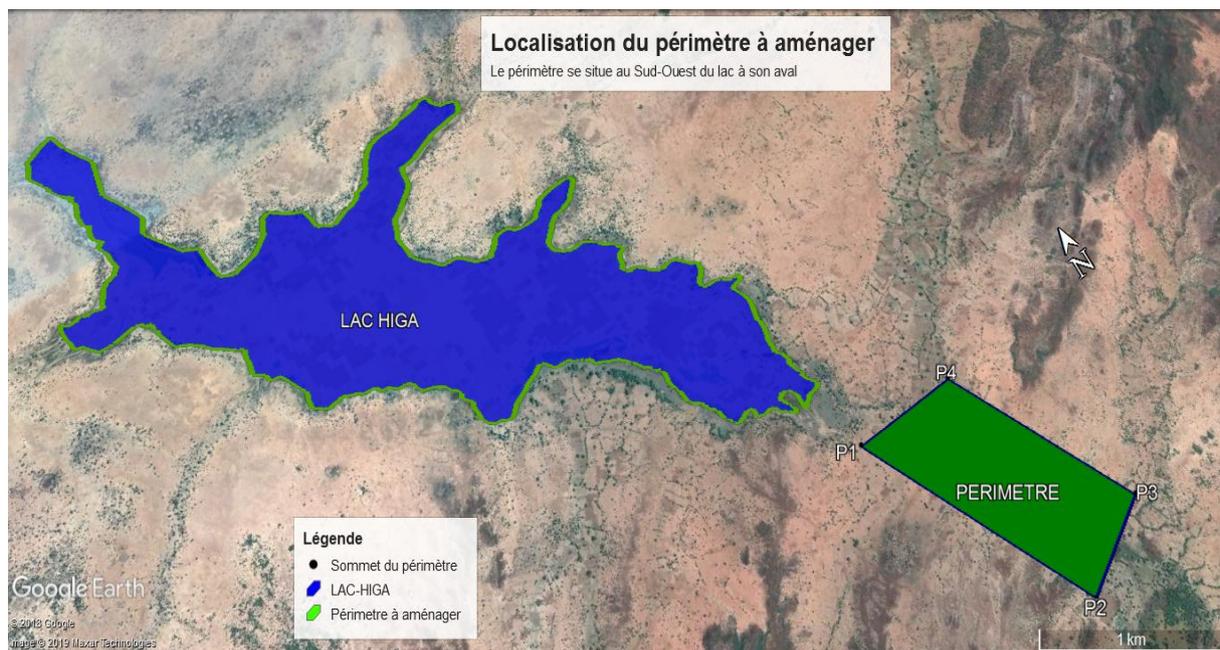
Ainsi, en se basant sur la fourchette budgétaire du promoteur pour l'aménagement et l'éventualité d'apporter une irrigation d'appoint pendant la campagne humide (**Tableau 15**) favorise les systèmes gravitaire et semi-californien par rapport aux systèmes d'irrigation localisée et par aspersion. En effet, l'aspect onéreux d'investissement de ces deux derniers systèmes est l'un des principaux facteurs qui nous a conduits à les écarter. Il y a également le fait que le système d'irrigation localisée n'est pas adapté pour le maraichage car cela nécessite un très grands nombre d'anneaux ou d'injecteurs surtout pour les moyennes et grandes superficies d'aménagement.

Ainsi le type d'irrigation capable d'assurer une campagne sèche en maraichage et une campagne humide est le semi-californien ou le gravitaire. Nous portons notre choix sur le californien car, proche des techniques d'irrigation sous pressions, le système semi californien a

une efficacité élevée avec les pertes par évaporation et par infiltration fortement réduites au transport par rapport au système d'irrigation gravitaire. Le système étant fixe et enterré, il a également l'avantage d'avoir une certaine facilité de mise en œuvre, d'exploitation et d'entretien et permet d'éviter le soutirage illégal en route de l'eau par siphonage.

### V.2.1.2. Structuration générale du périmètre

Le site à aménager est situé au sud Oust du lac Higa à son aval comme indique la **Figure 6**. La configuration topographique du terrain a conduit à un périmètre sur deux versants (Est et Ouest).



**Figure 6: Localisation du périmètre à aménager**

### ❖ Nomenclature des équipements du système

Dans le cadre de la présente étude, il est adopté la nomenclature suivante:

- ◆ la station de pompage est désignée par SP suivie de la lettre du bloc concerné;
- ◆ les conduites de refoulement ou conduites primaires sont désignées par le sigle CR: elles partent de la station de pompage au bassin partiteur;
- ◆ les bassins partiteurs encore appelés bassins tampons sont dénommés BP;
- ◆ les conduites secondaires dénommées CS: elles vont du bassin partiteur aux parcelles et portent les prises d'irrigation.

### ❖ Description générale du réseau

Le système d'irrigation retenu (semi-californien) fonctionne sous pression pour le réseau de refoulement jusqu'aux bassins de refoulement et gravitaire pour le réseau de distribution (mise en charge des conduites secondaires à partir de bassins partiteurs en tête de réseau). Ce fonctionnement implique que les bassins soient disposés en des points hauts afin de favoriser la mise en charge du réseau de distribution. Cela impose d'organiser le périmètre en blocs d'irrigation à partir des motopompes. Le périmètre a été organisé en 06 blocs dont 03 blocs par versant suivant la topographie en versant du terrain et totalisant une superficie de 75 ha. Les blocs sont subdivisés également en parcelle de 0.25 ha de forme carrée (50m×50m) pour la plupart. La structuration générale du périmètre est scindée en six blocs résumée dans le tableau ci-après :

**Tableau 16: Structuration du périmètre en blocs**

Désignation du bloc	Station de pompage	Conduite de refoulement	Secondaires	Nombre de parcelles	Localisation	Superficie (ha)
Bloc A	SP_A	CR-A	6	63	V.O*	15,75
Bloc B	SP_B	CR-B	4	48	V.O	12
Bloc C	SP_C	CR-C	4	48	V.O	12
Bloc D	SP_D	CR-D	4	45	V.E**	11,25
Bloc E	SP_E	CR-E	4	48	V.E	12
Bloc F	SP_F	CR-F	4	48	V.E	12
<b>Total</b>	-	-	<b>30</b>	<b>300</b>	-	<b>75</b>

\*V.O : Versant Ouest ; \*\*V.E : Versant Est

Le dispositif prévu pour le périmètre irrigué est composé des principaux ouvrages suivants:

- ◆ un (01) chenal d'amenée qui draine l'eau depuis le bac d'admission jusqu'au bac de pompage ;
- ◆ un (01) bac de pompage situé au pied de la station de pompage ;
- ◆ une (01) station de pompage comprenant les six (06) motopompes (avec des groupes motopompes de secours), les ouvrages de génie civil et la conduite d'aspiration plongée dans le bac de pompage;
- ◆ six (06) conduites de refoulement ou conduites primaires en PVC pression PN6 qui assurent le transport de l'eau de la station de pompage jusqu'aux bassins tampons en tête du périmètre ;

- ◆ six (06) bassins partiteurs qui reçoivent chacun le débit transporté par la conduite de refoulement correspondante et assurent son transfert dans les conduites secondaires;
- ◆ des conduites secondaires (en PVC évacuation);
- ◆ des ouvrages de prise qui permettent le prélèvement des débits convenables des conduites secondaires vers les canaux tertiaires ;
- ◆ un ensemble d'ouvrages connexes (les ouvrages de vidange, etc.) qui permettent le fonctionnement du périmètre ;
- ◆ un réseau de circulation interne constitué de pistes non aménagées (espaces réservés) permettant la circulation à l'intérieur du périmètre ;
- ◆ des prises parcellaires se situent le long des conduites secondaires à une équidistance de 50 m correspondant au début de chaque parcelle. (Cf Plan général).

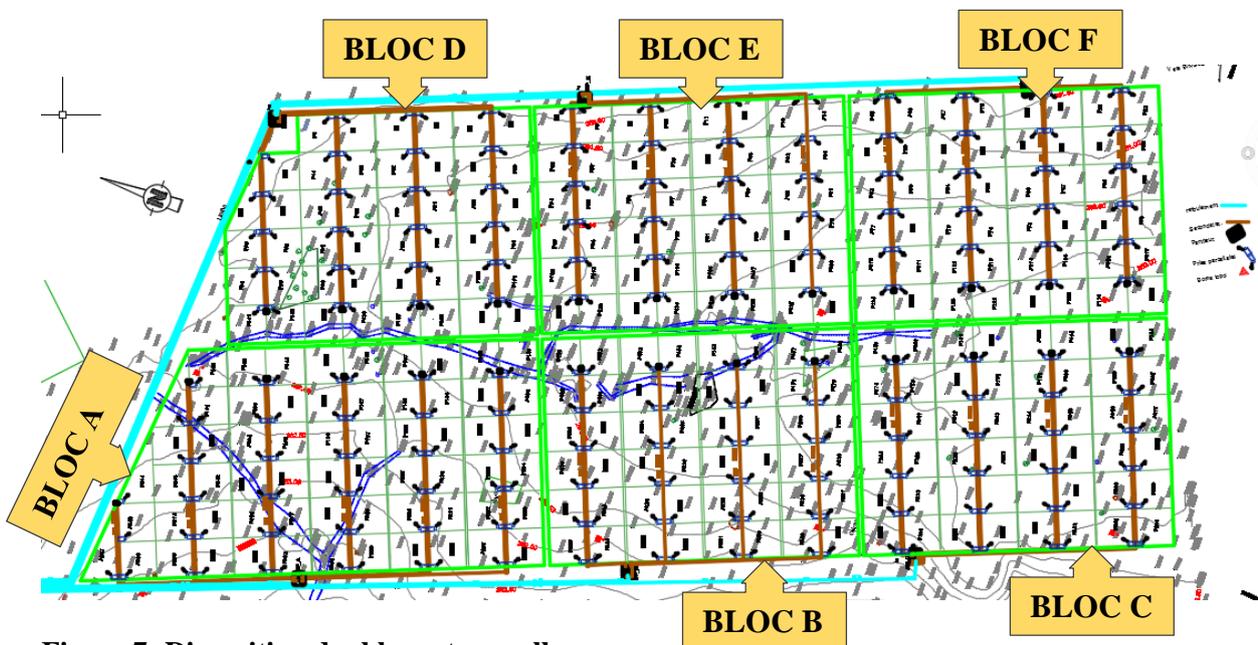
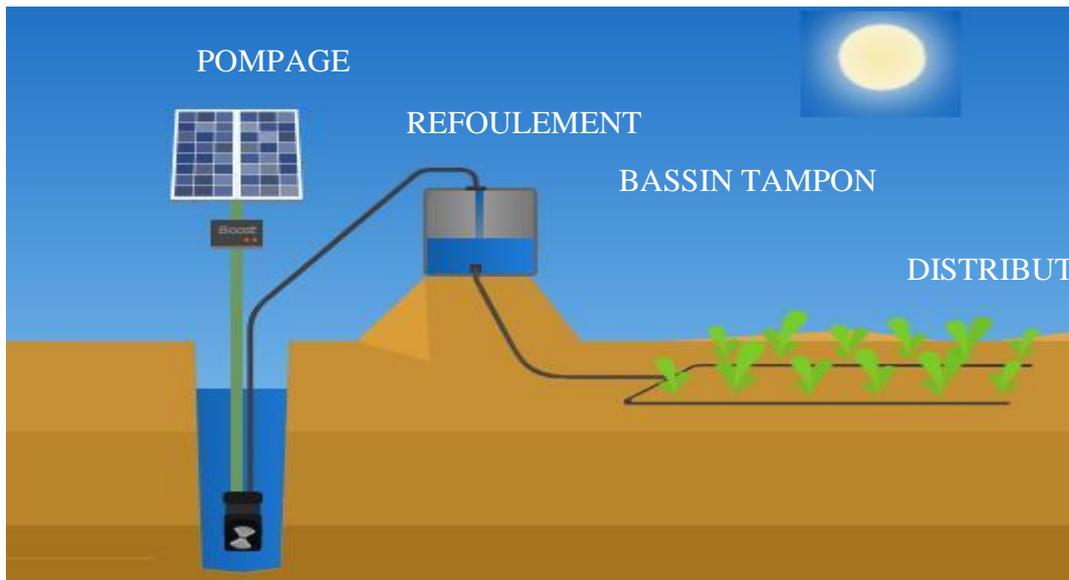


Figure 7: Disposition des blocs et parcelles

### V.3. Dimensionnement du système d'irrigation

Pour un dimensionnement qui prendra en charge toutes les spéculations à mettre en terre dans le périmètre en toute saison, les valeurs caractéristiques relatives à la tomate sont utilisées car étant la culture la plus contraignante de la campagne. Le dimensionnement et la caractérisation des ouvrages et équipements énumérés dans la description générale du périmètre et sommairement illustrés dans la **Figure 8** sont abordés dans cette partie.



**Figure 8 : Système d'irrigation de type semi-californien (Source : DEGLA, et BEN A., 2016)**

#### V.3.1.1. Conduites de refoulement

En utilisant les formules de Bresse, Bendjaoui et Vuibert, le réseau d'adduction est constitué des conduites dont les caractéristiques sont consignées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 17: caractéristiques des conduites de refoulement**

Conduites de refoulement	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Longueur (m)	Vitesse (m/s)
CR_A	280	60	1237	0,99
CR_B	250	40	1675	0,86
CR_C	250	40	2066	0,86
CR_D	250	40	1623	0,86
CR_E	250	40	2036	0,86
CR_F	250	40	2617	0,86
<b>Longueur totale (m)</b>			<b>11 254</b>	

Tous les diamètres de conduites retenus respectent les conditions de vitesse GLS et le PN6 est la pression nominale retenue pour toutes les conduites de refoulement. L'ensemble des conduites de refoulement totalise une longueur de 11 254 m dont 10 017 m de DN250 PN 6 et 1237 m de DN280 PN 6.

### V.3.1.2. Conduites secondaires de distribution

Les conduites secondaires de distribution sont en PVC évacuation et le débit utilisé pour le dimensionnement de toutes les conduites secondaire correspond à la main d'eau adoptée soit 10 l/s. Les caractéristiques des conduites secondaires après dimensionnement et simulation sont résumées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 18 : Caractéristiques des conduites secondaires du versant Ouest (blocs A, B et C)**

Secondaires	Débit (l/s)	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Vitesse (m/s)	Nombre de prise
CS1_A	10	160	328	0,55	01 PD** +02 PS*
CS2_A	10	160	379	0,55	05 PD +01 PS
CS3_A	10	160	281	0,55	06 PD
CS4_A	10	160	315	0,55	06 PD
CS5_A	10	160	416	0,55	06 PD
CS6_A	10	160	519	0,55	06 PD
CS1_B	10	160	301	0,55	06 PD
CS2_B	10	160	302	0,55	06 PD
CS3_B	10	160	411	0,55	06 PD
CS4_B	10	160	527	0,55	06 PD
CS1_C	10	160	266	0,55	06 PD
CS2_C	10	160	332	0,55	06 PD
CS3_C	10	160	439	0,55	06 PD
CS4_C	10	160	557	0,55	06 PD
<b>Total</b>	-	-	<b>5 373</b>	-	

\*PS : Prise Simple ; \*\*PD : Prise Double

**Tableau 19 : Caractéristiques des conduites secondaires du versant Est (blocs D, E et F)**

Secondaires	Débit (l/s)	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Vitesse (m/s)	Nombre de prise
CS1_D	10	160	243	0,55	04 PD +01 PS
CS2_D	10	160	331	0,55	06 PD
CS3_D	10	160	426	0,55	06 PD
CS4_D	10	160	535	0,55	06 PD
CS1_E	10	160	263	0,55	06 PD
CS2_E	10	160	332	0,55	06 PD
CS3_E	10	160	432	0,55	06 PD
CS4_E	10	160	562	0,55	06 PD
CS1_F	10	160	431	0,55	06 PD
CS2_F	10	160	329	0,55	06 PD
CS3_F	10	160	265	0,55	06 PD
CS4_F	10	160	367	0,55	06 PD
<b>Total</b>	-	-	<b>4 516</b>	-	

Toutes les conduites secondaires obtenues sont en PVC d'évacuation de même diamètre nominal de **160 mm** totalisant une longueur de conduite de **9 889 m**. Ces diamètres permet de respecter les conditions de vitesses limites admissibles (limites minimale de curage de 0,30m/s et maximale de corrosion de 1,5m/s) et de respecter les hauteurs maximales admissible des bassins tampons qui est de 2m. (PAFASP, 2011).

### V.3.1.3. Dimensionnement des bassins partiteurs ou bassins tampons

Ce sont les ouvrages dans lesquels aboutissent les conduites de refoulement permettant d'alimenter les conduites secondaires. Au regard du nombre de canaux secondaires, il a été retenu de mettre en œuvre cinq (05) bassins à cinq (05) compartiments et un bassin à sept (07) compartiments dont un compartiment principal se remplit et alimente les autres. Ces derniers reçoivent chacun du premier compartiment le débit attendu par la conduite secondaire. Les caractéristiques des bassins de refoulement sont mentionnées dans les tableaux suivants :

**Tableau 20: Caractéristiques des partiteurs du versant Ouest**

Caractéristiques	BP_A	BP_B	BP_C
Débit arrivant (m <sup>3</sup> /s)	0,06	0,04	0,04
Débit sortant à 4 ou 6 orifices (m <sup>3</sup> /s)	0,01x6=0,06	0,01x4=0,04	0,01x4=0,04
Diamètre entrant mm	280	250	250
Diamètres sortant à 4 ou 6 orifices (mm)	160x6	160x4	160x4
Hauteur de seuil (m)	<b>0,53</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>
Hauteur du bassin (m)	<b>0,90</b>	<b>0,85</b>	<b>0,85</b>
Côte TN (m)	<b>263,90</b>	<b>262,23</b>	<b>261,68</b>
Côte radier (m)	<b>264,98</b>	<b>262,84</b>	<b>262,09</b>
Longueur ouvrage (m)	<b>3,15</b>	<b>3,15</b>	<b>3,15</b>
Largeur ouvrage (m)	<b>2,10</b>	<b>1,42</b>	<b>1,42</b>

**Tableau 21: Caractéristiques des partiteurs du versant Est**

Caractéristiques	BP_D	BP_E	BP_F
Débit arrivant (m <sup>3</sup> /s)	0,04	0,04	0,04
Débit sortant à 4 ou 6 orifices (m <sup>3</sup> /s)	0,01x4=0,04	0,01x4=0,04	0,01x4=0,04
Diamètre entrant mm	250	250	250
Diamètres sortant à 4 ou 6 orifices (mm)	160x4	160x4	160x4
Hauteur de seuil (m)	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>
Hauteur du bassin (m)	<b>0,85</b>	<b>0,85</b>	<b>0,85</b>
Côte TN (m)	<b>262,20</b>	<b>262,45</b>	<b>261,71</b>
Côte radier (m)	<b>262,88</b>	<b>262,85</b>	<b>262,24</b>
Longueur ouvrage (m)	<b>3,15</b>	<b>3,15</b>	<b>3,15</b>
Largeur ouvrage (m)	<b>1,42</b>	<b>1,42</b>	<b>1,42</b>

Les bassins partiteurs respectent la condition de hauteur maximale sous radier de 2 m avec des caractéristiques permettant d'irriguer chaque bloc au regard de sa topographie. Les détails des calculs sont joints en annexe dans la note de calculs.

#### V.3.1.4. Dimensionnement de la station de pompages

Dans cette partie de l'étude permettra de faire le choix des pompes, de déterminer les différents points de fonctionnement de ces pompes et de vérifier les effets du coup de bélier dus à la propagation de l'onde.

#### ❖ Choix des pompes

Les motopompes ont pour rôle de refouler l'eau, du puits de pompage jusqu'aux bassins tampons. Le choix de la motopompe tient compte du débit souhaité et de la hauteur manométrique totale (fonction de la hauteur géométrique et des pertes de charge). Les caractéristiques dimensionnées des motopompes dont les détails seront présentés en annexe

sont résumés dans le tableau ci-dessous :

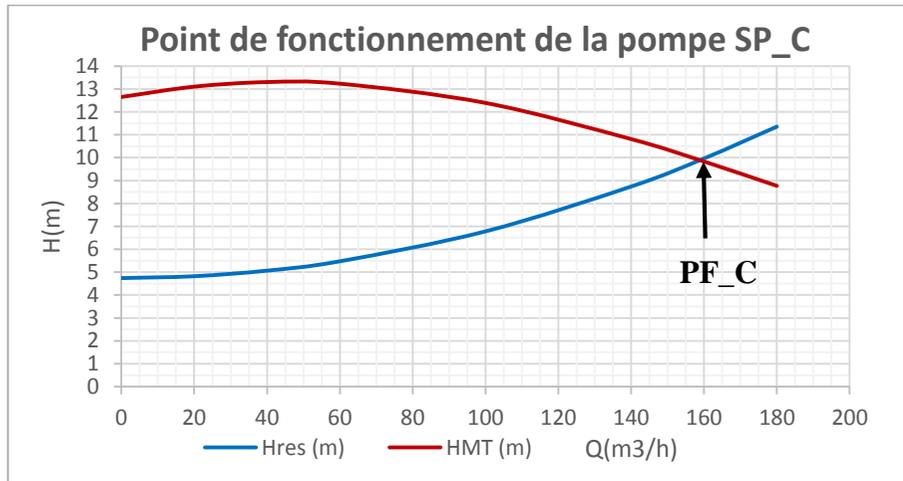
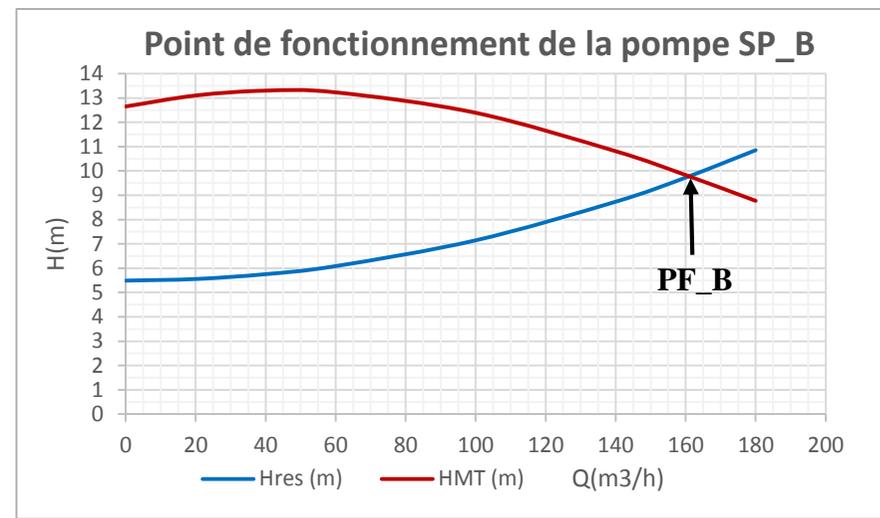
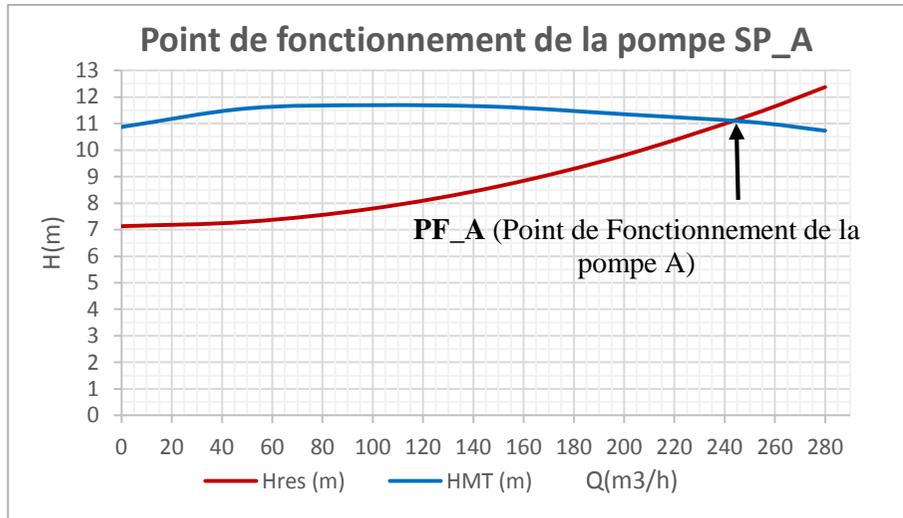
**Tableau 22: Caractéristiques des motopompes**

Station de pompage	Q pompé (m <sup>3</sup> /h)	HMT calculée (m)	Puissance calculé (KW)	Q retenu (m <sup>3</sup> /h)	HMT retenue (m)	Puissance retenue (KW)
SP_A	216	11,35	11,35	<b>216</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
SP_B	144	10,02	6,68	<b>144</b>	<b>12</b>	<b>8</b>
SP_C	144	10,08	6,72	<b>144</b>	<b>12</b>	<b>8</b>
SP_D	144	9,99	6,66	<b>144</b>	<b>12</b>	<b>8</b>
SP_E	144	10,27	7,18	<b>144</b>	<b>12</b>	<b>8</b>
SP_F	144	11,35	7,57	<b>144</b>	<b>12</b>	<b>8</b>

En se basant sur les caractéristiques des pompes du **Tableau 22**, il est retenu la motopompe **NK 100-200/195** de la marque **Grundfos** pour le pompage alimentant les blocs B, C, D, E et F et la motopompe **NK 125-250/282** de la marque **Grundfos** pour l'irrigation du bloc. Cependant toutes pompes disponibles sur le marché et ayant les caractéristiques définies dans le tableau ci-dessus peuvent être utilisées dans le cadre de ce projet. Les points de fonctionnement des pompes choisies doivent avoir capable d'assurer un transport efficace de l'eau dans les conditions définies par cette étude.

#### ❖ Point de fonctionnement des pompes

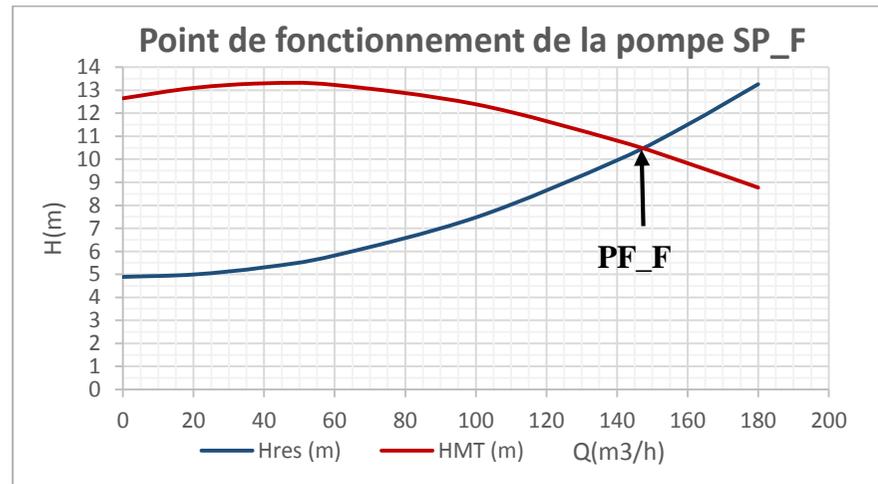
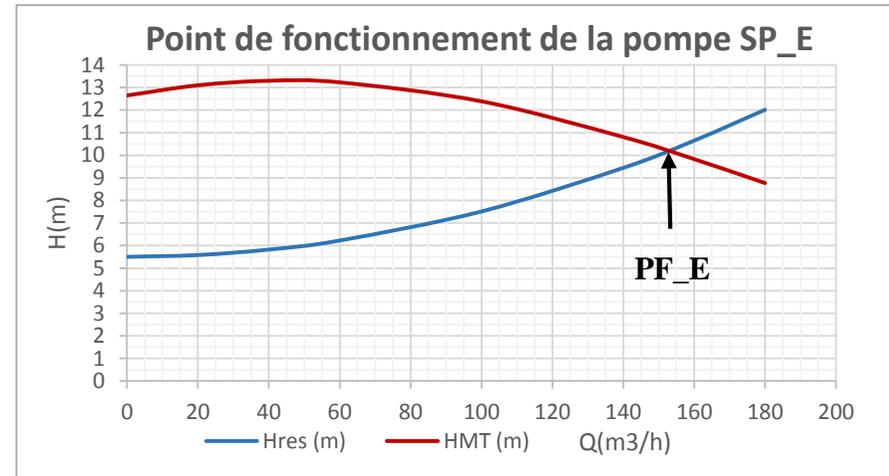
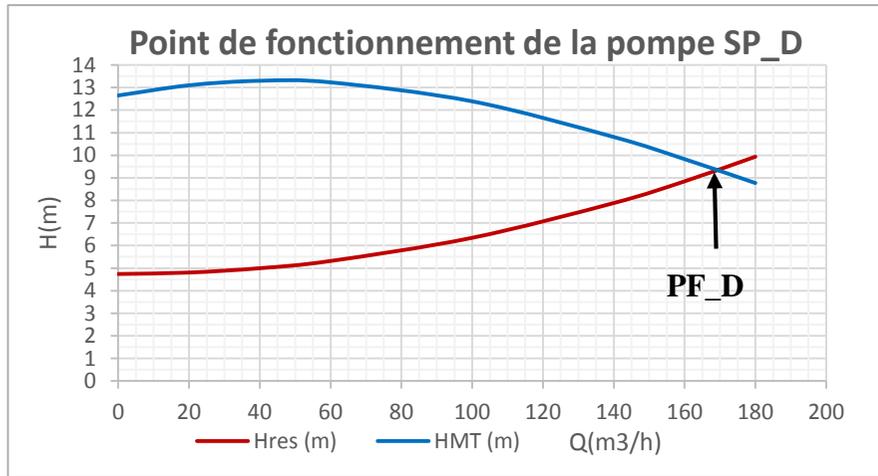
A l'issu du choix des pompes, il est nécessaire de vérifier certaines performance de la pompe choisie par rapport aux conditions de pompage. Le point de fonctionnement à déterminer dans cette partie est le paramètre permettant de vérifier cette performance. Il est le point d'intersection de la courbe caractéristique du réseau et celle de la pompe.



**Interprétation de tracé des courbes caractéristiques :**

- ◆ Point de fonctionnement de SP\_A :  $Q = 245$  m<sup>3</sup>/h ;  $H_{MT} = 11$  m ;
- ◆ Point de fonctionnement de SP\_B :  $Q = 160$  m<sup>3</sup>/h ;  $H_{MT} = 9,97$  m ;
- ◆ Point de fonctionnement de SP\_C :  $Q = 157$  m<sup>3</sup>/h ;  $H_{MT} = 9,80$  m
- ◆ Les pompes SP\_D, SP\_E et SP\_F sont capables de vaincre toutes les charges et fournir les débits souhaités avec une déviation de débit d'environ +13 % et de HMT autour de -3%

**Figure 9: Point de fonctionnement des pompes alimentant le versant Ouest**



**Interprétation de tracé des courbes caractéristiques :**

- ◆ Point de fonctionnement de SP\_D : Q = 160 m³/h ; HMT= 9,50m ;
- ◆ Point de fonctionnement de SP\_E : Q = 155m³/h ; HMT= 10,30m ;
- ◆ Point de fonctionnement de SP\_F : Q = 145 m³/h ; HMT= 10,50m ;
- ◆ Les pompes SP\_D, SP\_E et SP\_F sont capables de vaincre toutes les charges et fournir les débits souhaités avec une variation de débit et HMT respectivement autour +11 % et -3%.

**Figure 10: Point de fonctionnement des pompes alimentant le versant Est**

### ❖ Vérification de l'effet de coup de bélier

Une perturbation quelconque produit une onde qui se propage créant sur son passage une variation réversible des propriétés physiques locales du milieu. Cette variation pourrait occasionner des dommages sur les équipements. Il est donc nécessaire de vérifier son effet par l'évaluation de la surpression et de la dépression due à cette perturbation. (Voir **Tableau 23**)

**Tableau 23: Vérification de l'effet du coup bélier de la station de pompage**

Paramètres	SP_A	SP_B	SP_C	SP_D	SP_E	SP_F
Célérité de l'onde	194	183	183	183	183	183
Hmax surpression (m)	<b>27.39</b>	<b>26.06</b>	<b>26.11</b>	<b>29.58</b>	<b>26.81</b>	<b>27.38</b>
Hmax dépression (m)	<b>4.10</b>	<b>0.21</b>	<b>- 2.04</b>	<b>- 0.91</b>	<b>- 1.16</b>	<b>- 3.99</b>
Pression Nominal (m)	60	60	60	60	60	60
Facteur de surpression	0.46	0.43	0.44	0.49	0.45	0.46
Facteur de dépression	0.07	0.01	- 0.03	- 0.02	- 0.02	- 0.07

L'analyse de l'effet des coups de bélier à travers la vérification de la dépression et de la surpression sur toutes les conduites de refoulement montre qu'il n'est pas nécessaire d'installer un dispositif de protection anti bélier car les facteurs de dépression et de surpression sont tous inférieurs à facteur maximal de sécurité (Facteur  $\leq 1,2$ ). (L. A. MOUNIROU, 2018)

#### V.3.1.5. Dimensionnement de la source d'énergie

La protection de l'environnement fait partie des questions préoccupantes de nos jours à cause de la production croissante de la pollution et des gaz à effet de serre. Cette préoccupation doit être prise en compte dans le choix de nos équipements dans le cadre de nos projets de développement. C'est ainsi que le choix de la source d'énergie dans cette étude est orienté vers l'utilisation de l'énergie dite propre ou renouvelable.

Par ailleurs, deux options sont proposées pour l'alimentation en énergie des pompes du présent projet à savoir le système photovoltaïque et un groupe électrogène.

❖ **Système photovoltaïque**

Les résultats du dimensionnement du système photovoltaïque pour l'alimentation des pompes sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 24: Caractéristiques du système photovoltaïque**

Caractéristiques	SP_A	SP_B	SP_C	SP_D	SP_E	SP_F
Ejm (kWh)	158	106	106	106	106	106
Temps (h)	12	12	12	12	12	12
Puissance crête Pc (kWc)	13	9	9	9	9	9
Tension du champ (V)	48	48	48	48	48	48
Module choisi	<b>325 W / 12 V</b>					
Nombre de module en série (Ns)	4	4				
Nombre de module en série (Np)	<b>10</b>	7				
Nombre de module	<b>40</b>	28				
<b>Choix de batterie</b>						
Caractéristiques	SP_A	SP_B, SP_C, SP_D, SP_E, SP_F				
Rendement (%)	80%	80%				
Capacité de l'accumulateur choisi Cacc	1 300	1 300				
Nombre d'accumulateur en série(Nas)	1	1				
Nombre d'accumulateur en parallèle (Nap)	12	8				
<b>Choix de l'onduleur</b>						
Courant d'entrée nominal (A)	1 083	758				
Courant de sortie nominal (A)	60	40				
Surcharge admissible (kW)	15	10				
Courant de court-circuit (kA)	1,3	0,91				
Onduleur retenu	<b>SUNNY TRIPOWER 3 à 25 kW</b>					
<b>Choix de l'onduleur</b>						

Plage de tension	38 < Ve < 76	
Seuil de déclenchement contre surcharge	58	58
Seuil de déclenchement contre décharge 90 % V	43	43
Seuil de ré-enclenchement 105% V	50	50
Courant de court-circuit (kA)	1 083	758

Le champ photovoltaïque devant alimenter les pompes SP\_A, SP\_B, SP\_C, SP\_D, SP\_E et SP\_F nécessite **180 panneaux solaires de 325 W/12 V** et doit respecter les caractéristiques décrites dans le *Tableau 24*.

#### ❖ Energie thermique

Au démarrage de l'électropompe, la puissance absorbée est très supérieure à la puissance nominale. La puissance du générateur doit supporter cette intensité de démarrage autrement la puissance du groupe électrogène monophasé est égale à trois fois la puissance de l'appareil. Le bilan de puissance est résumé dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 25: Bilan de puissances apparentes des pompes**

Caractéristiques	SP_A	SP_B	SP_C	SP_D	SP_E	SP_F	Total
Puissance (kW)	12	8	8	8	8	8	-
Puissance au démarrage (Kw)	36	24	24	24	24	24	-
Cos φ	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	-
<b>Puissance apparente (kVA)</b>	<b>42</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>184</b>

Le Bilan de puissances apparentes des pompes a permis de porter notre choix sur un groupe électrogène de **198 KVA** de marque SDMO **Type J200K\_220** disposant d'une grande autonomie. Toutes fois, toute pompe de même capacité disponible sur le marché pourrait être installée pour l'alimentation électrique de la station.

### **V.3.1.6. Ouvrage de prise et de vidange**

#### **❖ Prises parcellaires**

Chaque parcelle est équipée d'une prise d'irrigation (prise parcellaire) telle que indiquée sur les plans. Ces prises prélèvent l'eau des conduites secondaires par l'intermédiaire d'un té tourné vers le haut rallongé par un tube PVC de même diamètre que la conduite secondaire. Ces ouvrages sont coulés en béton ordinaire.

#### **❖ Ouvrages de vidange**

A l'extrémité de chaque conduite secondaire, après un prolongement de 5m est prévu un ouvrage en bout de conduite, permettant la purge et l'évacuation des dépôts solides (boues) dans la conduite. Cet ouvrage sera construit en parpaings et selon les dimensions suivantes 1,30m x 1,30m et d'une profondeur de 1,45m. L'ouvrage est alimenté par la conduite à travers un Té horizontal muni d'un bouchon et recouverte d'une dalle. Les détails sur les dimensions et les dispositions constructives sont joints dans le dossier de plans.

### **V.3.1.7. Ouvrage d'amené**

Dans la présente étude, il est nécessaire de réaliser un chenal d'amené puisque nous avons opté pour une station de pompage fixe au regard du nombre important d'équipement de la pompe. Le chenal dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau permet d'approvisionner le puits de pompage même en période d'étiage.

### **V.3.1.8. Ouvrage de protection et de drainage du périmètre**

#### **❖ Diguette de protection**

Il ressort de l'enquête sur le terrain que le site du périmètre n'a pas connu une inondation majeure depuis environ 20 ans d'exploitation. En effet, la position du site a un avantage sur le point de vue topographique et par conséquent il n'est pas vraiment nécessaire d'envisager la mise en place d'une diguette de protection.

#### **❖ Colatures de ceinture**

Les colatures de ceinture ou fossé de protection est un réseau externe sur les limites du périmètre permettant d'intercepter les eaux de ruissellements de pluies tombés extérieures au périmètre. Ces fossés de protection de forme trapézoïdale sont dimensionnés pour évacuer les eaux de la

pluie décennale venant du bassin versant et des drains internes.

Pour faciliter l'exécution, les dimensions de la plus grande colature seront considérées pour toutes les autres colatures de ceinture. Ainsi, les dimensions des biefs de colatures de ceintures sont de 0,5 m de base et la profondeur de 1 m.

#### ❖ Drains collecteurs et drains internes

Il est prévu deux (02) drains collecteur pour collecter les eaux des drains internes de chaque flanc du périmètre. La section trapézoïdale du drain collecteur devrait être capable d'évacuer les eaux de pluies décennales de 88,85 mm sur une surface de 40 ha est de 0,30m de base et 0,35 m de profondeur et long de 1331 m chacun.

Les drains internes sont au nombre de 10 et totalisant 3010 m avec une section trapézoïdale permettant d'évacuer les eaux de ruissellement sur une surface de 6 ha chacun de 0,10 m de base et 0.30 de profondeur.

#### V.3.1.9. Réseau de circulation et ouvrage de franchissement

Les pistes de circulation sont composées d'une piste primaire et des pistes de circulation à l'intérieur de l'aménagement. La piste primaire se situe entre les blocs et d'une largeur de 5 m et les pistes secondaires de 3 m à l'intérieur du périmètre.

Pour faciliter le franchissement des fossés et drains, il est prévu pour la mise en œuvre des ouvrages de franchissement. Il s'agit :

- 06 passages busé  $\phi$  400 mm pour le franchissement des collecteurs ;
- et 06 dalots en béton armé pour le franchissement des colatures de ceinture

#### V.3.1.10. Notice d'impact environnemental de l'aménagement (NIES)

Le présent projet d'aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa impactera négativement et positivement la population et l'environnement. Selon la loi N°006-2013 portant « code de l'environnement » et le décret N°2015- 1187 : « portant conditions et procédures de réalisation et de validation de l'évaluation environnementale stratégique, de l'étude et de la notice d'impact environnemental et social. » ce projet fait partie des « Activités soumises à une notice d'impact sur l'environnement et social (NIES) » autrement dit la catégorie B. Le plan de gestion environnemental et social (PGES) de ce projet est résumé dans le tableau ci-dessous :

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

Récepteur	Impacts Potentiels Négatifs	Mesure d'atténuation	Indicateurs de suivi	Responsabilités			Calendrier de réalisation
				Exécution	Surveillance	Suivi	
Population	Perte temporaire de revenus des exploitants	Prévoir des parcelles pour eux lors de la répartition des parcelles	Nombre d'exploitants	ZAT/ CVD	CES/ DPAAH. / mairie/	ZAT/ CVD	Après validation du rapport
	Obstruction des pistes rurales	Inviter les populations au contournement par des sensibilisations et informations	Nb nombre de séance de sensibilisation et d'information	CVD	Mairie de Tankougounadié	DPEEVCC/ DPAAH/ mairies /UGP	Avant et pendant les travaux
	Perte de cultures et de récoltes	Prévoir une indemnisation forfaitaire	Nombre de PAP indemnisées	Projet	CES	DPAAH/DP EEVCC/Mairies	Après validation du Rapport
	Accidents	Mettre en place un plan de signalisation adéquat et exiger les EPI (Equipement de protection individuel)	Plan de signalisation Nb de personne avec EPI	Entreprise /CVD	ZAT /Mairie/ CVD	Expert ES de CES / DPEEVCC.	Avant et pendant les travaux

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

	Conflits sociaux liés aux critères d'attribution de parcelles	Elaborer des critères de répartition consensuels	Nb de conflits enregistrés	DPAAH/Mairie	CVD/Mairie/Producteurs	DPEEVCC /CES / DPAAH	Avant et pendant les travaux
	Nuisance sonore	Eviter les travaux nocturnes	PV de constat	Entreprise	Mairie/CVD	DPEEVCC	Durant les travaux
	Risque d'intoxication et blessures	-Former et sensibiliser le personnel aux risques d'intoxication et aux mesures de sécurité - exiger le port des EPI ; -Sensibiliser et informer les exploitants	-Rapport de formations -PV de constat de port des EPI -Nb de séance de sensibilisation et d'information	DPAAH	DPEEVCC/ DPS	CES/ DPEEVCC/ DPS	Pendant les travaux
Faune	Destruction des espèces fauniques et végétales	Faire la prospection des lieux avant d'entamer les travaux	Rapport de prospection	Entreprise	DPEEVCC/ Mairie	DPEEVCC	Avant les travaux
Sol et Eau	Dégradation des berges du lac	Délimitation des berges du lac par des balises peintes Sensibilisation des	-longueur de berges délimitée	DPEEVCC	Point Focal Ramsar	Point Focal Ramsar BUNEE	Avant le démarrage des

		producteurs au respect des berges					travaux d'aménagement
	Pollution des zones humides par les intrants (pesticides, engrais chimiques etc.)	Réaliser les IEC sur l'utilisation rationnelle des intrants en vers les exploitants	Nombre de séances d'IEC	DPAAH	DPEEV CC/ Mairie	DPEEVCC	Dès l'exploitation
	Pollution des zones humides et autres habitats naturels	Sensibiliser l'entreprise à éviter le déversement de produits hydrocarburés dans les eaux	Nombre de cas de pollution signalé ou constaté	Entreprise	DPEEV CC/ Mairie	DPEEVCC	Pendant les travaux

La mise en œuvre du PGES devrait coûter au projet la somme de : Vingt et quatre millions huit cent soixante mille (**24 860 000 FCFA/5 ans**) francs CFA en cinq (05) ans comme l'indique le tableau ci-après.

**Tableau 26: Estimation des coûts du PGES**

N°	Activités	Coûts totaux en FCFA
1	Séances d'IEC	800 000
2	Mesures spécifiques de protection sociale	8 060 000
3	Renforcement des capacités par des formations des agents des Services déconcentrés et mairie, et des producteurs	10 500 000
4	Réalisation des mesures spécifiques de protection environnementale	7 112 500
5	Mesures de surveillance et de suivi	1000000
6	Dotation en intrants de production	4 500 000
	<b>TOTAL GENERAL sur 05 ans</b>	<b>24 860 000</b>

Les détails du plan de gestion environnemental et sociale et l'évaluation du cout de PGES sont inscrits dans l'annexe

### V.3.1.11. Devis estimatif et quantitatif de l'aménagement

A l'issus de la conception du périmètre et le dimensionnement des équipements, il a été procédé à l'établissement des devis quantitatifs et estimatifs afin de déterminer les quantités de travaux et des matériaux nécessaires ainsi que le coût de réalisation de l'aménagement. (Voir Annexe 8)

**Tableau 27: Cout estimatif du projet**

N° prix	Désignation	Montant (FCFA)
I	INSTALLATION DE CHANTIER ET AMENAGEMENTS INTERNES	17 500 000
II	GENIE CIVIL	40 000 000
III	STATION DE POMPAGE ET REFOULEMENT	313 641 000
IV.	RESEAUX DE DISTRIBUTION	112 430 000
V.	AMENAGEMENTS INTERNES / TRAVAUX DE TERRASSEMENT	88 691 210
VI.	DRAINAGE ET DIVERS	<b>13 000 000</b>
COUT TOTAL DU PROJET		<b>585 262 210</b>
TVA (18%)		<b>105 347 198</b>
MONTANT DU PROJET		<b>690 609 408</b>
COUT A L'HECTARE		<b>9 208 125</b>

Le Cout estimatif de l'aménagement du projet d'aménagement hydro-agricole de Higa est de **585 262 210 FCFA Hors TVA et 690 609 408 FCFA TTC soit 9 208 125 FCFA à l'hectare** (Voir **Tableau 27**). Les détails sont inscrits à l'annexe 8.

L'étude financière détaillé en annexe 8 permet de déterminer une durée de retour sur l'investissement de notre projet de 2 ans.

## VI. CONCLUSION

À la fin de cette étude, nous pouvons affirmer que le projet est très porteur avec une rentabilité financière prouvée par l'étude économique et financière du projet. Les prix utilisés pour apprécier la rentabilité sont des prix de ventes issus de l'étude socio-économiques donc reflétant la réalité.

Des associations existent mais il manque une coopération des actions menées. Il faut noter également que les exploitants actuelles sont en majorité des femmes, ce qui pourrait être un atout pour le projet au regard du sérieux que les femmes ont envers leur engagement.

Ce périmètre est orienté essentiellement vers les cultures commerciales et l'irrigation se fait par pompage avec un réseau du type californien. La taille des parcelles est petite soit 0.25 ha. En se basant sur les critères principaux que sont la taille, le mode de gestion, les spéculations, le périmètre de Higa est type 2 selon une étude du CILSS permettant de distinguer cinq types de périmètres irrigués au Burkina Faso.

Le système semi californien présente un avantage environnemental, économique par rapport au gravitaire, facile à exploiter et à entretenir. En effet, l'étude a permis de constater l'absence des données sur le lac et de constater une forte pression sur la ressource de la part des éleveurs et des agriculteurs notamment. L'étude de la retenue et environnementales indiquent que l'aménagement peut se faire sans impacter sur les autres besoins surtout écologiques (Site Ramsar). Cependant l'implication des usagers et le bon calage des bassins partiteurs et des prises parcelaires lors de l'exécution font partie des conditions indispensables à la réussite de ce projet périmètre par les exploitants. Au Burkina, les études de diagnostic révèlent toujours que plusieurs systèmes semi californien ne sont pas fonctionnels du fait des difficultés suscitées. Le cout d'investissement à l'hectare est relativement élevée 9 208 125 franc CFA. Cela s'explique des paramètres de dimensionnement relativement enlevés tributaire des conditions climatiques contraignant.

## VII. RECOMMANDATIONS

Au terme de notre travail, nous formulons les recommandations suivantes :

- ◆ Réaliser une étude bathymétrique pour une meilleure connaissance de la ressource ;
- ◆ Organiser les associations usagères du lac Higa en une coopérative ;
- ◆ Mettre en place le comité local de l'eau (CLE) Yali afin qu'il puisse mieux organiser la gestion de l'eau du lac ;
- ◆ Elaborer un plan de gestion du lac au regard de la pression existant et l'envergure du lac en tant que site Ramsar ;
- ◆ Mener les actions de protection (délimitation, pistes à bétails et afforestation de la bande de servitude) du lac car il est ressorti que le lac Higa, à l'instar des autres retenue d'eau burkinabè connaît l'avancée de l'ensablement ;
- ◆ Former les exploitants et les agriculteurs environnant le lac en techniques de conservations des eaux et des sols ;
- ◆ Réhabiliter le forage existant sur le site pour avoir un forage fonctionnel par flanc ;
- ◆ Mettre en place une stratégie d'écoulement des produits pour éviter les méventes ;
- ◆ Au regard de la situation sécuritaire, il faut privilégier la main d'œuvre local afin que les exploitants puissent se familiariser avec les différents ouvrages et équipement.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- BEN A. B. et al (2007), *Dimensionnement d'un système de pompage photovoltaïque*
- BOUBE, B., & KEITA, A. (2014). *Cours de Management des périmètres irrigués et analyse diagnostic.*
- C. Brouwer. (1990). *Méthode d'irrigation.* FAO.
- C. Brouwer et M. Heibloem. (1987). *Les besoins en eaux d'irrigation.* Edit. Française. Rome.
- CAFI-B (2018), Rapport de l'étude pédologique.
- CAFI-B (2018), Rapport de l'étude Socio-Economique et environnemental.
- CIEH, ORSTOM et lct CEMAGREF-EMAGREF (1994), *Détermination des crues et apports annuels pour les bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropical.* Cemagref
- COMPAORE, M. (Octobre 1998). *Drainage et Assainissement Agricole.*
- FAO (2003), bulletin d'irrigation et de drainage n°24. 1974.
- MAAH (2018), Deuxieme Programme National du Secteur Rural
- MAHRA (2007), Analyse de la filière maraichage au Burkina Faso
- MARHASA (2013), *Manuel technique d'aménagement des terres suivant le mode d'irrigation par réseau semi californien au Burkina Faso*
- MOUNIROU L. A (2018), *ESSENTIEL de Pompes et Stations de Pompage*
- INSD (2018), *Annuaire statistique 2017 de la région du Sahel*
- INERA (1974), *Fiche technique culture de l'oignon.*
- INERA (1974), *Fiche technique culture de la tomate*
- P. LERIPERIERE (1993), *bases techniques de l'irrigation*
- ZOUNGRANA, D. (Novembre 2003). *Cours d'approvisionnement en eau potable* Ouagadougou.

## **ANNEXES**

---

**ANNEXE 1 : NOTE DE CALCUL DE L'ETUDE HYDROLOGIQUE**

**ANNEXE 2 : DETAILS DE L'ETUDE PEDOLOGIQUE**

**ANNEXE 3: NOTE DE CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES**

**ANNEXE 4 : CALCUL DES PARAMETRES HYDRAULIQUE DU PERIMETRE**

**ANNEXE 5 : NOTE DE CALCUL DU SYSTEME DE DISTRIBUTION ET DES  
BASSINS PARTITEURS**

**ANNEXE 6 : NOTE DE CALCUL DE CONDUITES DE REFOULEMENT ET DE LA  
STATION DE POMPAGE**

**ANNEXE 7 : NOTE DE CALCUL DE DRAINS ET COLLECTEURS**

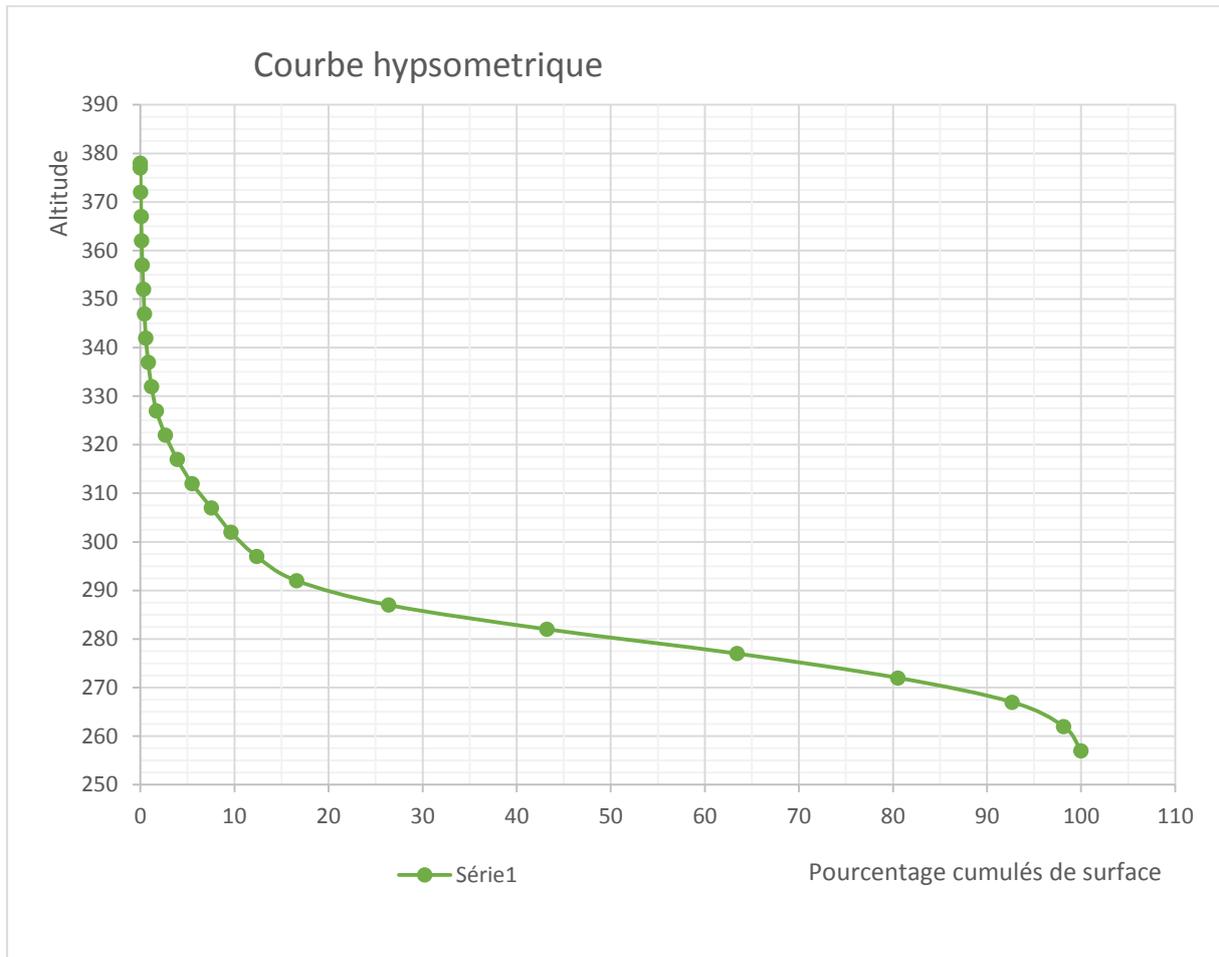
**ANNEXE 8 : ETUDE FINANCIERE DU PROJET**

**ANNEXE 9 : NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL**

**ANNEXE 10 : PIECE DESSINEES**

**ANNEXE 1 : NOTE DE CALCUL DE L'ETUDE HYDROLOGIQUE**

Topographie du BV			
Altitude (m)	Surface (km2)	Surface cumulée (km2)	Pourcentage de surface
378	0	0.00	0.00
377	0.001391	0.001	0.00
372	0.063809	0.07	0.04
367	0.0832	0.15	0.08
362	0.0893	0.24	0.13
357	0.1433	0.38	0.21
352	0.196	0.58	0.32
347	0.204	0.78	0.43
342	0.273	1.05	0.59
337	0.439	1.49	0.83
332	0.631	2.12	1.18
327	0.939	3.06	1.70
322	1.69	4.75	2.65
317	2.271	7.02	3.91
312	2.848	9.87	5.49
307	3.688	13.56	7.55
302	3.754	17.31	9.64
297	4.916	22.23	12.37
292	7.631	29.86	16.62
287	17.533	47.39	26.38
282	30.274	77.67	43.23
277	36.292	113.96	63.42
272	30.72	144.68	80.52
267	21.85	166.53	92.68
262	9.81	176.34	98.14
257	3.34	179.68	100.00



**Figure 11: Courbe hypsométrique**

H5% (m)	H5%	312.50
H95% (m)	H95%	269.00
Dénivelé D (m)	H5%-H95%	43.50

Les paramètres physiques du bassin versant sont consignés dans le tableau suivant :

**Tableau 28: Paramètres morphologique du bassin versant**

Paramètres Physiques du bassin versants		
Designation	Symbole	Valeurs calculée
Surface du BV (km <sup>2</sup> )	S	179.26
Perimetre du BV (km)	P	108.86
Altitude moyenne (m)	Hm	282.97
Altitude maximale	Hmax	378.00
Altitude minimum	Hmin	257.00
Indice de forme	Icom	2.29
Longueur du rectangle équivalent	L	50.91
Pente longitudinale (%)	I	1.94
H5%	H5%	312.50
H95%	H95%	269.00
Delinivélé	D	43.50
Indice global de pente	Ig	0.85
Pente transversale moyenne (m/km)	IT	8.20
valeur de n	n	5
Indice global de pente corrigé (m/km)	Igcor	2.32

### Analyse des pluies moyennes annuelles (Loi de Gauss)

**Tableau 29: pluviométrie moyenne annuelle**

Année	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
1986	0.0	0.0	0.0	0.4	19.4	49.4	63.8	151.9	44.8	0.0	0.0	0.0	329.7
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.7	118.6	29.5	66.9	0.4	0.0	0.0	259.1
1988	0.0	0.0	0.3	25.1	0.0	71.3	162.8	292.7	47.2	0.0	0.0	0.0	599.4
1989	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	18.5	129.6	251.5	56.0	13.7	0.0	0.6	472.0
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	65.4	122.7	182.8	57.1	1.3	0.0	0.0	458.4
1991	0.0	0.0	8.6	11.1	77.7	84.0	74.6	211.5	61.0	0.4	0.0	0.0	528.9
1992	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	84.0	65.1	290.7	41.6	4.2	0.0	0.0	521.6
1993	0.0	0.0	0.0	0.9	3.4	59.6	47.6	131.7	60.3	15.8	0.0	0.0	319.3
1994	0.0	0.0	3.3	0.0	13.2	41.6	137.4	228.3	79.4	39.8	0.0	0.0	543.0
1995	0.0	0.0	0.0	0.6	21.0	58.7	109.8	176.7	73.9	12.7	0.0	0.0	453.4
1996	0.0	0.0	0.0	11.0	19.9	59.1	77.1	110.4	74.5	2.1	0.0	0.0	354.1

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

1997	0.0	0.0	32.8	3.4	54.5	19.5	188.0	155.2	62.8	16.2	0.0	0.0	532.4
1998	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	67.8	184.5	82.7	168.7	2.4	0.0	0.0	508.4
1999	0.0	0.1	0.0	0.0	10.3	53.4	220.5	163.6	104.1	0.0	0.0	0.0	552.0
2000	0.0	0.0	0.0	0.7	3.6	69.2	86.4	121.7	67.5	7.0	0.0	0.0	356.1
2001	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	30.2	108.3	165.9	69.0	13.9	0.0	0.0	400.8
2002	0.0	0.0	0.0	10.5	29.3	87.4	105.6	94.0	49.2	56.9	0.0	0.0	432.9
2003	0.0	0.0	0.9	1.0	52.8	86.1	213.9	234.7	125.3	40.0	0.0	0.0	754.7
2004	0.0	0.0	0.0	0.7	18.2	30.8	117.8	77.9	51.8	13.5	0.0	0.0	310.7
2005	0.0	0.0	3.8	0.0	97.0	203.9	120.1	184.5	86.8	22.1	0.0	0.0	718.2
2006	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	72.6	80.4	170.0	39.0	28.7	0.0	0.0	396.5
2007	0.0	0.0	0.0	1.4	75.1	29.4	148.3	162.7	114.1	1.0	0.0	0.0	532.0
2008	0.0	0.0	0.0	1.8	41.3	162.5	105.3	131.3	47.9	12.9	0.0	0.0	503.0
2009	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	60.2	52.8	234.2	36.6	27.4	0.0	0.0	422.7
2010	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	32.3	133.9	135.8	84.4	59.4	0.1	0.0	446.4
2011	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	41.6	148.0	208.6	129.0	0.3	0.0	0.0	527.6
2012													623.9
2013													579.0
2014													432.0

**Tableau 30: Valeurs caractéristiques de la pluviométrie annuelle**

Désignation	Valeurs
Nombre	30
minimum	259.10
maximum	754.70
Moyenne	477.99
Écart type	114
Coefficient de variation	23,94 %
Pluie décennale humide	624.66
Pluie décennale sèche	331.33
Pluie quinquennale humide	574.28
Pluie quinquennale sèche	381.71

Les analyses fréquentielles de la pluviométrie mensuelle ont été traitées avec le logiciel « Hyfran+ » et présentées dans la figure et tableau ci-dessous :

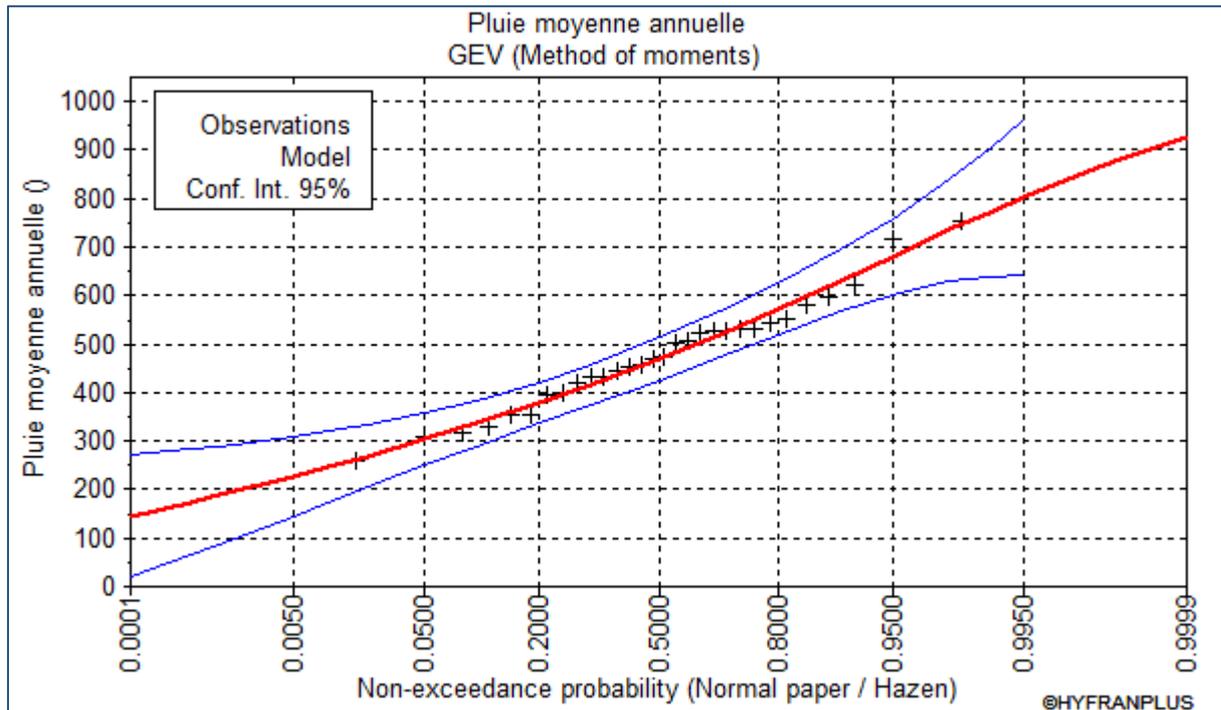


Figure 12: Résultats d'ajustement sur Hyfran Plus des pluies annuelles

Tableau 31: pluviométrie annuelle en fonction de la fréquence cumulée au dépassement (Hyfran+)

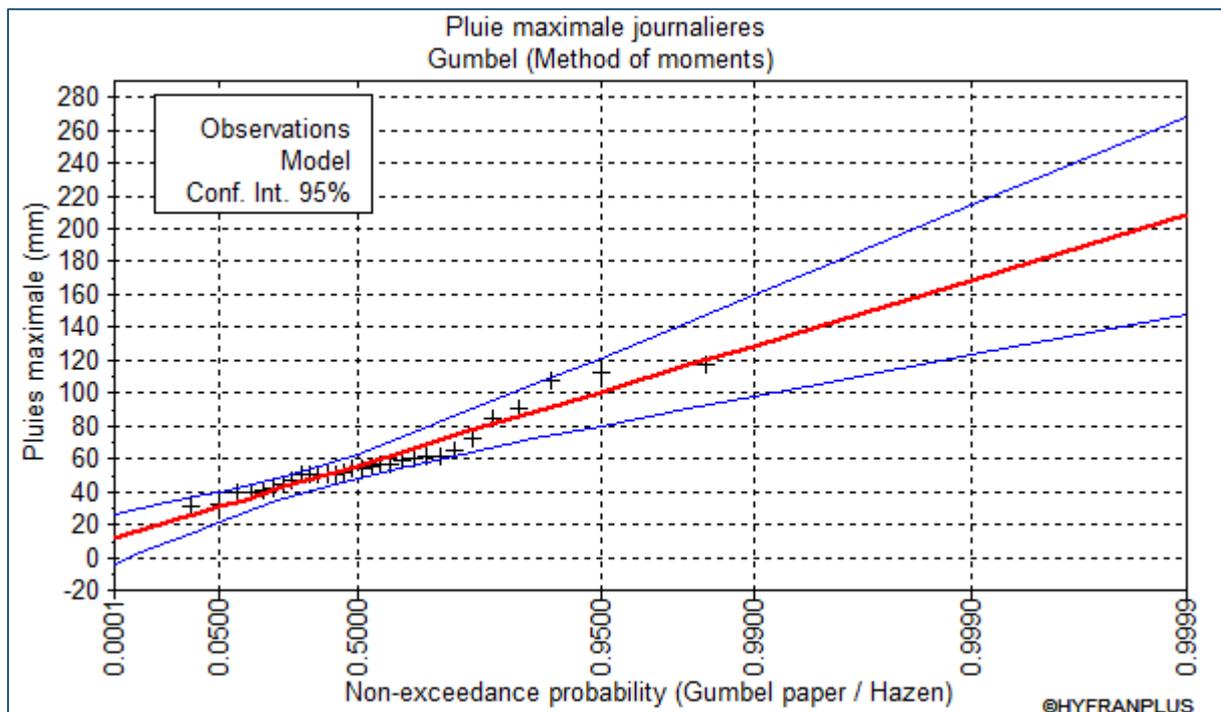
Période de retour	Fréquence	Pluie annuelle	Intervalle de confiance
10000	0.9999	903.57	786.62 - 1020.5
2000	0.9995	854.56	749.33 - 959.78
1000	0.999	831.64	731.82 - 931.46
200	0.995	772.79	686.56 - 859.02
100	0.99	744.25	664.41 - 824.09
50	0.98	713.05	639.99 - 786.12
20	0.95	666.26	602.81 - 729.70
10	0.9	624.66	568.96 - 680.36
5	0.8	574.28	526.41 - 622.15
3	0.6667	527.23	484.36 - 570.10
2	0.5	477.99	437.04 - 518.95
1.4286	0.3	418.03	374.26 - 461.80
1.25	0.2	381.71	333.83 - 429.58
1.1111	0.1	331.33	275.62 - 387.03
1.0526	0.05	289.73	226.28 - 353.18
1.0204	0.02	242.93	169.87 - 316.00
1.0101	0.01	211.74	131.90 - 291.58

## Analyse des pluies maximales journalières (Loi de Gumbell)

Tableau 32: Données de pluviométrie maximale journalière

Année	Pluie max (mm)	Année	Pluie max (mm)
1985	91,3	2000	55,9
1986	72,2	2001	41,3
1987	51,3	2002	54,4
1988	61,0	2003	65,9
1989	51,7	2004	31,7
1990	84,4	2005	112,7
1991	40,1	2006	39,4
1992	56,6	2007	59,6
1993	52,8	2008	117,7
1994	108,0	2009	54,0
1995	47,7	2010	32,2
1996	56,6	2011	60,5
1997	50,4	2012	50,2
1998	42,1	2013	61,8
1999	45,7	2014	51,5

Figure 13: graphique d'ajustement des pluies maximales sur Hyfran Plus



**Tableau 33: pluviométrie maximale journalière en fonction de la fréquence cumulée (Hyfran+)**  
Valeurs caractéristiques de la pluviométrie annuelle

<i>Temps retour</i>	<i>Fréquence (Non dépassement)</i>	<i>Pluie max journalière</i>	<i>IC (95%)</i>
<i>100.0</i>	<i>0.9900</i>	<i>129,00</i>	<i>97.8 - 160</i>
<i>50.0</i>	<i>0.9800</i>	<i>117,00</i>	<i>90.2 - 143</i>
<i>20.0</i>	<i>0.9500</i>	<i>101,00</i>	<i>79.9 - 122</i>
<i>10.0</i>	<i>0.9000</i>	<i>88.4</i>	<i>71.9 - 105</i>
<i>5.0</i>	<i>0.8000</i>	<i>75.5</i>	<i>63.2 - 87.7</i>
<i>3.0</i>	<i>0.6667</i>	<i>65.2</i>	<i>56.0 - 74.4</i>
<i>2.0</i>	<i>0.5000</i>	<i>55.9</i>	<i>48.7 - 63.2</i>
<i>1.4286</i>	<i>0.3000</i>	<i>46.4</i>	<i>39.8 - 53.1</i>
<i>1.2500</i>	<i>0.2000</i>	<i>41.4</i>	<i>34.3 - 48.5</i>
<i>1.1111</i>	<i>0.1000</i>	<i>35.3</i>	<i>27.1 - 43.5</i>

**Tableau 34: Valeurs caractéristiques de la pluviométrie annuelle**

Désignation	Valeur
Nombre	30
minimum	31,70
maximum	117,70
Moyenne	60,02
Écart type	22,10
Coefficient de variation	36,81 %
Pluie décennale humide	84,77
Pluie décennale sèche	37,90
Pluie quinquennale humide	73,37
Pluie quinquennale sèche	43,35

## Evaluation des crues décennales et centennales

**Tableau 35: Calcul de Crues par la méthode ORSTOM**

Hauteur d'adverse décennale ponctuelle (mm)	P10	88.85
Hauteur d'adverse décennale ponctuelle (mm)	P100	129.33
Pluviométrie annuelle	Pan	477.99
Coefficient d'Abattement de Vuillaume	A	0.7
Précipitation décennale moyenne (mm)	Pm10	60.63
Densité spécifique	Ds	11.44
Relief	RI	Faible
Kr70 (Ig=3)		11
Kr100 (Ig=3)		13
Kr10 (Ig=3)		12.5
Lame russellée decennale	$L_{r10}$	7.61
Volume russellé decennale (m3)	$V_{r10}$	1 363 771
Temps de base decennale (mn)	$T_{b10}$ (Ig=3, S>45-50)	2518.0
Temps de base decennale (s)	$Tb_{10}$	151 080
Debit de russelement moyen (m3/s)	$Q_{rm10}$	9.03
Coefficient de pointe	$\alpha_{10}$	2.60
Debit maximum de russelemnt (m3/s)	$Q_{r10}$	23.47
Part de l'ecoulement retardé (%)		5.00
Debit de pointe décennale (m3/s)	$Q_{10}$	24.64
Volume d'ecolement retardé (m3)	$V_{ret10}$	177 290
Volume total de crue (m3)	$V_{c10}$	1 541 061
Temps de montée (min)	$T_{m10}$ (Ig=3, S>11)	689.8
Temps de montée (s)	$T_{m10}$	41 387

**Tableau 36: Evaluation des crues decennale par la méthode CIEH**

<b>Méthode CIEH</b>								
<b>Paramètre du modele</b>								
Coefficient selon la pluie annuelle								
<b>Formule 39</b>								
	Correlation	a	s	ig	Pa <sub>n</sub>	Pm <sub>10</sub>	Kr <sub>10</sub>	D <sub>d</sub>
Valeur	0.818	0.41	0.425	-	-	-	0.923	-
Coefficient	-	-	179.26	-	-	-	12.5	-
<b>Formule 40</b>								
	Correlation	a	s	ig	Pa <sub>n</sub>	Pm <sub>10</sub>	Kr <sub>10</sub>	D <sub>d</sub>
Valeur	0.818	0.254	0.462	0.101	-	-	0.976	-
Coefficient	-	-	179.26	2.32	-	-	12.5	-
<b>Q1 (m3/s)</b>	<b>38.41</b>							
<b>Q2 (m3/s)</b>	<b>35.90</b>							

**Tableau 37: Crues centennales**

<b>Méthode Gradex</b>	
C100	4.16
Q10moyen	32.99
Q100	137.07

### **Evaluation des apports**

<b>Apport liquide</b>				
Année	Ke (%)	S(km <sup>2</sup> )	P(mm)	Apport (m <sup>3</sup> )
Moyenne	13.28	179.26	477.99	11 376 758
quiquennale sèche	7.95	179.26	477.99	6 813 880
Décennale sèche	5.92	179.26	477.99	5 069 615

**ANNEXE 2 : DETAILS DE L'ETUDE PEDOLOGIQUE**

**Tableau 38: Exemple de fiche de mesure d'infiltration**

Heures	Temps partiels (min)	Temps cumulés (min)	Hauteur d'eau (mm)		Infiltration (mm)	Vitesse d'infiltration (mm/min)	Vitesse d'infiltration (mm/h)	Infiltration cumulées (mm)
			Avant	Après				
8.58.0	start=0	Start=0	-	115	-	-	-	start=0
	3		4	1.33	80			
9.00.0	5	3	111	111	5	1.00	60	4
9.03.0	7	8	106	106	6	0.86	51.428571	9
	15							
9.08.0	15	15	100	100	12	0.80	48	15
	30							
9.18.0	15	30	88	101	11	0.73	44	27
	45							
9.28.0	25	45	90	105	20	0.80	48	38
	70							
9.48.0	25	70	85	110	21	0.84	50.4	58
	95							
10.08.0	30	95	89	104	23	0.77	46	79
	125							
10.38.0	30	125	81	81	32	1.07	64	102
	155							
11.38.0	60	155	49	100	100	1.67	100	134
	215							
60	275	215	0	46	38	0.63	38	234
60	275	275	8	0	38	0.63	38	272

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

4. Cliquer sur analyse non linéaire

	X	Y
1	0.00000000	0
2	0.00000000	4
3	0.10000000	8
4	0.20000000	14
5	0.30000000	24
6	0.50000000	32
7	0.80000000	41
8	1.00000000	49
9	1.30000000	56
10	1.70000000	67
11	2.20000000	80
12	2.70000000	92
13	3.30000000	107
14	4.00000000	120
15	4.70000000	133

3. Créer l'équation de régression

1. équation d'infiltration

**Equation type**  
Explicit Equation: Y = a function of X and parameters.

**Name**  
Infiltration

**Definition**  
$$Y = k * X + (1/b) * (1 - k) * (1 - \exp(-b * X))$$

« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »

		Y	Title	C
1	Infiltration		Y	Y
2	Best-fit values			
3	k	21.94		
4	b	2.018		
5	i	86.39		
6	Std. Error			
7	k	0.8114		
8	b	0.3253		
9	i	6.744		
10	95% CI (profile likelihood)			
11	k	19.68 to 23.63		
12	b	1.348 to 2.987		
13	i			
14	Goodness of fit			
15	Degrees of freedom			
16	R squared			
17	Absolute Sum of Squares	45		
18	Sy.x	1.937		
19				
20	Number of points			
21	# of X values	15		
22	# Y values analyzed	15		
23				

6. Résultat Ksat= 6,74 avec une vraisemblance de 95 %

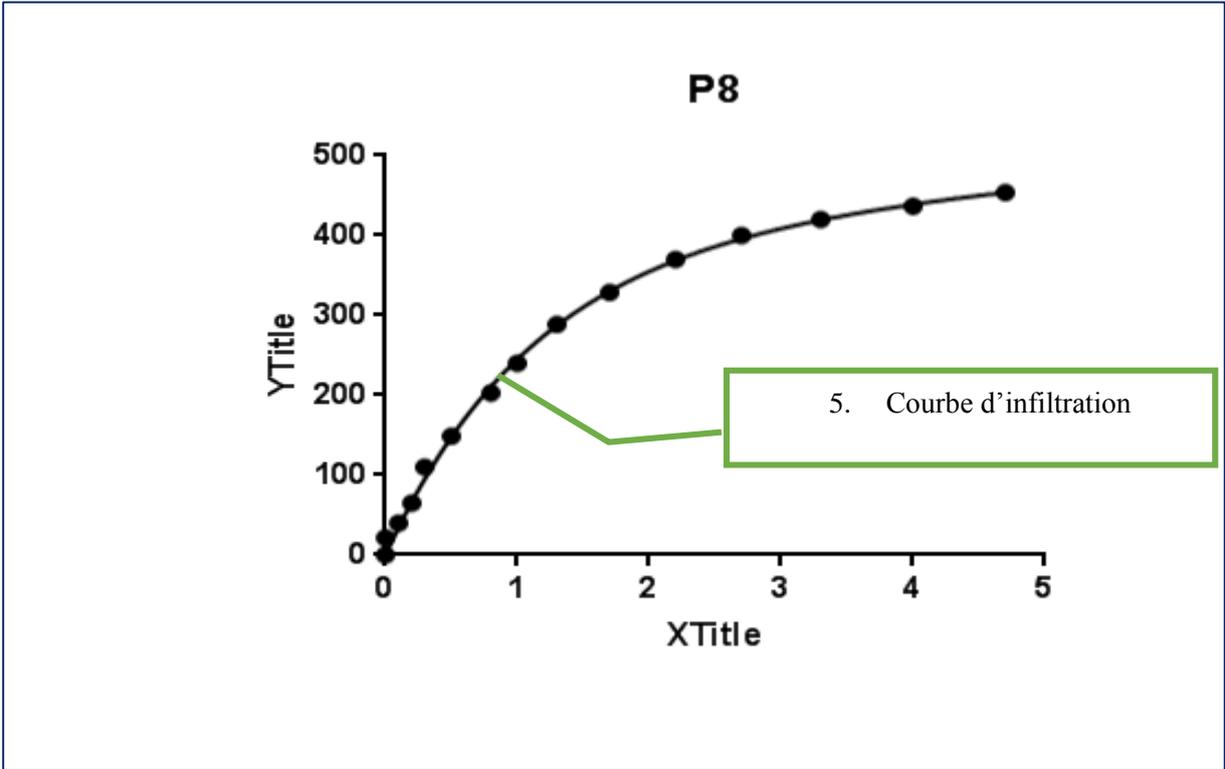
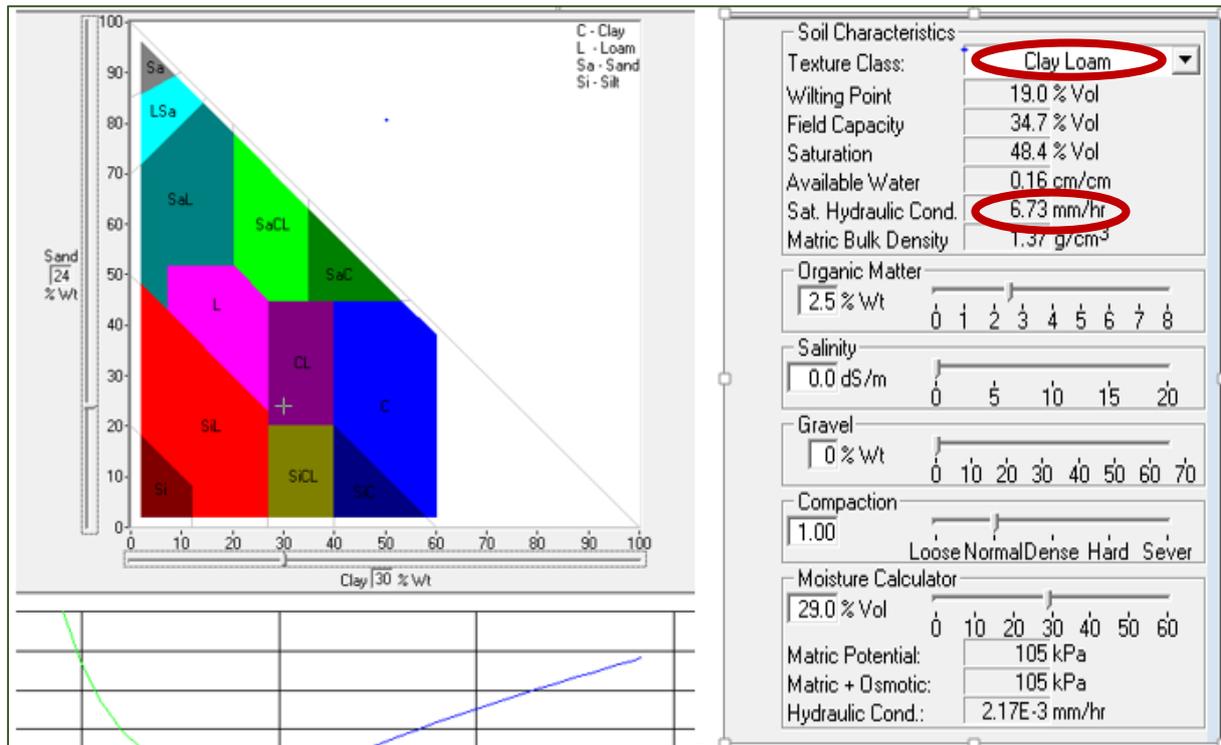


Figure 14: Analyse des données d'infiltration avec le Graph Prism

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**



**Figure 15: Caractérisation du sol avec SPAW**

**Tableau 39: Caractérisation et classification des sols**

N°Point	Ksat	θ <sub>wp</sub> (%)	θ <sub>fc</sub> (%)	θ <sub>s</sub> (%)	RU (mm/m)	Type de sol	Ecartype (RU)	Moyenne (RU)	Coeff de Variation (RU)
R1	24.2	12.1	23.3	44.6	112	Sablo-Limoneux (90-150)	15.27	134	11%
R2	24.9	10.4	25.2	46	148				
R3	21.9	12.6	24	46.6	114				
R4	24.4	11.2	25.8	46.7	146				
R5	18.6	11.5	25.8	46.8	143				
R6	22.3	9.4	24.3	42.4	149				
R7	5.35	20.7	35.5	48.3	148				
R8	12	16	27.6	44.4	116				
R20	6.16	19.6	34.5	47.8	149				
R25	15	14.9	26	44.2	111				
R26	26.9	10.4	24.1	45.6	137				
R28	23.7	12.7	26.8	44.1	141				
R29	17.2	13.2	27.1	45.8	139				
R30	20.8	12.6	24.8	44.9	122				
R9	5.45	20.6	35.8	48.6	152	Argilo-limoneux (150-220)	9.28	162.91	5.7%
R23	4.9	21.1	36.6	48.2	155				
R24	5.25	21.6	37.5	46	159				
R27	4.67	21.1	37	47.5	159				
R10	8.26	17.4	33.3	47.9	159				
R11	5.47	21.6	37.8	50.6	162				
R13	4.98	21.7	37	46.9	153				
R14	7.32	18.4	36.6	50.4	182				
R15	6.08	20.5	37.4	52.3	169				
R18	6.14	20.5	37.5	50.7	170				
R21	6.42	20	37.2	50.6	172				
R12	1.6	34.7	45.2	54.1	105	Argileux (150-220)	7.23	112.60	
R16	2.2	34.1	44.8	54.6	107				
R17	1.21	32.3	43.9	51.9	116				
R19	2.59	33	44.2	54.6	112				
R22	1.15	29.8	42.1	49.8	123				

**ANNEXE 3 : NOTE DE CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES**

**Données cultures**

Cultures		Phase				Durée total	Zr (m)
		Initial e	Coisanc e	Mi-saison	Tardive/Recolt e		
Tomates d'irrigation	Durée (j)	30	40	40	25	135	0.7
	Kc	0.45	0.75	1.15	0.85		
Oignon bulbe	Durée (j)	30	35	35	20	120	0.5
	Kc	0.5	0.75	1.05	0.7		
Pomme de terre	Durée (j)	30	35	35	20	120	0.6
	Kc	0.45	0.75	1.1	0.75		
Maïs	Durée (j)	20	35	35	30	120	1,20
	Kc	0.4	0.75	1.15	0.7		

**Données climatiques**

Mois	Jan .	Fév .	Ma rs	Avr il	Mai	Jui n	Juil l.	Ao ût	Sep t.	Oct .	Nov .	Déc .	TOTA UX
ETP (mm)	188,13	207,44	221,06	207,42	202,58	173,74	149,11	137,07	153,58	185,65	183,36	177,60	1839,7
ETP (mm/j)	6,07	7,41	7,13	6,91	6,53	5,79	4,81	4,42	5,12	5,99	6,11	5,73	72,03

Mois	Jan ,	Fév .	Ma rs	Avr il	Mai	Jui n	Juil l.	Ao ût	Sep t.	Oct .	Nov .	Déc .	TOTA UX
Pluviométrie (mm)	0,0	0,0	2,2	10,8	33,1	78,7	130,3	168,9	94,2	14,6	0,0	0,0	532,7
Pluviométrie (mm/j)	0,00	0,00	0,07	0,36	1,07	2,62	4,20	5,63	3,04	0,49	0,00	0,00	17,48

**ETP et pluviométrie de la station synoptique de Dori**

L'évaluation des besoins en eau s'est faite à travers une simulation de campagne (04 campagne). Le résumé des résultats des besoins en eau maximales par campagne et par spéculations se résumé dans le tableau suivant :

Tableau 40: Besoins en eau des cultures en campagne sèche

Spéculation	Campagne 1		Campagne 2		Campagne 3		Campagne 4	
	Mois de pointe	BN (mm/j)	Mois de pointe	BN (mm/j)	Mois de pointe	BN (mm/j)	Mois de pointe	BN (mm/j)
Oignon	Décembre	5,92	Janvier	6,27	Février	6,91	Mars	7,37
Pomme de terre	Décembre	6,17	Janvier	6,53	Février	7,16	Mars	7,68
Tomate	Janvier	6,58	Février	7,26	Mars	<b>7,74</b>	Mars	7,37

Le détail de la spéculation contraignante et la spéculation contraignante est inscrit dans le tableau ci-dessous :

Campagne 3 : Décembre-Avril					
Culture 1 : Tomate - Durée total: 135					
Désignation	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
Durée (j)	30	30	30	30	15
Kc	0.45	0.75	1.02	1.05	0.85
ET0 (mm/j)	5.92	6.27	6.91	7.37	6.91
ETM (mm/j)	2.66	4.70	7.03	7.74	5.88
Pluviométrie (mm)	0.00	0.00	0.00	2.15	0.20
Pe (mm/j)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
<b>Bn (mm/j)</b>	<b>2.66</b>	<b>5.92</b>	<b>6.91</b>	<b>7.74</b>	<b>5.76</b>
Ea	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Bb (mm/j)	3.81	8.46	9.88	<b>11.05</b>	8.23
Bb (mm)	114.17	253.71	296.34	<b>331.59</b>	123.41
Bb (m3/ha)	1141.69	2537.10	2963.40	<b>3315.85</b>	1234.15
Campagne 4 : Janvier-Mai					
Culture 2 : Oignon - Durée total: 120					
Désignation	Janvier	Février	Mars	Avril	
Durée (j)	30	30	30	30	
Kc	0.50	0.75	1.00	0.82	
ET0 (mm/j)	6.27	6.91	7.37	6.91	
ETM (mm/j)	3.14	5.19	7.37	5.65	
Pluviométrie (mm/j)	0	0	0	0	
Pe (mm/j)	0	0	0	0	
<b>BE (mm/j)</b>	<b>3.14</b>	<b>5.19</b>	<b>7.37</b>	<b>5.65</b>	
Ea	0.70	0.70	0.70	0.70	
Bn (mm/j)	4.48	7.41	<b>10.53</b>	8.07	
Bb (mm)	134.38	222.26	<b>315.80</b>	241.99	
Bb (m3/ha)	1343.81	2222.55	<b>3157.95</b>	2419.90	

« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »

Culture 3 : Pomme de terre - Durée total: 120 jours				
Designation	Janvier	Février	Mars	Avril
Durée (j)	30	30	30	30
Kc	0.58	0.75	1.04	0.75
ET0 (mm/j)	6.27	6.91	7.37	6.91
ETM (mm/j)	3.61	5.19	7.68	5.19
Puviometrie (mm/j)	0.00	0.00	0.00	0.07
Pe (mm/j)	0.00	0.00	0.00	0.04
Bn (mm/j)	3.61	5.19	7.68	5.14
Ea	0.70	0.70	0.70	0.70
Bb (mm/j)	5.15	7.41	10.97	7.35
Bb (mm)	154.54	222.26	328.95	220.44
Bb (m3/ha)	1545.38	2222.55	3289.53	2204.36

**Tableau 41: Besoins en eau des cultures en campagne humide**

Pendant l'hivernage, nous recherchons la période comportant des déficits hydriques élevés :

Cultures	Campagne 1		Campagne 2		Campagne 3	
	Mois de pointe	BN (mm/j)	Mois de pointe	BN (mm/j)	Mois de pointe	BN (mm/j)
Maïs	Décembre	4,04	Janvier	1,07	Février	3,90

Culture 4 : Maïs - Durée total : 120 jours --- campagne : MAI-AOUT				
Designation	Mai	Juin	Juillet	Août
Durée (j)	30	30	30	30
Kc	0.52	0.82	1.15	0.70
ET0 (mm)	6.75	5.79	4.97	4.57
ETM (mm/j)	3.49	4.73	5.72	3.20
Puviometrie (mm)	33.14	78.71	130.28	168.88
Pluviometrie (mm/j)	1.10	2.62	4.34	5.63
Pe (mm/j)	0.66	2.10	3.47	4.50
BN (mm/j)	2.83	2.63	2.24	-1.31
Ea	0.70	0.70	0.70	0.70
Bb (mm/j)	4.04	3.76	3.20	-1.86
Bb (mm)	121.12	112.73	96.07	-55.93
Bb (m3/ha)	1211.20	1127.35	960.75	-559.32

**ANNEXE 4 : CALCUL DES PARAMETRES HYDRAULIQUE DU PERIMETRE**

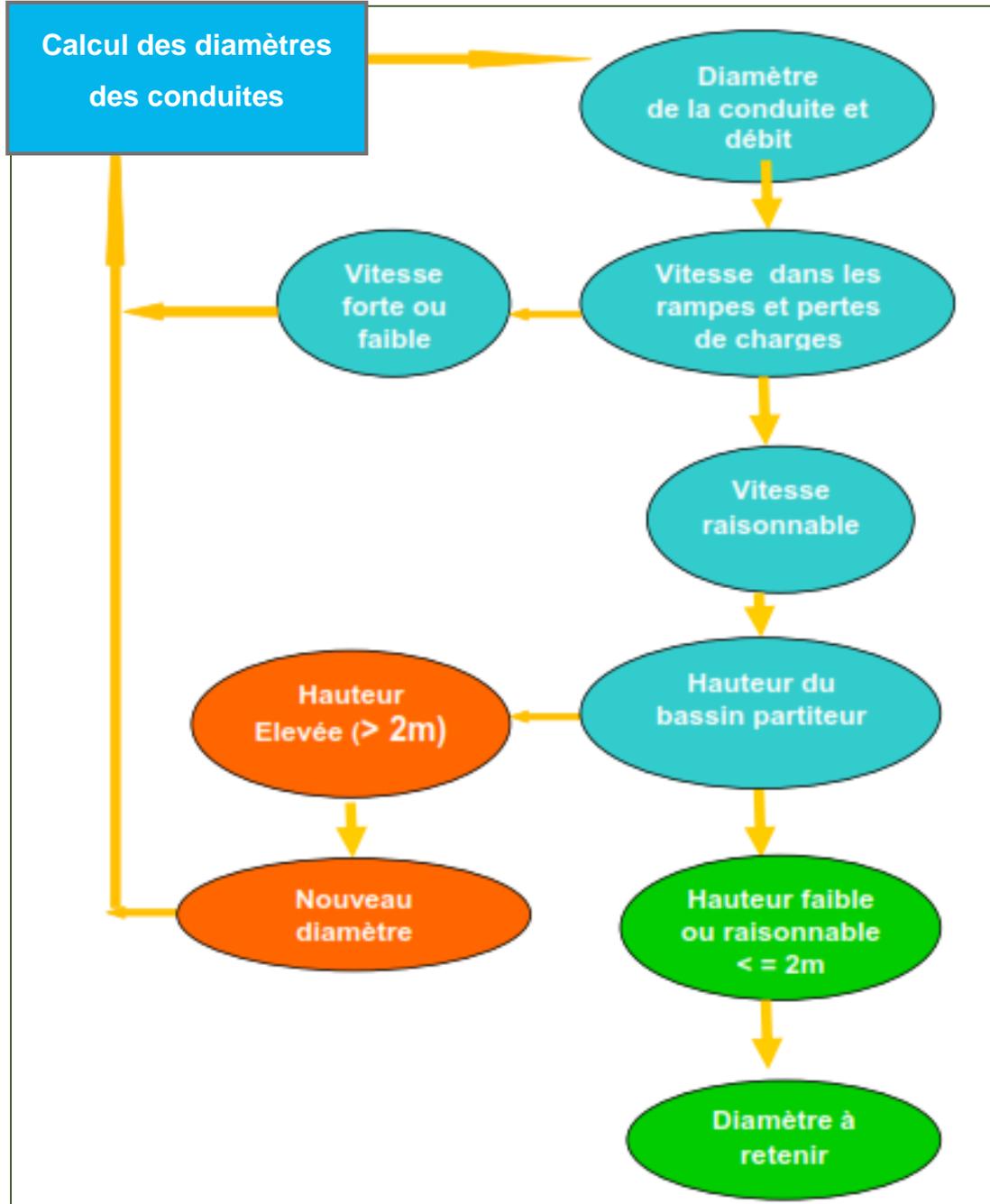
**Tableau 42: calcul des paramètres hydraulique du perimetre**

Désignation	Symbole	Valeurs
Besoin brut (mm/j)	Bb (pointe)	11.05
Besoin brut du mois (mm)	Bb (pointe)	331.59
Besoin brut du mois (m3/ha)	Bb (pointe)	3320.00
Efficiencce d'application	Ea	0.70
Nombre de jours du mois (j)	Nj	30
Débit fictif continu (l/s/ha)	DFC	1.28
Durée d'irrigation (h/j)	Nh	12
Nombre de jours d'irrigation (j/semaine)	J	26
Rendement d'utilisation de l'irrigation	r	0.43
Débit maximum de pointe (l/s/ha)	DMP	2.96
Main d'eau choisie	l/s	10.0
Quartier hydraulique	ha	3.38
<b>Sol</b>		
Type de sol	-	Sableux-limoneux-
Reserve Utile	RU	131
Facteur de tarissement	p	0.35
Profondeur racinaire	Zr	0.7
Reserve Facilement Utilisable	RFU	32.095
Fréquence d'arrosage (j)	F	2.90
Tour d'eau (j)	T	<b>2</b>
Dose réelle (mm)	Dr	22.11
Dose brute (mm)	Db	31.58
Débit d'équipement (l/s/ha)	qe	<b>3.66</b>
Superficie de l'aménagement (ha)	Sa	75.00
Débit d'équipement total (l/s)	Qtot	274.13
Surface de parcelle (ha)	S	0.25
Temps d'irrigation (h)	Ta	<b>2.19</b>

## ANNEXE 5 : NOTE DE CALCUL DU SYSTEME DE DISTRIBUTION ET DES BASSINS PARTITEURS

Le choix du diamètre des rampes de distribution est décrite par le principe itératif suivant

(Source: PAFASP, 2013) :



**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

Identification du réseau		Données du réseau								Resultats hydrauliques					
Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl (m/m)	Pdc cumulé (m)	Pdc partiel (m)	Z Requisite (m)	Elevation OBS/TN
BP_A		263.90	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.000	0.394	264.30	0.40
CS1	prise P1	263.44	228.18	228.18	10	112	161	153.4	0.4	0.54	0.0016	0.394	0.070	263.84	0.40
	P2	262.96	50.00	278.18	10	112	162	154.4	0.4	0.53	0.0015	0.465	0.065	263.36	0.40
	P3	262.65	50.00	328.18	10	112	163	155.4	0.4	0.53	0.0015	0.529		263.05	0.40

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requisite	OBS/TN
BP_A		263.90	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.000	0.231	264.39	0.49
CS2	prise P1	263.76	129.3	129.30	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.231	0.090	264.16	0.40
	P2	263.34	50.00	179.30	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.321	0.090	263.74	0.40
	P3	262.90	50.00	229.30	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.410	0.090	263.30	0.40
	P4	262.59	50.00	279.30	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.500	0.090	262.99	0.40
	P5	262.30	50.00	329.30	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.589	0.090	262.70	0.40
	P6	261.98	50.00	379.30	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.679		262.38	0.40

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requisite	OBS/TN
------------------	----------	-------------	--------------------	------------------	-------------	--------------------	----------------------	-----------------------	--------------------------	---------------	----	------------	-------------	-------------	--------

**ABDOULAYE  
KOBYAGDA**

*Mémoire de master d'ingénierie  
en Infrastructures et Réseaux  
Hydrauliques*

Année :  
2019-2020

XX

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

BP_A		263.90	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.000	0.055	264.30	0.40
CS3	prise P1	263.80	31	31.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.055	0.090	264.20	0.40
	P2	236.50	50.00	81.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.145	0.090	263.49	26.99
	P3	263.00	50.00	131.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.234	0.090	263.40	0.40
	P4	262.72	50.00	181.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.324	0.090	263.12	0.40
	P5	262.40	50.00	231.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.413	0.090	262.80	0.40
	P6	262.09	50.00	281.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.503		262.49	0.40
Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nomina l (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requisite	OBS/TN
BP_A		263.90	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.000	0.115	264.30	0.40
CS4	prise P1	263.76	64.5	64.50	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.115	0.090	264.16	0.40
	P2	263.40	50.00	114.50	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.205	0.090	264.01	0.61
	P3	263.05	50.00	164.50	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.294	0.090	263.92	0.87
	P4	262.79	50.00	214.50	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.384	0.090	263.83	1.04
	P5	263.34	50.00	264.50	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.473	0.090	263.74	0.40
	P6	262.98	50.00	314.50	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.563		263.38	0.40
Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nomina l (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requisite	OBS/TN
BP_A		263.90	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.000	0.297	<b>264.45</b>	<b>0.55</b>
CS5	prise P1	263.75	166.15	166.15	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.297	0.090	264.15	0.40
	P2	262.70	50.00	216.15	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.387	0.090	263.10	0.40
	P3	262.45	50.00	266.15	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.476	0.090	262.85	0.40

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

	P4	262.25	50.00	316.15	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.566	0.090	262.65	0.40
	P5	261.77	50.00	366.15	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.655	0.090	262.17	0.40
	P6	261.61	50.00	416.15	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.745		262.01	0.40
Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requisite	OBS/TN
BP_A		263.90	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.000	0.483	264.30	0.40
CS6	prise P1	262.29	269.71	269.71	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.483	0.090	262.69	0.40
	P2	262.00	50.00	319.71	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.572	0.090	262.40	0.40
	P3	261.76	50.00	369.71	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.662	0.090	262.16	0.40
	P4	261.55	50.00	419.71	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.751	0.090	262.02	0.47
	P5	261.53	50.00	469.71	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.841	0.090	261.93	0.40
	P6	261.39	50.00	519.71	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.930		261.79	0.40
BP_A				Cote requise	264.45	Elevation	0.55								

*« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »*

Identification du réseau		Données du reseau								Resultats hydrauliques					
Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl (m/m)	Pdc cumulé (m)	Pdc partiel (m)	Z Requisite (m)	Elevation OBS/TN
BP_B		262.23	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	-	0.091	262.77	0.54
CS1	prise P1	262.28	51	51.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.091	0.090	262.68	0.40
	P2	261.71	50.00	101.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.181	0.090	262.11	0.40
	P3	261.12	50.00	151.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.270	0.090	261.71	0.59
	P4	261.05	50.00	201.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.360	0.090	261.62	0.57
	P5	260.98	50.00	251.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.449	0.090	261.53	0.55
	P6	261.04	50.00	301.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.539		261.44	0.40

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requisite	OBS/TN
BP_B		262.23	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	-	0.092	262.63	0.40
CS2	prise P1	261.99	51.51	51.51	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.092	0.090	262.39	0.40
	P2	261.47	50.00	101.51	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.182	0.090	261.87	0.40
	P3	261.18	50.00	151.51	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.271	0.090	261.58	0.40
	P4	260.96	50.00	201.51	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.361	0.090	261.36	0.40
	P5	260.73	50.00	251.51	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.450	0.090	261.20	0.47
	P6	260.71	50.00	301.51	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.540		261.11	0.40

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requisite	OBS/T N
BP_B		262.23	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	-	0.289	262.74	0.51
CS3	prise P1	262.05	161.33	161.33	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.289	0.090	262.45	0.40
	P2	261.49	50.00	211.33	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.378	0.090	261.89	0.40
	P3	261.00	50.00	261.33	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.468	0.090	261.40	0.40
	P4	260.72	50.00	311.33	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.557	0.090	261.23	0.51
	P5	260.67	50.00	361.33	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.647	0.090	261.14	0.47
	P6	260.65	50.00	411.33	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.736		261.05	0.40

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requisite	OBS/T N
BP_B		262.23	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	-	0.496	<b>262.84</b>	<b>0.61</b>
CS4	prise P1	261.94	277.25	277.25	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.496	0.090	262.34	0.40
	P2	261.17	50.00	327.25	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.586	0.090	261.57	0.40
	P3	260.65	50.00	377.25	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.675	0.090	261.08	0.43
	P4	260.32	50.00	427.25	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.765	0.090	260.99	0.67
	P5	260.36	50.00	477.25	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.854	0.090	260.90	0.54
	P6	260.41	50.00	527.25	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.944		260.81	0.40

BP_B	Cote requise	262.84	Elevation	0.61
------	--------------	--------	-----------	------

*« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »*

Identification du réseau		Données du reseau								Resultats hydrauliques			
Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl (m/m)	Pdc (m)	cumu
BP_C		261.68	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0	
CS1	prise P1	261.50	16.16	16.16	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.0289268	
	P2	261.57	50.00	66.16	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.11842805	
	P3	260.29	50.00	116.16	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.20792929	
	P4	260.11	50.00	166.16	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.29743054	
	P5	260.08	50.00	216.16	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.38693179	
	P6	260.20	50.00	266.16	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.47643303	

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé
BP_C		261.68	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0
CS2	prise P1	260.00	82.64	82.64	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.14792766
	P2	259.95	50.00	132.64	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.23742891
	P3	259.92	50.00	182.64	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.32693015
	P4	260.00	50.00	232.64	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.4164314
	P5	259.92	50.00	282.64	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.50593264
	P6	259.96	50.00	332.64	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.59543389

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé
------------------	----------	-------------	--------------------	------------------	-------------	--------------------	----------------------	-----------------------	--------------------------	---------------	----	------------

**ABDOULAYE  
KOBAYAGDA**

*Mémoire de master d'ingénierie  
en Infrastructures et Réseaux  
Hydrauliques*

Année :  
2019-2020

XXV

*« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »*

BP_C		261.68	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0
CS3	prise P1	260.23	189.15	189.15	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.32023938
	P2	259.83	50.00	239.15	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.40489161
	P3	259.87	50.00	289.15	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.48954384
	P4	259.80	50.00	339.15	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.57419606
	P5	259.82	50.00	389.15	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.65884829
	P6	259.80	50.00	439.15	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.74350052

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé
BP_C		261.68	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0
CS4	prise P1	260.23	306.54	306.54	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.54871424
	P2	259.72	50.00	356.54	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.63821549
	P3	259.71	50.00	406.54	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.72771673
	P4	259.73	50.00	456.54	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.81721798
	P5	259.83	50.00	506.54	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.90671922
	P6	259.80	50.00	556.54	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.99622047

BP_C	Cote requise	262.09	Elevation	0.41
------	--------------	--------	-----------	------

*« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »*

Identification du réseau		Données du reseau								Resultats hydrauliques					
Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Dthéo (mm)	DN (mm)	Diametre interne (mm)	Cote prise imposé (m)	V (m/s)	j <sub>l</sub> (m/m)	Pdc cumulé (m)	Pdc partie l (m)	Z Requi se (m)	Elevati on OBS/T N
BP_D		262.20	0	0.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	-	0.073	262.71	0.51
CS1	prise P1	262.15	43	43.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.073	0.085	262.64	0.49
	P2	262.10	50.00	93.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.157	0.085	262.55	0.45
	P3	261.95	50.00	143.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.242	0.085	262.47	0.52
	P4	261.98	50.00	193.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.327	0.085	262.38	0.40
	P5	261.90	50.00	243.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.411		262.30	0.40

*« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »*

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Dthéo (mm)	DN (mm)	Diametre interne (mm)	Cote prise imposé (m)	V (m/s)	jl (m/m)	Pdc cumulé (m)	Pdc partiel (m)	Z Requi se (m)	Elevation OBS/TN
BP_D		262.20	0	0.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	-	0.137	262.63	0.43
CS2	prise P1	262.09	81	81.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.137	0.085	262.49	0.40
	P2	261.94	50.00	131.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.222	0.085	262.37	0.43
	P3	261.69	50.00	181.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.306	0.085	262.28	0.59
	P4	261.72	50.00	231.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.391	0.085	262.20	0.48
	P5	261.70	50.00	281.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.476	0.085	262.11	0.41
	P6	261.63	50.00	331.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.560		262.03	0.40

*« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »*

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diamètre théorique (mm)	Diamètre Nominal (mm)	Diamètre interne (mm)	Cote de prise imposée (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requirse	OBS/TN
BP_D		262.20	0	0.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	-	0.298	262.64	0.44
CS3	prise P1	261.94	175.83	175.83	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.298	0.085	262.34	0.40
	P2	261.64	50.00	225.83	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.382	0.085	262.10	0.46
	P3	261.50	50.00	275.83	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.467	0.085	262.01	0.51
	P4	261.40	50.00	325.83	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.552	0.085	261.93	0.53
	P5	261.37	50.00	375.83	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.636	0.085	261.84	0.47
	P6	261.36	50.00	425.83	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.721		261.76	0.40

*« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »*

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diamètre théorique (mm)	Diamètre Nominal (mm)	Diamètre interne (mm)	Cote de prise imposée (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requis	OBS/TN
BP_D		262.20	0	0.00	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	-	0.482	<b>262.88</b>	<b>0.68</b>
CS4	prise P1	262.00	284.48	284.48	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.482	0.085	262.40	0.40
	P2	261.52	50.00	334.48	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.566	0.085	261.92	0.40
	P3	261.38	50.00	384.48	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.651	0.085	261.80	0.42
	P4	260.28	50.00	434.48	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.736	0.085	261.72	1.44
	P5	261.23	50.00	484.48	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.820	0.085	261.63	0.40
	P6	261.15	50.00	534.48	10	112	160	154	0.4	0.54	0.0015	0.905		261.55	0.40

BP_D	Cote requise	262.88	Élévation	0.68
------	--------------	--------	-----------	------

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

Identification du réseau		Données du réseau								Resultats hydrauliques					
Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	V (m/s)	jl (m/m)	Pdc cumulé (m)	Pdc partiel (m)	Z Requis e (m)	Elevatio n OBS/TN
BP_E		262.45	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	-	0.024	262.85	0.40
CS1	prise P1	262.40	13.16	13.16	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.024	0.090	262.80	0.40
	P2	261.50	50.00	63.16	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.113	0.090	261.90	0.40
	P3	261.12	50.00	113.16	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.203	0.090	261.63	0.51
	P4	261.03	50.00	163.16	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.292	0.090	261.54	0.51
	P5	261.05	50.00	213.16	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.382	0.090	261.45	0.40
	P6	260.94	50.00	263.16	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.471		261.34	0.40

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requis e	OBS/TN
BP_E		262.45	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	-	0.146	262.85	0.40
CS2	prise P1	262.20	81.71	81.71	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.146	0.090	262.60	0.40
	P2	261.62	50.00	131.71	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.236	0.090	262.02	0.40
	P3	261.33	50.00	181.71	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.325	0.090	261.73	0.40
	P4	260.80	50.00	231.71	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.415	0.090	261.35	0.55
	P5	260.70	50.00	281.71	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.504	0.090	261.26	0.56
	P6	260.77	50.00	331.71	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.594		261.17	0.40

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requis	OBS/TN
BP_E		262.45	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	-	0.326	262.85	0.40
CS3	prise P1	261.81	181.87	181.87	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.326	0.090	262.21	0.40
	P2	261.41	50.00	231.87	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.415	0.090	261.81	0.40
	P3	261.01	50.00	281.87	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.505	0.090	261.41	0.40
	P4	260.84	50.00	331.87	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.594	0.090	261.24	0.40
	P5	260.68	50.00	381.87	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.684	0.090	261.08	0.40
	P6	260.45	50.00	431.87	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.773		260.85	0.40

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diametre théo (mm)	Diamtre Nominal (mm)	Diametre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requis	OBS/TN
BP_E		262.45	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	-	0.558	262.85	0.40
CS4	prise P1	261.63	311.53	311.53	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.558	0.090	262.03	0.40
	P2	260.94	50.00	361.53	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.647	0.090	261.34	0.40
	P3	260.64	50.00	411.53	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.737	0.090	261.06	0.42
	P4	260.56	50.00	461.53	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.826	0.090	260.97	0.41
	P5	260.48	50.00	511.53	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.916	0.090	260.88	0.40
	P6	260.32	50.00	561.53	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	1.005		260.72	0.40

BP_E	Cote requise	262.85	Elevation	0.40
------	--------------	--------	-----------	------

*« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »*

Identification du réseau		Données du reseau								Resultats hydrauliques					
Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diamètre théo (mm)	Diamètre Nominal (mm)	Diamètre interne (mm)	Cote de prise imposé (m)	Vitesse (m/s)	jl (m/m)	Pdc cumulé (m)	Pdc partiel (m)	Z Requête (m)	Elevation OBS/TN
BP_F		261.71	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	-	0.324	<b>262.24</b>	<b>0.53</b>
CS1	prise P1	261.52	181.15	181.15	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.324	0.090	261.92	0.40
	P2	261.05	50.00	231.15	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.414	0.090	261.45	0.40
	P3	260.63	50.00	281.15	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.503	0.090	261.03	0.40
	P4	260.46	50.00	331.15	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.593	0.090	260.86	0.40
	P5	260.32	50.00	381.15	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.682	0.090	260.72	0.40
	P6	260.12	50.00	431.15	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.772		260.52	0.40
Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur	Débit (l/s)	Diamètre théo (mm)	Diamètre Nominal	Diamètre	Cote de prise	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requête	OBS/TN

*« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »*

				Cumulé e			al (mm)	interne (mm)	impo sé (m)						
BP_F		261.71	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	-	0.039	262.11	0.40
CS2	prise P1	261.45	79.42	79.42	10	112	200	194	0.4	0.34	0.0004	0.039	0.025	261.85	0.40
	P2	261.14	50.00	129.42	10	112	200	194	0.4	0.34	0.0004	0.064	0.025	261.54	0.40
	P3	260.75	50.00	179.42	10	112	200	194	0.4	0.34	0.0004	0.089	0.025	261.15	0.40
	P4	260.45	50.00	229.42	10	112	200	194	0.4	0.34	0.0004	0.113	0.025	260.85	0.40
	P5	260.30	50.00	279.42	10	112	200	194	0.4	0.34	0.0004	0.138	0.025	260.70	0.40
	P6	260.10	50.00	329.42	10	112	200	194	0.4	0.34	0.0004	0.163		260.50	0.40

*« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »*

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diamètre théorique (mm)	Diamètre Nominal (mm)	Diamètre interne (mm)	Cote de prise imposée (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requête	OBS/TN
BP_F		261.71	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	-	0.007	262.11	0.40
CS3	prise P1	261.62	15.13	15.13	10	112	200	194	0.4	0.34	0.0004	0.007	0.025	262.02	0.40
	P2	261.25	50.00	65.13	10	112	200	194	0.4	0.34	0.0004	0.032	0.025	261.65	0.40
	P3	260.87	50.00	115.13	10	112	200	194	0.4	0.34	0.0004	0.057	0.025	261.27	0.40
	P4	260.50	50.00	165.13	10	112	200	194	0.4	0.34	0.0004	0.082	0.025	260.90	0.40
	P5	260.18	50.00	215.13	10	112	200	194	0.4	0.34	0.0004	0.106	0.025	260.58	0.40
	P6	259.94	50.00	265.13	10	112	200	194	0.4	0.34	0.0004	0.131		260.34	0.40

Bassin Partiteur	N° prise	Cote TN (Z)	Longueur partielle	Longueur Cumulée	Débit (l/s)	Diamètre théorique (mm)	Diamètre Nominal (mm)	Diamètre interne (mm)	Cote de prise imposée (m)	Vitesse (m/s)	jl	Pdc cumulé	Pdc partiel	Z Requête	OBS/TN
BP_F		261.71	0	0.00	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	-	0.210	262.11	0.40

ABDOULAYE  
KOBAYAGDA

*Mémoire de master d'ingénierie  
en Infrastructures et Réseaux  
Hydrauliques*

Année : XXX  
2019-2020 V

*« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »*

CS4	prise P1	261.4 0	117.19	117.19	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.210	0.090	261.8 0	0.40
	P2	261.1 8	50.00	167.19	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.299	0.090	261.5 8	0.40
	P3	260.8 0	50.00	217.19	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.389	0.090	261.2 0	0.40
	P4	260.4 4	50.00	267.19	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.478	0.090	260.8 4	0.40
	P5	260.1 9	50.00	317.19	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.568	0.090	260.5 9	0.40
	P6	259.9 1	50.00	367.19	10	112	160	152.4	0.4	0.55	0.0016	0.657		260.3 1	0.40

BP_F	Cote requise	262.24	Elévati on	0.53
------	--------------	--------	---------------	------

ABDOULAYE  
KOBAYAGDA

*Mémoire de master d'ingénierie  
en Infrastructures et Réseaux  
Hydrauliques*

*Année : XXX  
2019-2020 VI*

## DIMENSIONNEMENT DES BASSINS DE REPARTITION DU PERIMETRE

### Bassin partiteur A

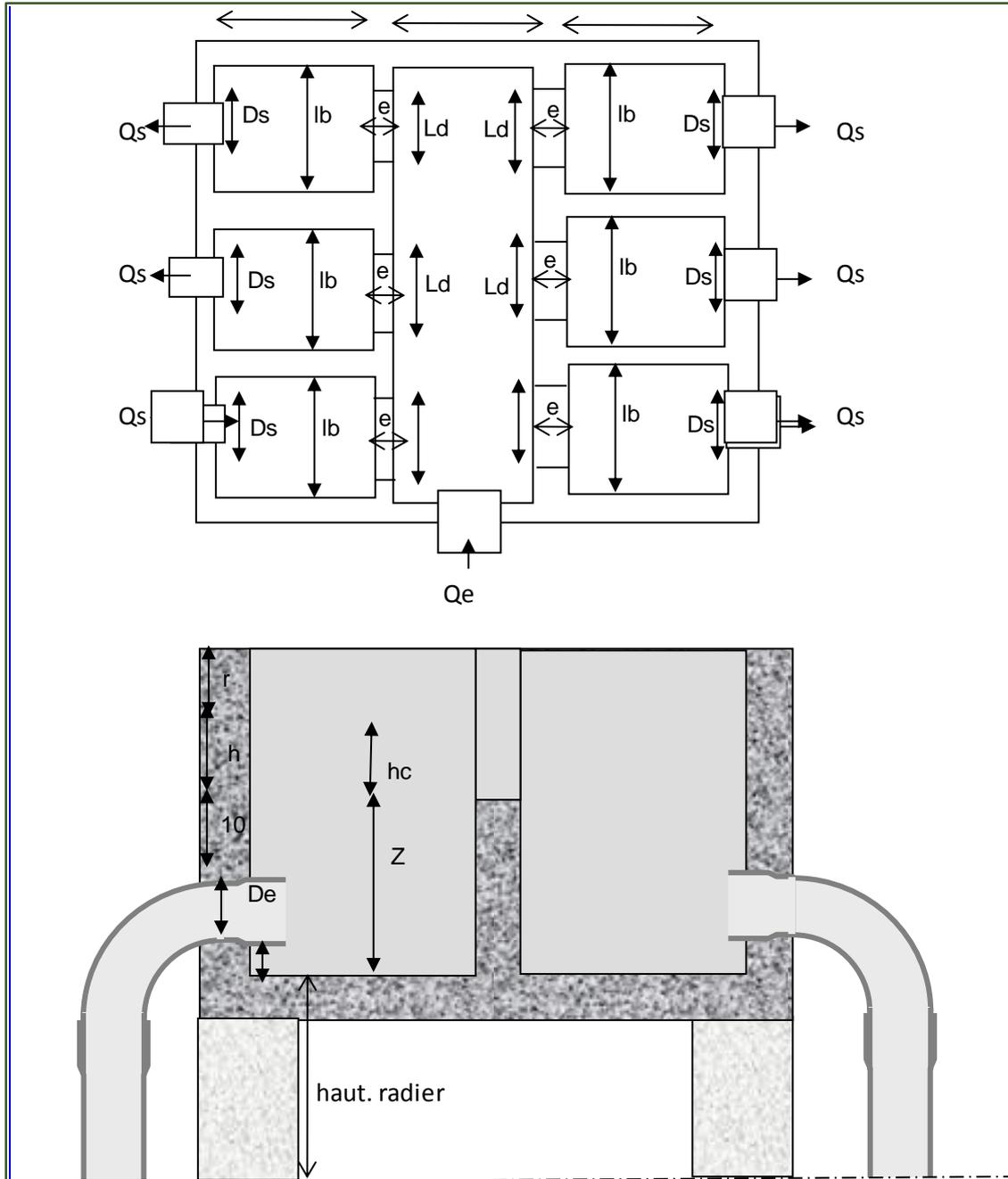


Figure 16: Schéma du bassin tampon A

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

---

Débit arrivant	$Q_e =$	0.04	m <sup>3</sup> /S
Débit de prise	$Q_s =$	0.01	m <sup>3</sup> /S
Hauteur critique	$h_c =$	0.1	m
Charge sur le déversoir	$h = 3/2 h_c$	0.15	m
Largeur du déversoir	$l_d = 3,5 h_c$	0.35	m
coefficient de débit	$m =$	0.36	(seuil à bord vif)
Longueur du déversoir de prise			
$L_d =$ ( $Q_s / (0,36 * \text{racine}(2 * 9,81) * h^{(3/2)})$ )	$L_d =$	0.11	m
Diamètre entrant	$D_e =$	250	mm (DN)
Diamètres sortants	$D_s =$	160	mm (DN) x 4
Hauteur du seuil	$Z =$	0.5	m
Longueur du bassin	$L_b = 5 * h$	0.75	m
Largeur du bassin	$l_b = D_s + 0,4$	0.56	m
Longueur de l'ouvrage	$L = 3 * L_b + 2 * l_d + (0,1 * 2)$	3.15	m
Largeur de l'ouvrage	$l = 2 * l_b + (0,1 * 3)$	1.42	m
Revanche	$r =$	0.2	m
Hauteur du bassin	$H = Z + h + r$	0.85	m
cote TN	$CTN =$	262.2	m
Côte radier	$Cr =$	262.88	m



**Bassin partiteur B**

Débit arrivant	$Q_e =$	0.04	m <sup>3</sup> /S
Débit de prise	$Q_s =$	0.01	m <sup>3</sup> /S
Hauteur critique	$h_c =$	0.1	m
Charge sur le déversoir	$h = 3/2 h_c$	0.15	m
Largeur du déversoir	$l_d = 3,5 h_c$	0.35	m
coefficient de débit	$m =$	0.36	(seuil à bord vif)
Longueur du déversoir de prise			
$L_d =$ ( $Q_s / (0,36 * \text{racine}(2 * 9,81) * h^{(3/2)})$ )	$L_d =$	0.11	m
Diamètre entrant	$D_e =$	250	mm (DN)
Diamètres sortants	$D_s =$	160	mm (DN) x 3
Hauteur du seuil	$Z =$	0.5	m
Longueur du bassin	$L_b = 5 * h$	0.75	m
Largeur du bassin	$l_b = D_s + 0,4$	0.56	m
Longueur de l'ouvrage	$L = 3 * L_b + 2 * l_d + (0,1 * 2)$	3.15	m
Largeur de l'ouvrage	$l = 2 * l_b + (0,1 * 3)$	1.42	m
Revanche	$r =$	0.2	m
Hauteur du bassin	$H = Z + h + r$	0.85	m
cote TN	$CTN =$	262.23	m
Côte radier	$Cr =$	262.84	m
Cote déversoir	$Cd = Cr + Z$	263.34	m
Cote crête ouvrage	$Cc = Cr + H$	263.69	m

**Bassin partiteur C**

Débit arrivant	$Q_e =$	0.04	m <sup>3</sup> /S
Débit de prise	$Q_s =$	0.01	m <sup>3</sup> /S
Hauteur critique	$h_c =$	0.1	m
Charge sur le déversoir	$h = 3/2 h_c$	0.15	m
Largeur du déversoir	$l_d = 3,5 h_c$	0.35	m
coefficient de débit	$m =$	0.36	(seuil à bord vif)
Longueur du déversoir de prise			
$L_d =$ ( $Q_s / (0,36 * \text{racine}(2 * 9,81) * h^{(3/2)})$ )	$L_d =$	0.11	m
Diamètre entrant	$D_e =$	250	mm (DN)
Diamètres sortants	$D_s =$	160	mm (DN) x 3
Hauteur du seuil	$Z =$	0.5	m
Longueur du bassin	$L_b = 5 * h$	0.75	m
Largeur du bassin	$l_b = D_s + 0,4$	0.56	m
Longueur de l'ouvrage	$L = 3 * L_b + 2 * l_d + (0,1 * 2)$	3.15	m
Largeur de l'ouvrage	$l = 2 * l_b + (0,1 * 3)$	1.42	m
Revanche	$r =$	0.2	m
Hauteur du bassin	$H = Z + h + r$	0.85	m
cote TN	$CTN =$	261.68	m
Côte radier	$Cr =$	262.09	m
Cote déversoir	$Cd = Cr + Z$	262.59	m
Cote crête ouvrage	$Cc = Cr + H$	262.94	m

**Bassin partiteur D**

Débit arrivant	$Q_e =$	0.04	m <sup>3</sup> /S
Débit de prise	$Q_s =$	0.01	m <sup>3</sup> /S
Hauteur critique	$h_c =$	0.1	m
Charge sur le déversoir	$h = 3/2 h_c$	0.15	m
Largeur du déversoir	$l_d = 3,5 h_c$	0.35	m
coefficient de débit	$m =$	0.36	(seuil à bord vif)
Longueur du déversoir de prise $L_d = (Q_s / (0,36 * \text{racine}(2 * 9,81) * h^{(3/2)}))$	$L_d =$	0.11	m
Diamètre entrant	$D_e =$	250	mm (DN)
Diamètres sortants	$D_s =$	160	mm (DN) x 4
Hauteur du seuil	$Z =$	0.5	m
Longueur du bassin	$L_b = 5 * h$	0.75	m
Largeur du bassin	$l_b = D_s + 0,4$	0.56	m
Longueur de l'ouvrage	$L = 3 * L_b + 2 * l_d + (0,1 * 2)$	3.15	m
Largeur de l'ouvrage	$l = 2 * l_b + (0,1 * 3)$	1.42	m
Revanche	$r =$	0.2	m
Hauteur du bassin	$H = Z + h + r$	0.85	m
cote TN	$CTN =$	262.2	m
Côte radier	$Cr =$	262.88	m
Cote déversoir	$Cd = Cr + Z$	263.38	m
Cote crête ouvrage	$Cc = Cr + H$	263.73	m

**Bassin partiteur E**

Débit arrivant	$Q_e =$	0.04	m <sup>3</sup> /S
Débit de prise	$Q_s =$	0.01	m <sup>3</sup> /S
Hauteur critique	$h_c =$	0.1	m
Charge sur le déversoir	$h = 3/2 h_c$	0.15	m
Largeur du déversoir	$l_d = 3,5 h_c$	0.35	m
coefficient de débit	$m =$	0.36	(seuil à bord vif)
Longueur du déversoir de prise			
$L_d =$ ( $Q_s / (0,36 * \text{racine}(2 * 9,81) * h^{(3/2)})$ )	$L_d =$	0.11	m
Diamètre entrant	$D_e =$	250	mm (DN)
Diamètres sortants	$D_s =$	160	mm (DN) x 4
Hauteur du seuil	$Z =$	0.5	m
Longueur du bassin	$L_b = 5 * h$	0.75	m
Largeur du bassin	$l_b = D_s + 0,4$	0.56	m
Longueur de l'ouvrage	$L = 3 * L_b + 2 * l_d + (0,1 * 2)$	3.15	m
Largeur de l'ouvrage	$l = 2 * l_b + (0,1 * 3)$	1.42	m
Revanche	$r =$	0.2	m
Hauteur du bassin	$H = Z + h + r$	0.85	m
cote TN	$CTN =$	262.45	m
Côte radier	$Cr =$	262.85	m
Cote déversoir	$Cd = Cr + Z$	263.35	m
Cote crête ouvrage	$Cc = Cr + H$	263.70	m

**ANNEXE 6 : NOTE DE CALCUL DE CONDUITES DE REFOULEMENT ET DE LA STATION DE POMPAGE**

**Tableau 43: Dimensionnement du réseau de refolement**

		<b>Paramètres</b>	<b>CR_A</b>	<b>CR_B</b>	<b>CR_C</b>	<b>CR_D</b>	<b>CR_E</b>	<b>CR_F</b>
		<b>Données</b>						
		Longueur de la conduite (m)	1237	1675	2066	1623	2036	2617
		Débit refoulé (m <sup>3</sup> /s)	0.04	0.04	0.04	0.06	0.04	0.04
<b>Formule</b>								
<b>Formules Vuibert</b>	<b>de</b>	Diamètre théorique (mm)	227	227	227	273	227	227
		Diamètre Nominal (mm)	250	250	250	280	250	250
		Diamètre intérieur (mm)	243	243	243	278	243	243
		Vitesse réelle (m/s)	0.86	0.86	0.86	0.99	0.86	0.86
		Condition de vitesse GLS	OK	OK	OK	OK	OK	OK
<b>Formules Bendjaoui</b>	<b>de</b>	Diamètre théorique (mm)	254	254	254	311	254	254
		Diamètre Nominal (mm)	250	250	250	300	250	250
		Diamètre intérieur (mm)	243	243	243	293	243	243
		Vitesse réelle (m/s)	0.86	0.86	0.86	0.89	0.86	0.86
		Condition de vitesse GLS						
<b>Formules Bresse</b>	<b>de</b>	Diamètre théorique (mm)	300	300	300	367	300	300
		Diamètre Nominal (mm)	315	315	315	400	315	315
		Diamètre intérieur (mm)	302.6	302.6	302.6	384.2	302.6	302.6
		Vitesse réelle (m/s)	0.56	0.56	0.56	0.52	0.56	0.56
		Condition de vitesse GLS	OK	OK	OK	OK	OK	OK
<b>RESULTATS</b>		<b>Diamètre Nominal retenu (mm)</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>280</b>	<b>250</b>	<b>250</b>

**Tableau 44: Dimensionnement de pompes**

Désignation	SP_A	SP_B	SP_C	SP_D	SP_E	SP_F
Débit (m <sup>3</sup> /s)	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Diametre refoulement (mm)	280	250	250	250	250	250
Longueur refoulement (m)	1237.34	1674.58	2066.21	1623.08	2036.08	2617.08
Diametre aspiration (mm)	250	250	250	280	250	250
Longueur aspiration (m)	4	4	4	4	4	4
Cote_Eau_Puits ZEP (m)	258	258	258	258	258	258
Cote Eau_reservoir ZER (m)	265.13	263.49	262.74	263.53	263.5	262.89
<b>Pertes de charges aspiration Pdca (m)</b>	<b>0.11</b>	<b>0.11</b>	<b>0.11</b>	<b>0.14</b>	<b>0.11</b>	<b>0.11</b>
Pertes de charges linéaires JI (m)	0.009	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
Pertes de charges crepines k=1 (m)	0.038	0.038	0.038	0.050	0.038	0.038
Pertes de charges coude k=0,75 (m)	0.028	0.028	0.028	0.037	0.028	0.028
Pertes de charges Clapet k = 1 (m)	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04
<b>Pertes de charges refoulement Pdcr (m)</b>	<b>3.11</b>	<b>3.42</b>	<b>4.22</b>	<b>3.32</b>	<b>4.16</b>	<b>5.35</b>
<b>Pression de service Ps (m)</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Hauteur géométrique Hg (m)</b>	<b>7.13</b>	<b>5.49</b>	<b>4.74</b>	<b>5.53</b>	<b>5.5</b>	<b>4.89</b>
<b>Hauteur manometrique totale HMT (m)</b>	<b>11.35</b>	<b>10.02</b>	<b>10.08</b>	<b>9.99</b>	<b>10.77</b>	<b>11.35</b>
NPSH requis	266.35	266.35	266.35	266.35	266.35	266.35
NPSH disponible	2.75	2.73	2.73	2.70	2.73	2.73
<b>Puissance de la motopompe</b>						
Débit de la pompe Q(m <sup>3</sup> /h)	216	144	144	144	144	144
Rendement pompe	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Puissance motopompe calculée P(kW)	11.35	6.68	6.72	6.66	7.18	7.57
<b>Pompe choisie Grundfos</b>	<b>NK 125-250/282</b>	<b>NK100-200/195</b>	<b>NK100-200/195</b>	<b>NK100-200/195</b>	<b>NK100-200/195</b>	<b>NK100-200/195</b>

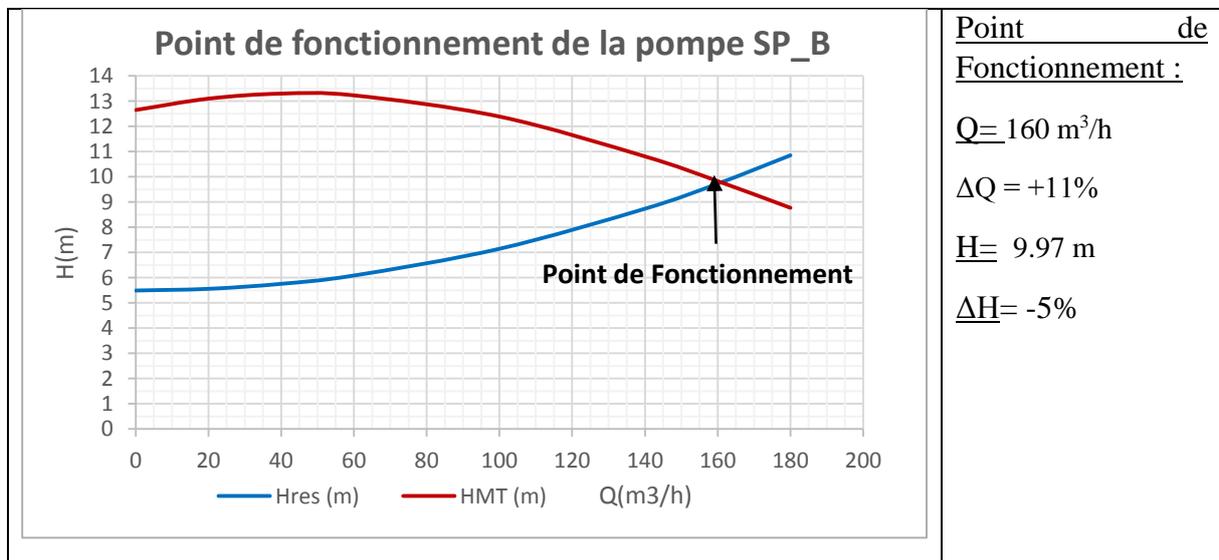
**Tableau 45: vérification de coup de bélier**

Paramètres	SP_A	SP_B	SP_C	SP_D	SP_E	SP_F
Célérité de l'onde	194	183	183	183	183	183
$\Delta H$ surpression (m)	19,59	16.03	16.03	16.03	16.03	16.03
$\Delta H$ dépression (m)	-7.25	-9.82	-12.11	-10.90	-11.93	-15.34
Hmax surpression (m)	<b>27.39</b>	<b>26.06</b>	<b>26.11</b>	<b>29.58</b>	<b>26.81</b>	<b>27.38</b>
Hmax dépression (m)	<b>4.10</b>	<b>0.21</b>	<b>- 2.04</b>	<b>- 0.91</b>	<b>- 1.16</b>	<b>- 3.99</b>
Pression Nominal (m)	60	60	60	60	60	60
Facteur de surpression	0.46	0.43	0.44	0.49	0.45	0.46
Facteur de dépression	0.07	0.01	- 0.03	- 0.02	- 0.02	- 0.07
Protection Anti-bélier	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>

**Point de fonctionnement d'une pompe B**

$H_r = 5,49 + 2145 * Q^2$  (Equation de la courbe caractéristiques de la conduite)

<b>Q (m<sup>3</sup>/h)</b>	0	20	40	60	100	140	160	180
<b>H<sub>res</sub> (m)</b>	<b>5.49</b>	<b>5.56</b>	<b>5.75</b>	<b>6.09</b>	<b>7.14</b>	<b>8.73</b>	<b>9.73</b>	<b>10.85</b>
<b>HMT (m)</b>	12.65	13.1	13.3	13.23	12.39	10.81	9.83	8.77



**Figure 18: Détermination de point de fonctionnement**

**Tableau 46: Dimensionnement du système solaire**

Système photovoltaïque						
Caracteristiques	SP_A	SP_B	SP_C	SP_D	SP_E	SP_F
Puissance (kW)	12	8	8	8	8	8
Temps (h)	12	12	12	12	12	12
Ej (kwh)	144	96	96	96	96	96
sécurité (%)	10	10	10	10	10	10
Ejm (kWh)	158	106	106	106	106	106
Puissance crete (kW)	13	9				
Tension du champ (V)	48	48				
Module	325 w / 12 V	325 w / 12 V				
Nombre de module en série (NMS)	4	4				
Nombre de brance en parallele (NBP)	<b>10</b>	<b>7</b>				
Puissance du champ Ppv (W)	13 000	9 100				
Choix de batterie						
Rendement (%)	80%	80%				
Energie de la batterie (kwh/j)	126.72	7.07				
Nombre de jour d'autonomie (NA)	3	3				
Profondeur de decharge D (%)	80%	80%				
Capacité de la batterie Cbat	15 469	10 312.50				
Cacc	1 300	1 300				
Nombre en serie(NS)	1	1				
Nombre en parallele (NBP)	12	8				
Choix de regulateur						
Tension nominale du champ (V)	48	48				

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

Plage de tension	38 < Ve < 76	38 < Ve < 76
Seuil de déclenchement contre surcharge 120% V	58	58
Seuil de déclenchement contre décharge 90 % V	43	43
Seuil de ré-enclenchement 105% V	50	50
Courant de court-circuit (kA)	1 083	758
<b>Choix d'onduleur</b>		
Tension nominale du champ (V)	48	48
Plage de tension	38 < Ve < 76	38 < Ve < 76
Tension de sortie nominal (V)	58	58
Courant d'entrée nominal (A)	1 083	758
Courant de sortie nominal (A)	60	40
Rendement en puissance		
Surcharge admissible (kVA)	15	10
Courant de court-circuit (A)	1 300	910

**Tableau 47 : Dimensionnement du groupe électrogène**

Caracteristiques	SP_A	SP_B	SP_C	SP_D	SP_E	SP_F	Total
Puissance (kW)	12	8	8	8	8	8	-
Puissance au demarrage (Kw)	36	24	24	24	24	24	
Cos φ	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	-
Puissance apparente (kVA)	42	28	28	28	28	28	184

**ANNEXE 7 : NOTE DE CALCUL DE DRAINS ET COLLECTEURS**

**Tableau 48: Calcul de débit des drains et collecteurs**

<b>Drains</b>	<b>P10</b>	<b>t(h)</b>	<b>S(ha)</b>	<b>Débit(m3/s)</b>
Drain interne	88.85	48	6	0.03085069
Drain collecteur ouest	88.85	48	45	0.23138021
Drain collecteur Est	88.85	48	30	0.15425347
Fossée de protection	88.85	48	189	0.97179688

**Tableau 49: Détermination des sections des drains**

<b>Drains</b>	<b>Débit(m3/s)</b>	<b>Ks</b>	<b>I</b>	<b>m</b>	<b>Yn(m)</b>	<b>b(m)</b>	<b>Y(m)</b>	<b>b(m)</b>	<b>V (m/s)</b>
Drain interne	0.031	30	0.005	1.5	0.184	0.111	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	0.40
Drain collecteur ouest	0.23	30	0.005	1.5	0.392	0.237	<b>0.35</b>	<b>0.3</b>	0.90
Drain collecteur Est	0.23	30	0.005	1.5	0.392	0.237	<b>0.35</b>	<b>0.3</b>	0.90
Fossée de protection	0.97	30	0.005	1.5	0.671	0.406	<b>1</b>	<b>0.5</b>	0.50
Canal d'améné	0.225	30	0.005	1.5	0.388	0.235			

**ANNEXE 8 : ETUDE FINANCIERE DU PROJET**

**Tableau 50: Devis quantitatif**

N° prix	Désignation	Unité	Quantité
<b>I</b>	<b>INSTALLATION DE CHANTIER ET AMENAGEMENTS INTERNES</b>		
I.1	Installation de chantier, amenée et repli du matériel	ff	1
I.2	implantation des ouvrages et parcellement du périmètre	ha	75
I.4	Elaboration des dossiers d'exécution et de recollement	ff	1
	<b>Sous-total I</b>		
<b>II</b>	<b>GENIE CIVIL</b>		
II.1	<i>Plateforme et abri pour les motopompes</i>		
II.1.1	construction de l'abri pour neuf (09) motopompes conformément aux plans (plate-forme+ puits de pompage +bassin de captage) y compris toutes sujétions	U	1
	<b>Sous-total II.1</b>		
II.2	<i>Ouvrage du réseau</i>		
II.2.1	Ouvrage partiteur (Bac de distribution) à six (6) sorties y compris toutes suggestions de mise en œuvre et de raccordement au réseau de distribution	U	1
II.2.2	Ouvrage partiteur (Bac de distribution) à quatre (4) sorties y compris toutes suggestions de mise en œuvre et de raccordement au réseau de distribution	U	5
II.2.3	Ouvrage de prises parceliaires double y compris toutes suggestions de mise en œuvre et de raccordement à la conduite de distribution avec fourniture et pose de vanne artisanale	U	78
II.2.4	Ouvrage de prises parceliaires simple y compris toutes suggestions de mise en œuvre et de raccordement à la conduite de distribution avec fourniture et pose de vanne artisanale	U	3
	<b>Sous-total II.1</b>		
	<b>Sous-total II</b>		
<b>III</b>	<b>STATION DE POMPAGE ET REFOULEMENT</b>		
III.1	Fourniture et installation d'une motopompe y compris accessoires (flexibles d'aspiration. crépines. clapets. dispositif de raccordement des motopompes à la conduite de refoulement. pièces de rechanges et une trousse à clé de	U	7

« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »

N° prix	Désignation	Unité	Quantité
	entretien). essai des motos pompes (Q= 144 m <sup>3</sup> /h. P=8 KW. HMT = 12 m)		
III.2	Fourniture et installation d'une motopompe y compris accessoires (flexibles d'aspiration. crépines. clapets. dispositif de raccordement des motopompes à la conduite de refoulement. pièces de rechanges et une trousse à clé de maintenance). essai des motos pompes (Q= 216 m <sup>3</sup> /h. P=10 KW. HMT = 12 m)	U	2
III.3	Fourniture et pose de PVC DN 250 PN 6 y compris déblai, lit de sable et toutes suggestions pour refoulement	ml	10 017
III.4	Fourniture et pose de PVC DN 280 PN 6 y compris déblai, lit de sable et toutes suggestions pour refoulement	ml	1 237
III.5	Coude en PVC pression DN 250 PN 6	U	25
III.6	Coude en PVC pression DN 280 PN 6	U	6
III.7	chenal d'aménagé y compris toutes sujétions	m <sup>3</sup>	396
III.8	rehausse en PVC pression DN 250 PN 6	ml	8
III.9	rehausse en PVC pression DN 280 PN 6	ml	2
III.10	Conduite PVC DN 300 PN16 servant de fourreau. traversée de route. de buse. de dalot. de ravinement et remise en état.	ml	150
	<b>Sous-total III</b>		
<b>IV.</b>	<b>RESEAUX DE DISTRIBUTION</b>		
IV.1	Fourniture et pose de conduite PVC évacuation DN 160 y compris. déblai. lit de sable. remblai toutes sujétions de pose et de raccordements aux conduites primaires	ml	9 889
IV.2	Coude PVC DN 160 évacuations	U	90
IV.3	Vanne sur DN 160 évacuation	U	16
IV.4	Prise parcellaire double y compris toutes sujétions de mise en œuvre et de raccordement au réseau d'irrigation	U	78
IV.5	Prise parcellaire simple y compris toutes sujétions de mise en œuvre et de raccordement au réseau d'irrigation	U	3
	<b>Sous-total IV</b>		
<b>V.</b>	<b>AMENAGEMENTS INTERNES / TRAVAUX DE TERRASSEMENT</b>		
V.1	Débroussaillage et sous solage de l'emprise du périmètre y compris abattage et dessouchage des arbres gênants	ha	75
V.2	Deblais des colatures	m <sup>3</sup>	6 700
V.3	Deblais des drains internes et collecteurs	m <sup>3</sup>	1 265
V.4	Planage sommaire et labour croisé du périmètre	ha	75

N° prix	Désignation	Unité	Quantité
V.5	Comblement des ravines et dépressions par apport de terres arables	m3	750
V.7	Confection et mise en place de bornes de repérage de la conduite de refoulement tous les 25 m et aux changements de direction y compris toutes sujétions	U	190
	<b>Sous-total V</b>		
<b>VI.</b>	<b>DRAINAGE ET DIVERS</b>		
VI.1	Bassin de vidange de conduites de distribution y compris té et vanne et toutes suggestions de mise en œuvre	U	30
VI.2	Réalisation de forage d'un débit minimal de 0.7 m3/h	U	1
VI.3	Réalisation de latrine VIP à trois postes	U	1
	<b>Sous-total VI</b>		

**Tableau 51: Devis estimatif du projet**

N° prix	Désignation	Unité	Quantité	PU (FCFA)	Montant (FCFA)
<b>I</b>	<b>INSTALLATION DE CHANTIER ET AMENAGEMENTS INTERNES</b>				
I.1	Installation de chantier, amenée et repli du matériel	ff	1	6 000 000	6 000 000
I.2	implantation des ouvrages et parcellement du périmètre	ha	75	100 000	7 500 000
I.4	Elaboration des dossiers d'exécution et de recollement	ff	1	4 000 000	4 000 000
	<b>Sous-total I</b>				<b>17 500 000</b>
<b>II</b>	<b>GENIE CIVIL</b>				
II.1	<i>Plateforme et abri pour les motopompes</i>				
II.1.1	construction de l'abri pour neuf (09) motopompes conformément aux plans (plate-forme+ puits de pompage +bassin de captage) y compris toutes sujétions	U	1	15 000 000	15 000 000
	<b>Sous-total II.1</b>				<b>15 000 000</b>
II.2	<i>Ouvrage du réseau</i>				
II.2.1	Ouvrage partiteur (Bac de distribution) à six (6) sorties y	U	1	3 000 000	3 000 000

« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »

N° prix	Désignation	Unité	Quantité	PU (FCFA)	Montant (FCFA)
	compris toutes suggestions de mise en œuvre et de raccordement au réseau de distribution				
II.2.2	Ouvrage partiteur (Bac de distribution) à quatre (4) sorties y compris toutes suggestions de mise en œuvre et de raccordement au réseau de distribution	U	5	2 000 000	10 000 000
II.2.3	Ouvrage de prises parcellaires double y compris toutes suggestions de mise en œuvre et de raccordement à la conduite de distribution avec fourniture et pose de vanne artisanale	U	78	150 000	11 700 000
II.2.4	Ouvrage de prises parcellaires simple y compris toutes suggestions de mise en œuvre et de raccordement à la conduite de distribution avec fourniture et pose de vanne artisanale	U	3	100 000	300 000
	<b>Sous-total II.1</b>				<b>25 000 000</b>
	<b>Sous-total II</b>				<b>40 000 000</b>
<b>III</b>	<b>STATION DE POMPAGE ET REFOULEMENT</b>				
III.1	Fourniture et installation d'une motopompe y compris accessoires (flexibles d'aspiration. crépines. clapets. dispositif de raccordement des motopompes à la conduite de refoulement. pièces de rechanges et une trousse à clé de maintenance). essai des moto pompes (Q= 144 m <sup>3</sup> /h. P=8 KW. HMT = 12 m)	U	7	8 000 000	56 000 000
III.2	Fourniture et installation d'une motopompe y compris accessoires (flexibles d'aspiration. crépines. clapets. dispositif de raccordement des motopompes à la conduite de refoulement. pièces de rechanges et une trousse à clé de maintenance). essai des moto pompes (Q= 216 m <sup>3</sup> /h. P=10 KW. HMT = 12 m)	U	2	10 000 000	20 000 000
III.3	Fourniture et pose de PVC DN 250 PN 6 y compris déblai, lit de sable et toutes suggestions pour refoulement	ml	10 017	20 000	200 340 000

« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »

N° prix	Désignation	Unité	Quantité	PU (FCFA)	Montant (FCFA)
III.4	Fourniture et pose de PVC DN 280 PN 6 y compris déblai, lit de sable et toutes suggestions pour refoulement	ml	1 237	25 000	30 925 000
III.5	Coude en PVC pression DN 250 PN 6	U	25	50 000	1 250 000
III.6	Coude en PVC pression DN 280 PN 6	U	6	50 000	300 000
III.7	chenal d'aménagé y compris toutes sujétions	m3	396	6 000	2 376 000
III.8	rehausse en PVC pression DN 250 PN 6	ml	8	20 000	160 000
III.9	rehausse en PVC pression DN 280 PN 6	ml	2	20 000	40 000
III.10	Conduite PVC DN 300 PN16 servant de fourreau. traversée de route. de buse. de dalot. de ravinement et remise en état.	ml	150	15 000	2 250 000
	<b>Sous-total III</b>				<b>313 641 000</b>
<b>IV.</b>	<b>RESEAUX DE DISTRIBUTION</b>				
IV.1	Fourniture et pose de conduite PVC évacuation DN 160 y compris. déblai. lit de sable. remblai toutes sujétions de pose et de raccords aux conduites primaires	ml	9 889	10 000	98 890 000
IV.2	Coude PVC DN 160 évacuations	U	90	10 000	900 000
IV.3	Vanne sur DN 160 évacuation	U	16	40 000	640 000
IV.4	Prise parcellaire double y compris toutes sujétions de mise en œuvre et de raccordement au réseau d'irrigation	U	78	150 000	11 700 000
IV.5	Prise parcellaire simple y compris toutes sujétions de mise en œuvre et de raccordement au réseau d'irrigation	U	3	100 000	300 000
	<b>Sous-total IV</b>				<b>112 430 000</b>
<b>V.</b>	<b>AMENAGEMENTS INTERNES / TRAVAUX DE TERRASSEMENT</b>				
V.1	Débroussaillage et sous solage de l'emprise du périmètre y compris abattage et dessouchage des arbres gênants	ha	75	300 000	22 500 000

*« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »*

<b>N° prix</b>	<b>Désignation</b>	<b>Unité</b>	<b>Quantité</b>	<b>PU (FCFA)</b>	<b>Montant (FCFA)</b>
V.2	Déblais des colatures	m3	6 700	4 000	26 800 000
V.3	Déblais des drains internes et collecteurs	m3	1 265	4 000	5 061 210
V.4	Planage sommaire et labour croisé du périmètre	ha	75	400 000	30 000 000
V.5	Comblement des ravines et dépressions par apport de terres arables	m3	750	4 000	3 000 000
V.6	Confection et mise en place de bornes de repérage de la conduite de refoulement tous les 25 m et aux changements de direction y compris toutes sujétions	U	190	7 000	1 330 000
	<b>Sous-total V</b>				<b>88 691 210</b>
<b>VI.</b>	<b>DRAINAGE ET DIVERS</b>				
VI.1	Bassin de vidange de conduites de distribution y compris té et vanne et toutes suggestions de mise en œuvre	U	30	100 000	3 000 000
VI.2	Réalisation de forage d'un débit minimal de 0.7 m3/h	U	1	7 000 000	7 000 000
VI.3	Réalisation de latrine VIP à trois postes	U	1	3 000 000	3 000 000
	<b>Sous-total VI</b>				<b>13 000 000</b>
<b>COUT TOTAL DU PROJET</b>					<b>585 262 210</b>
<b>TVA (18%)</b>					<b>105 347 198</b>
<b>MONTANT DU PROJET</b>					<b>690 609 408</b>
<b>COUT A L'HECTARE</b>					<b>9 208 125</b>

**Tableau 52 :compte d'exploitation oignon du site de Higa**

Nombre d'ha en production		Durée du cycle		4 à 5 mois	
Rendement (kg/ha)	25 000		Taux de perte (%) : 10%	Taux 'Autoconsommation (%) :1%	
Revenus	%	Qté	Unité	Prix unitaire	Total
Oignon produit	100%	25 000	kg	250	6 250 000
Perte	10%	2 500	kg	250	625 000
Autoconsommation	1%	250	kg	250	62 500
<b>Rendement normal</b>		30000 kg			
<b>Total produit (A)</b>		22 250	kg	<b>5 562 500</b>	
Dépenses	Qté	Unité	Prix unitaire	Total	
<b>1- Intrants</b>					
Semences ou plants	6	u/ha	50 000	300 000	
<b>Fertilisants/amendements</b>					
* NPK	300	kg	370	111 000	
* Urée	150	kg	380	57 000	
* Matière organique	5	t	9 500	47 500	
<b>Pesticides</b>					
* Furadan	2	kg	6 000	12 000	
* Décis	4	L	9 000	36 000	
<b>2- Opérations culturales</b>					
Labour	1	ha	60 000	60 000	
Repiquage	50	H/J	1 250	62 500	
Billonnage	1		25 000	25 000	
Pulvérisation	4	H/J	1 250	5 000	
Sarco-binage	60	H/J	1 250	75 000	
Récolte	25	H/J	1 250	31 250	
Épandage	6	H/J	1 250	7 500	
<b>3- Mise en marché</b>					
Séchage	10	H/J	1 250	12 500	
Entreposage	1		50 000	50 000	
Classification et emballage	320		50	16 000	
Sacs	223		300	66 900	
<b>4- Autres coûts</b>					
Main d'œuvre	5		10 000	50 000	
Eau	9796		11	107 756	
<b>Total dépenses (B)</b>				<b>1 132 906</b>	
Marge brute				4 429 594	
cout de l'aménagement par ha				<b>9 208 125</b>	
Amortissement (campagnes)				<b>2,08</b>	

**Tableau 53: Exploitation de la tomate**

**Nombre d'ha en production : 01**

**Rendement (kg/ha) : 54000**

<b>Rubriques</b>	<b>Unités</b>	<b>Quantité</b>	<b>Coûts unitaires</b>	<b>Montants</b>
<b>1. Coûts variables</b>				
Mise en place pépinière	HJ	4	1250	<b>5 000</b>
Nettoyage du terrain	Ha	1	10000	<b>10 000</b>
Labour du terrain	Ha	1	25000	<b>25 000</b>
Mise en place planches	HJ	50	1250	<b>62 500</b>
Repiquage	HJ	50	1250	<b>62 500</b>
Semences	Kg	0,4	70000	<b>28 000</b>
Eau	FFt	6500	4	<b>26 000</b>
Engrais NPK	Kg	300	250	<b>75 000</b>
Engrais urée	Kg	150	300	<b>45 000</b>
Fumure organique	T	30	6000	<b>180 000</b>
Epannage engrais	HJ	6	1250	<b>7 500</b>
Désherbage	HJ	48	1250	<b>60 000</b>
Récolte et stockage	HJ	70	1250	<b>87 500</b>
Ensachage	U	300	500	<b>150 000</b>
Amortissement petit matériel	U	1	10000	<b>10 000</b>
	Total coûts variables			<b>834 000</b>
<b>2. Revenu sur l'ha</b>	<b>Kg</b>	<b>54 000</b>	<b>100</b>	<b>5 400 000</b>
<b>Marge brute</b>				<b>4 566 000</b>
<b>cout de l'aménagement par ha</b>				<b>10 000 000</b>
	<b>Amortissement</b>			<b>2</b>

A la lecture, on se rend compte que les investissements vont s'amortir dans un délai raisonnable, toute chose qui justifie le projet. Aussi, comme on le constate, les revenus nets générés par l'activité seront substantiels et permettront à n'en pas douter aux exploitants de vivre dorénavant de leur activité.

**ANNEXE 9 : Notice d'impact environnemental**

**Tableau 54: Synthèse des impacts sociaux positifs de la variante avec le projet**

Phase du projet	Activités/Sources d'impact	Composante du milieu affecté	Description de l'impact potentiel	Appréciation de l'impact
<b>TRAVAUX PREPARATOIRES POUR</b>	-décapage ou fouilles pour implantation de la base vie - recrutement de la main d'œuvre locale	Humain	-création d'emplois par l'embauche de la main d'œuvre locale ;  -conflits de compétence pour le recrutement de la main d'œuvre locale.	-impact limité dans le temps et de faible importance
<b>TRAVAUX D'AMENAGEMENT</b>	-défrichements  -travaux de terrassement et de décapage ; -travaux de planage ; -travaux d'implantation des canaux d'irrigation ;  Reboisement compensatoire	Humain	<b><u>Intensification des activités économiques et commerciales autour du chantier :</u></b> -emplois locaux créés - Opportunités d'affaires pour des artisans qui pourront vendre du petit matériel agricole (pics, houes, pelles,...). - Opportunité de vente de plants pour les pépiniéristes ; -Opportunité d'affaire pour les femmes qui pourront vendre des repas et des boissons aux travailleurs. <b><u>Transfert de technologies</u></b> -les emplois locaux créés constituent un transfert de technologies au niveau local	Ces impacts seront d'apparition immédiate, d'intensité forte et de courte durée, le temps des travaux, donc d'importance faible.
<b>EXPLOITATION</b>	<b><u>Mise en culture :</u></b> - Labour - Application d'intrants - Entretien des diguettes et casiers		-disponibilité d'infrastructures adéquates de production agricole -accroissement des rendements des spéculations -Amélioration de la sécurité alimentaire en toute saison Stabilisation des jeunes dans leurs terroirs  -Amélioration du revenu des producteurs et productrices	Ces impacts seront de longue durée (durée d'exploitation du périmètre) et d'intensité forte

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

---

			-Amélioration des conditions de vie des producteurs et productrices	
			Amélioration de la cohésion sociale à travers les mouvements associatifs	
			Réduction de l'exode rural	
			-Apparition de nouveaux opérateurs comme les transformateurs de riz -opportunités d'emplois	

**Tableau 55 : Coûts estimatifs pour le dédommagement des PAP**

Nature	Unité	Coût unitaire	Quantité	Coût total
Arbre	u	7000	80	560 000
champs	hectare	100000	75	7 500 000

**Tableau 11 : Matrice des interactions des sources potentielles d'impacts et des récepteurs d'impacts**

	Désignation	Milieu biophysique							Milieu socio-économique			
	Récepteurs d'impacts / Sources d'impact	Qualité de l'air	Eaux de surface et souterraine	Sol	Végétation, zone sensible	Faune et habitat	Oiseaux migrateurs	Paysage	Santé publique	SECURITE	Emploi	Activités socio-économiques et culturelles
<b>PHASE AMENAGEMENT</b>	Transport et circulation main d'œuvre, machinerie et matériaux	N	N	N	N	N	N	O	N	N	P	P
	Abattage des arbres et défrichage des emprises	N	N	N	N	N	N	N	N	O	P	N
	Dépôt d'huile de vidange, de pièces usées et de carburant	N	N	N	N	N	N	N	N	O	P	O
	Reboisement compensatoire	O	O	P	P	P	P	P	P	O	P	P
	Construction des diguettes et casiers	N	O	N	N	N	O	N	O	O	P	P
<b>EXPLOITATION</b>	Circulation de tracteurs et autres véhicules	N	O	N	O	O	N	O	N	N	P	O
	Entretien des équipements courants	N	O	O	N	N	O	N	O	O	P	O
	Entretien des diguettes et casiers	N	O	O	O	O	O	O	O	O	P	O
	Labour, semis	O	N	N	O	N	N	O	N	O	P	P
	Epandage d'intrants agricoles	O	O	N	N	N	N	O	O	O	O	P

**Légende :** P = impact positif

O = Impact nul ou négligeable N= impact négatif

**Tableau 56 : Synthèse de la caractérisation des impacts à partir de la grille de Firmin Fecteau (1997).**

Impacts	Nature	Intensité	Etendue	Durée	Importance absolue	Valeur de la composante touchée	Importance relative ou de gravité l'impact
<b><i>Pendant les Travaux</i></b>							
Pollution de l'air	Négative	Moyenne	Locale	Courte	Moyenne	Faible	Mineur
Nuisances sonores	Négative	Faible	Locale	Longue	Faible	Faible	Mineur
Pollution des eaux	Négative	Moyenne	Locale	Longue	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Pollution des sols	Négative	Moyenne	Locale	Longue	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Destruction de la faune	Négative	Forte	Locale	Longue	Forte	Moyenne	Moyenne
Destruction de la végétation	Négative	Forte	Locale	Longue	Forte	Moyenne	Moyenne
Destruction des habitats et autres biens	Négative	Forte	Locale	Courte	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Risque de maladies	Négative	Forte	Régionale	Longue	Très forte	Moyenne	Moyenne
Risques de conflits sociaux dus à la répartition des parcelles	Négative	Forte	Régionale	Longue	Très forte	Moyenne	Moyenne
Risque de dépravation des mœurs	Négative	Faible	Locale	Longue	Faible	Forte	Moyenne
Perturbation de la mobilité de la zone du projet	Négative	Faible	Locale	Longue	Faible	Moyenne	Mineur
Perte d'espace agro-sylvo-pastoral	Négative	Faible	Locale	Longue	Faible	Moyenne	Mineur
Création d'emplois	Positive	Forte	Régionale	Longue	Très forte	Forte	Forte
Développement des activités économiques connexes	Positive	Forte	Régionale	Longue	Très forte	Forte	Forte
<b><i>Pendant l'exploitation</i></b>							
Pollution de l'air et de l'eau	Négative	Moyenne	Locale	Courte	Moyenne	Faible	Mineur
Propagation de maladies hydriques	Négative	Forte	Régionale	Longue	Très forte	Forte	Forte
Mortalité des oiseaux migrateurs du fait des intrants agricoles	Négative	Moyenne	locale	longue	moyenne	moyenne	moyenne
Accidents de travail et sécurité des producteurs	Négative	Faible	Locale	Longue	Faible	Forte	Moyenne
Développement des activités économiques connexes	Positive	Forte	Régionale	Longue	Très forte	Forte	Forte
Augmentation des sources de revenu	Positive	Forte	Régionale	Longue	Très forte	Forte	Forte

Récepteur	Impacts Potentiels Négatifs	Mesure d'atténuation	Indicateurs de suivi	Responsabilités			Calendrier de réalisation
				Exécution	Surveillance	Suivi	
Population	Perte temporaire de revenus des exploitants	Prévoir des parcelles pour eux lors de la répartition des parcelles	Nombre d'exploitants	ZAT/ CVD	CES/ DPAAH. / mairie/	ZAT/ CVD	Après validation du rapport
	Obstruction des pistes rurales	Inviter les populations au contournement par des sensibilisations et informations	Nb nombre de séance de sensibilisation et d'information	CVD	Mairie de Tankougounadié	DPEEVCC/ DPAAH/ mairies /UGP	Avant et pendant les travaux
	Perte de cultures et de récoltes	Prévoir une indemnisation forfaitaire	Nombre de PAP indemnisées	Projet	CES	DPAAH/DP EEVCC/Mairies	Après validation du Rapport
	Accidents	Mettre en place un plan de signalisation adéquat et exiger les EPI (Equipement de protection individuel)	Plan de signalisation Nb de personne avec EPI	Entreprise /CVD	ZAT /Mairie/ CVD	Expert ES de CES / DPEEVCC.	Avant et pendant les travaux

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

	Conflits sociaux liés aux critères d'attribution de parcelles	Elaborer des critères de répartition consensuels	Nb de conflits enregistrés	DPAAH/Mairie	CVD/Mairie/Producteurs	DPEEVCC /CES / DPAAH	Avant et pendant les travaux
	Nuisance sonore	Eviter les travaux nocturnes	PV de constat	Entreprise	Mairie/CVD	DPEEVCC	Durant les travaux
	Risque d'intoxication et blessures	-Former et sensibiliser le personnel aux risques d'intoxication et aux mesures de sécurité - exiger le port des EPI ; -Sensibiliser et informer les exploitants	-Rapport de formations -PV de constat de port des EPI -Nb de séance de sensibilisation et d'information	DPAAH	DPEEVCC/ DPS	CES/ DPEEVCC/ DPS	Pendant les travaux
Faune	Destruction des espèces fauniques et végétales	Faire la prospection des lieux avant d'entamer les travaux	Rapport de prospection	Entreprise	DPEEVCC/ Mairie	DPEEVCC	Avant les travaux
Sol et Eau	Dégradation des berges du lac	Délimitation des berges du lac par des balises peintes Sensibilisation des	-longueur de berges délimitée	DPEEVCC	Point Focal Ramsar	Point Focal Ramsar BUNEE	Avant le démarrage des

		producteurs au respect des berges					travaux d'aménagement
	Pollution des zones humides par les intrants (pesticides, engrais chimiques etc.)	Réaliser les IEC sur l'utilisation rationnelle des intrants en vers les exploitants	Nombre de séances d'IEC	DPAAH	DPEEV CC/ Mairie	DPEEVCC	Dès l'exploitation
	Pollution des zones humides et autres habitats naturels	Sensibiliser l'entreprise à éviter le déversement de produits hydrocarburés dans les eaux	Nombre de cas de pollution signalé ou constaté	Entreprise	DPEEV CC/ Mairie	DPEEVCC	Pendant les travaux

**Tableau 57: Evaluation du cout de PGES**

N°	Activités	Coûts unitaires FCFA	Quantités	Coûts totaux en FCFA
<b>1</b>	<b>Séances d'IEC</b>			
1.1.	Information, communication et sensibilisations par rapport :	200 000	4	800 000
	- à la pollution par les intrants			
	- au risque d'intoxication			
	- au port des EPI			
	- aux maladies ;			
	- au contournement du site par les éleveurs			
	<b>Sous Total 1</b>			<b>800 000</b>
<b>2</b>	<b>Mesures spécifiques de protection sociale</b>			
2.1.	Indemnisation des PAP (perte de récolte et arbres). Cf annexe pour les détails de calcul.	-	-	<b>8 060 000</b>
<b>3</b>	<b>Renforcement des capacités par des formations des agents des Services déconcentrés et mairie, et des producteurs</b>			
3.1	Renforcement des capacités des agents	1 000 000	4	4 000 000

**« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »**

N°	Activités	Coûts unitaires FCFA	Quantités	Coûts totaux en FCFA
3.2	Renforcement des capacités des producteurs	650 000	10	6 500 000
	<b>Sous total 3</b>	-	-	<b>10 500 000</b>
4	<b>Réalisation des mesures spécifiques de protection environnementale</b>			
4.1	Planter une pépinière (0,50 ha) pour un groupement féminin	1000000	1	1 000 000
4.2	Réaliser des reboisements compensatoires sur 05 hectares. A raison de 650 plants par ha (4X4).	650	3000	1 950 000
4.3	Délimitation des zones de forêts villageoises pour lutter contre l'ensablement/ 4 ha par zone	1 000 000 F/forêt	02 forêts	2 000 000
4.4	Réhabilitation de la digue et du déversoir en vue de renforcer le PI et la durabilité du barrage	PM	PM	PM
	<b>Sous total 4</b>			<b>7 112 500</b>
5	<b>Mesures de surveillance et de suivi</b>			
5.1.	Suivis de proximité par la mairie et les différents services départementaux /pendant 3 ans	50000 f/sortie	20	1000000

*« Etude d'un aménagement hydro-agricole de 75 ha de périmètre irrigué de type semi-californien en aval du lac Higa dans la région du Sahel »*

---

N°	Activités	Coûts unitaires FCFA	Quantités	Coûts totaux en FCFA
	<i>Sous total 5</i>			<b>1000000</b>
<b>6</b>	<b>Dotation en intrants de production</b>			
6.1	Dotation des pêcheurs de filets	50000/filet épervier	30	<b>1 500 000</b>
6.2	Dotation d'engrais biologique aux producteurs	20000 F/sac	150	<b>3 000 000</b>
	<b>Sous total 6</b>			<b>4 500 000</b>
	<b>TOTAL GENERAL sur 03 ans</b>			<b>24 860 000</b>

**ANNEXE 10 : PIÈCES DESSINÉES**

**PLAN D'AMENAGEMENT D'UN PERIMETRE IRRIGUE DE 75 HA EN AVAL DU LAC HIGA**

**K. Abdoulaye**

**Année: 2019**

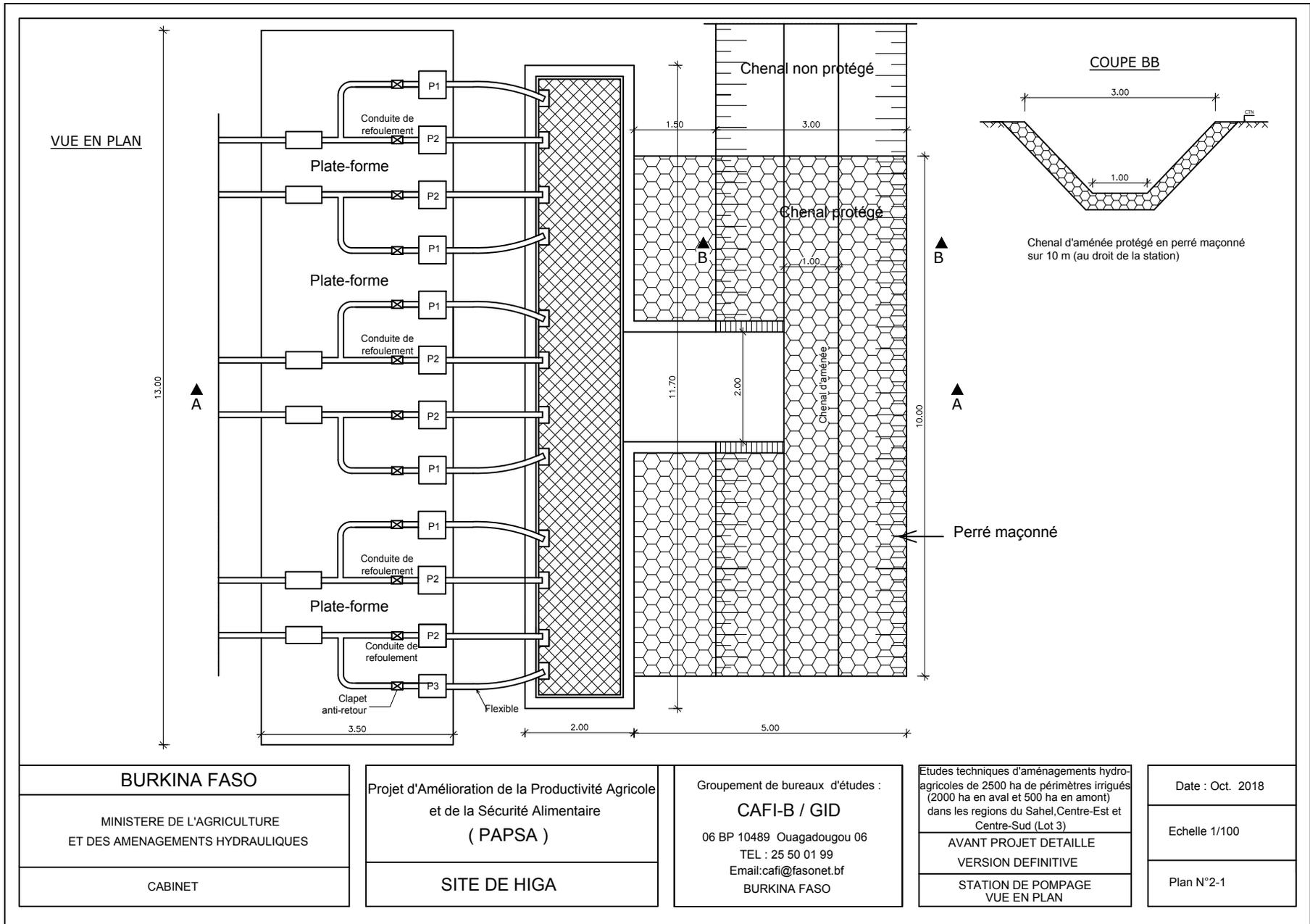
**LEGENDE**

- Courbe de niveau: \_\_\_\_\_
- refoulement: \_\_\_\_\_
- Secondaire: \_\_\_\_\_
- Partiteur: \_\_\_\_\_
- collature et grillage: \_\_\_\_\_
- Drain collecteur: \_\_\_\_\_
- Drain interne: \_\_\_\_\_
- Prise parcelaire: \_\_\_\_\_
- Borne topo: \_\_\_\_\_
- Ecoulement: \_\_\_\_\_
- Terrière: \_\_\_\_\_
- Touffe: \_\_\_\_\_

0.25m  
0.50m  
1m

MATRICULE	X	Y	Z
B.1	255303.827	1503698.643	263.844
B.2	255610.373	1503731.893	262.066
B.3	255905.986	1503758.587	262.161
B.4	255938.997	1503779.748	261.206
B.5	255958.287	1502990.994	260.266
B.6	256101.619	1502647.501	258.866
B.7	255815.735	1502530.287	260.404
B.8	255688.407	1502894.008	261.494
B.9	255577.714	1503160.879	261.999
B.10	255379.000	1503416.000	264.000





**BURKINA FASO**

MINISTERE DE L'AGRICULTURE  
ET DES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES

CABINET

Projet d'Amélioration de la Productivité Agricole  
et de la Sécurité Alimentaire  
( PAPSA )

**SITE DE HIGA**

Groupement de bureaux d'études :  
**CAFI-B / GID**

06 BP 10489 Ouagadougou 06  
TEL : 25 50 01 99  
Email:cafi@fasonet.bf  
BURKINA FASO

Etudes techniques d'aménagements hydro-  
agricoles de 2500 ha de périmètres irrigués  
(2000 ha en aval et 500 ha en amont)  
dans les régions du Sahel, Centre-Est et  
Centre-Sud (Lot 3)

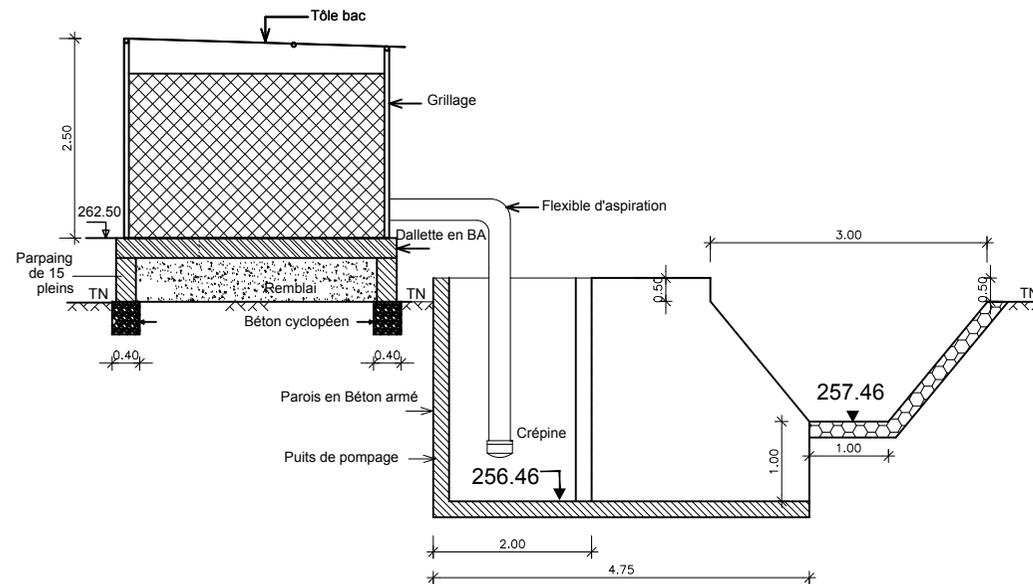
AVANT PROJET DETAILLE  
VERSION DEFINITIVE

STATION DE POMPAGE  
VUE EN PLAN

Date : Oct. 2018

Echelle 1/100

Plan N°2-1



BURKINA FASO

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
ET DES AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES

CABINET

Projet d'Amélioration de la Productivité Agricole  
et de la Sécurité Alimentaire  
( PAPSA )

SITE DE HIGA

Groupement de bureaux d'études :

**CAFI-B / GID**

06 BP 10489 Ouagadougou 06

TEL : 25 50 01 99

Email:cafi@fasonet.bf

BURKINA FASO

Études techniques d'aménagements hydro-  
agricoles de 2500 ha de périmètres irrigués  
(2000 ha en aval et 500 ha en amont)  
dans les régions du Sahel, Centre-Est et  
Centre-Sud (Lot 3)

AVANT PROJET DÉTAILLE

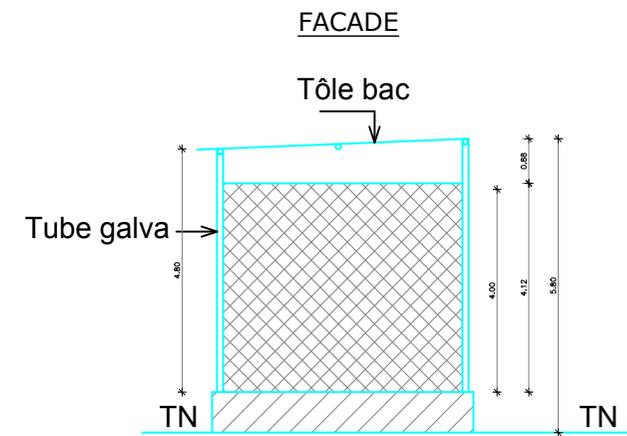
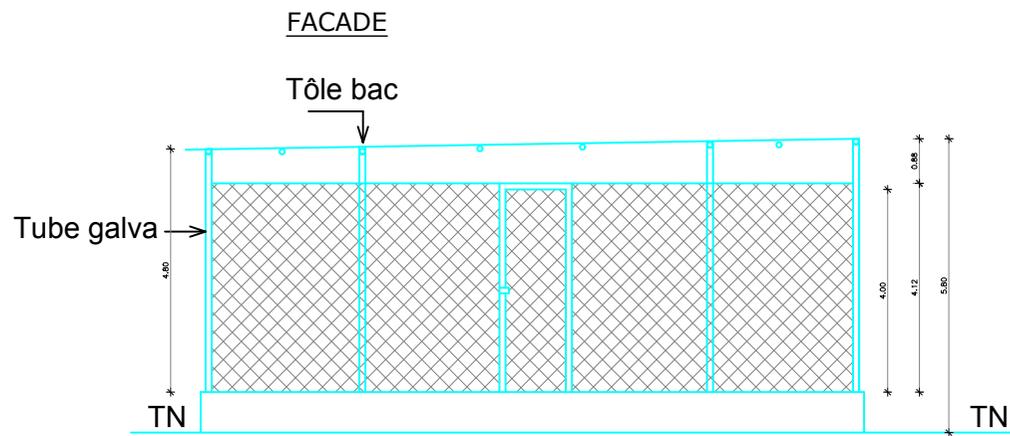
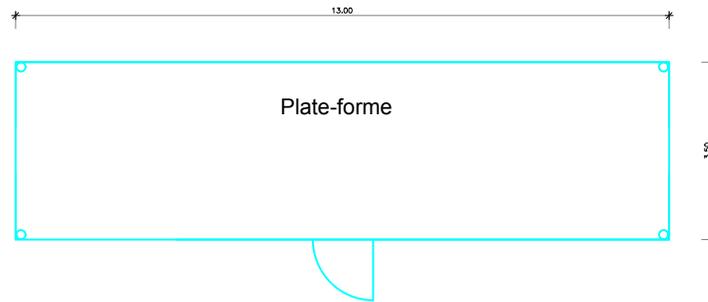
VERSION DÉFINITIVE

STATION DE POMPAGE  
COUPE AA

Date : Oct. 2018

Echelle 1/100

Plan N°2-2



BURKINA FASO

MINISTERE DE L'AGRICULTURE  
ET DES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES

CABINET

Projet d'Amélioration de la Productivité Agricole  
et de la Sécurité Alimentaire  
( PAPSA )

SITE DE HIGA

Groupement de bureaux d'études :

CAFI-B / GID

06 BP 10489 Ouagadougou 06

TEL : 25 50 01 99

Email:cafi@fasonet.bf

BURKINA FASO

Etudes techniques d'aménagements hydro-  
agricoles de 2500 ha de périmètres irrigués  
(2000 ha en aval et 500 ha en amont)  
dans les régions du Sahel, Centre-Est et  
Centre-Sud (Lot 3)

AVANT PROJET DETAILLE

VERSION DEFINITIVE

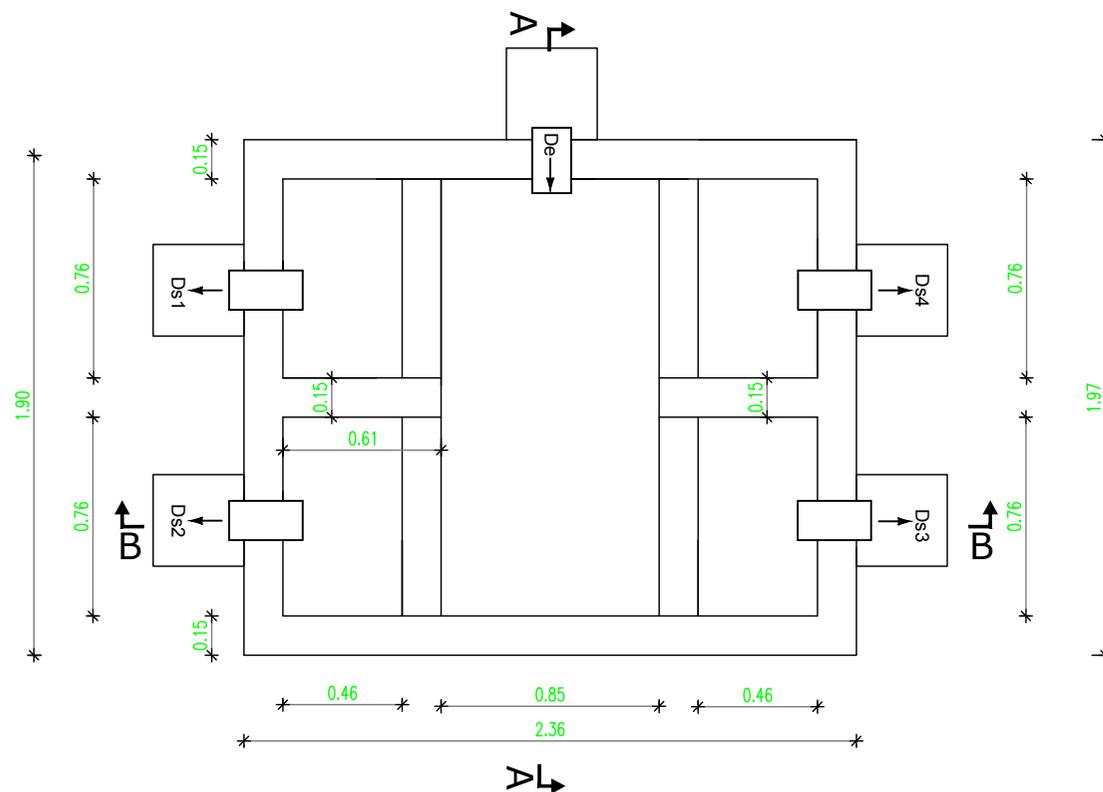
ABRI MOTO POMPE

Date : Oct. 2018

Echelle 1/50

Plan N°2-3

## VUE EN PLAN



**BURKINA FASO**

MINISTRE DE L'AGRICULTURE  
ET DES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES

CABINET

Projet d'Amélioration de la Productivité Agricole  
et de la Sécurité Alimentaire  
( PAPSA )

**SITE DE HIGA**

Groupement de bureaux d'études :

**CAFI-B / GID**

06 BP 10489 Ouagadougou 06

TEL : 25 50 01 99

Email: cafi@fasonet.bf

BURKINA FASO

Etudes techniques d'aménagements hydro-  
agricoles de 2500 ha de périmètres irrigués  
(2000 ha en aval et 500 ha en amont)  
dans les régions du Sahel, Centre-Est et  
Centre-Sud (Lot 3)

AVANT PROJET DETAILLE  
VERSION DEFINITIVE

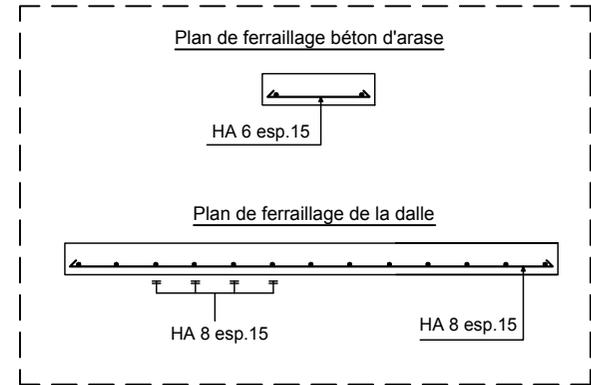
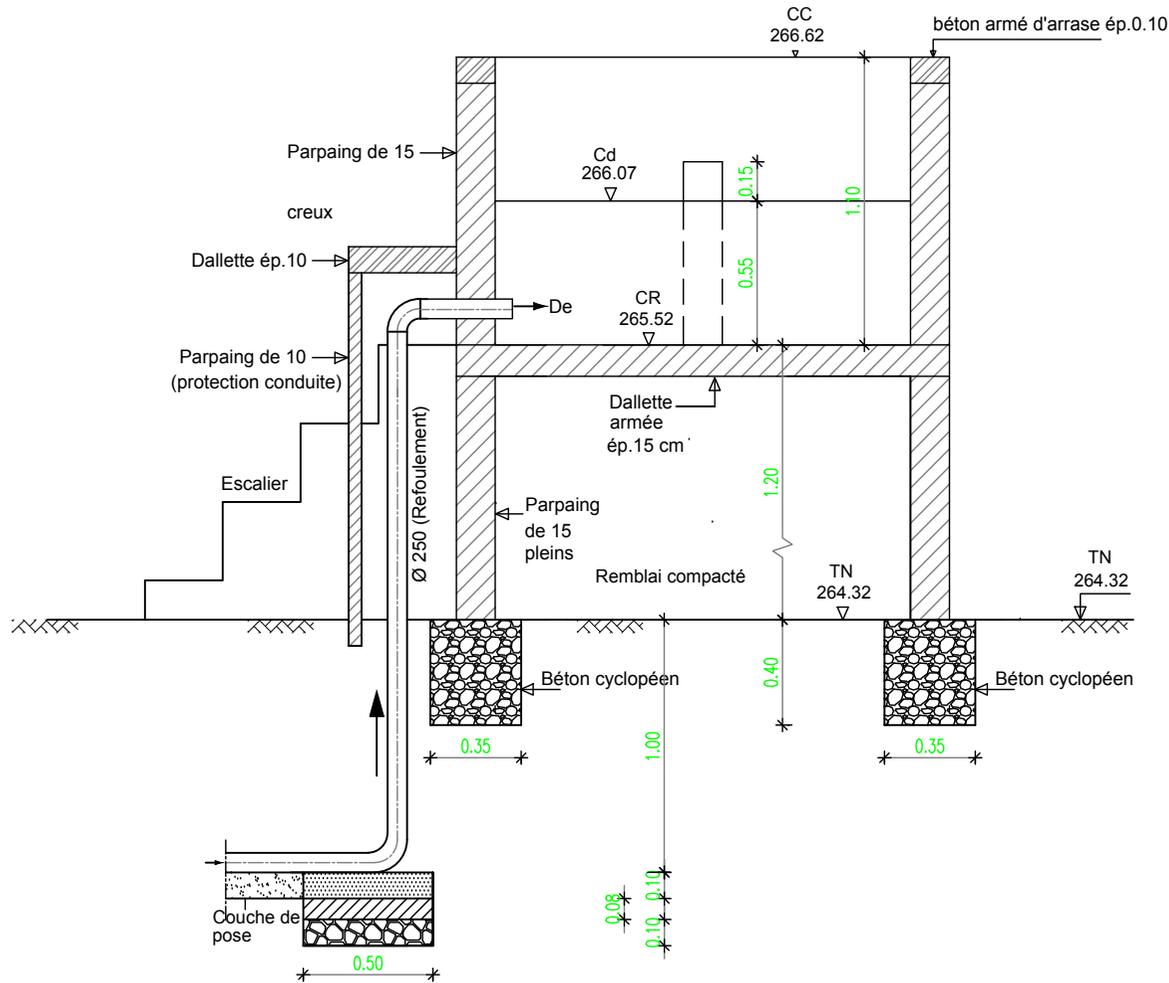
BASSIN PARTITEUR-4 SORTIES  
VUE EN PLAN

Date : Oct. 2018

Echelle 1/20

Plan N°3-1

# COUPE AA



BURKINA FASO

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
ET DES AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES

CABINET

Projet d'Amélioration de la Productivité Agricole  
et de la Sécurité Alimentaire  
( PAPSA )

SITE DE HIGA

Groupe de bureaux d'études :

**CAFI-B / GID**

06 BP 10489 Ouagadougou 06

TEL : 25 50 01 99

Email:cafi@fasonet.bf

BURKINA FASO

Etudes techniques d'aménagements hydro-agricoles de 2500 ha de périmètres irrigués (2000 ha en aval et 500 ha en amont) dans les régions du Sahel, Centre-Est et Centre-Sud (Lot 3)

AVANT PROJET DÉTAILLÉ

VERSION DÉFINITIVE

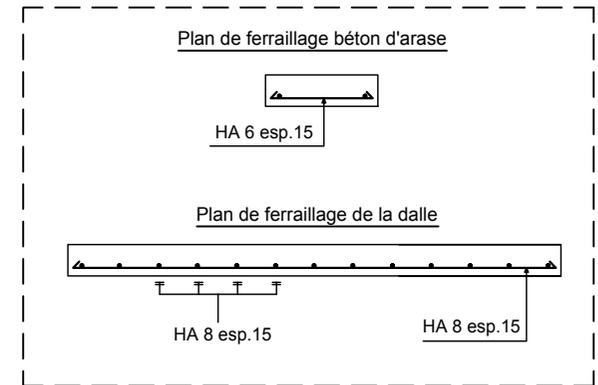
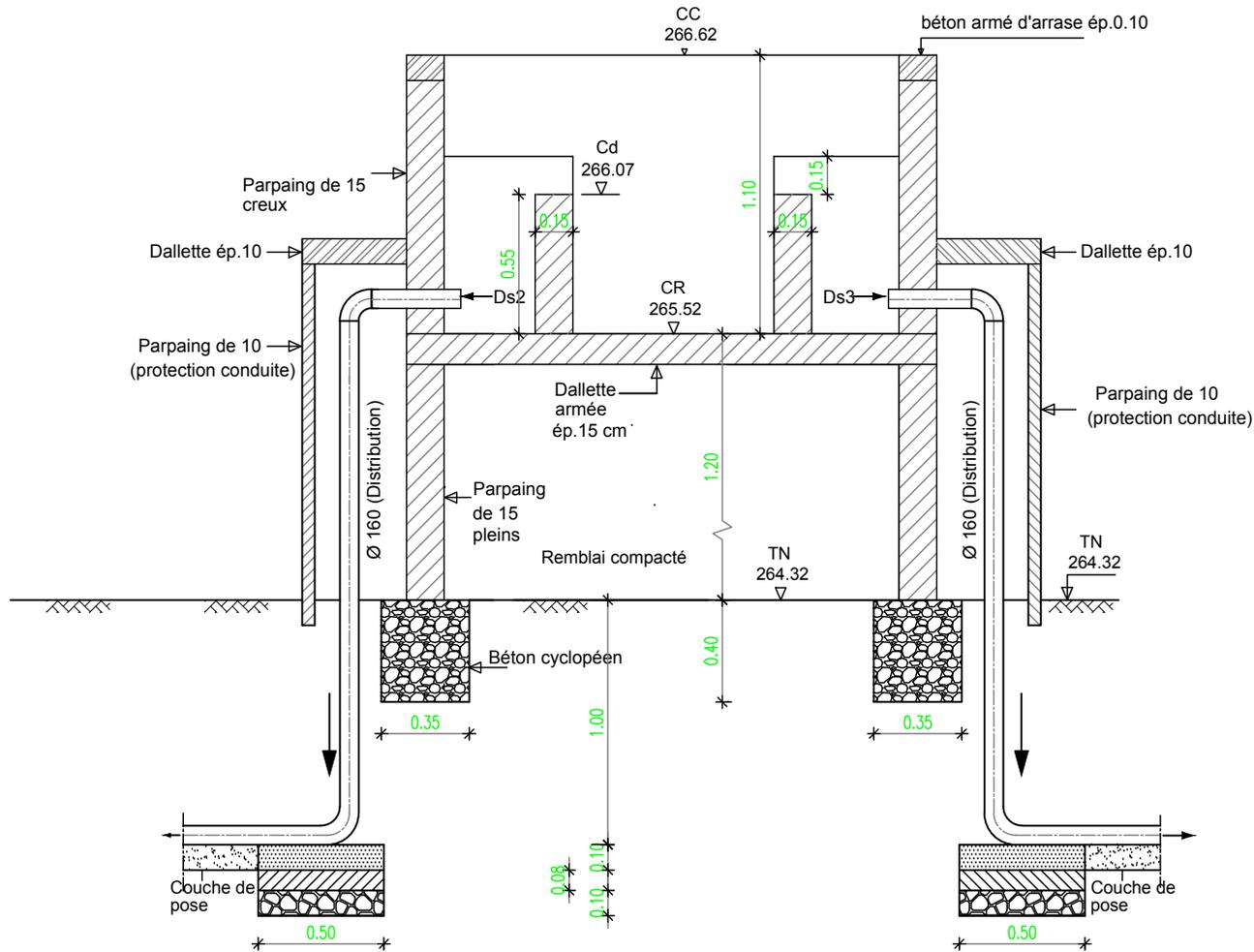
BASSIN PARTITEUR-4 SORTIES  
COUPE A A

Date : Oct. 2018

Echelle 1/20

Plan N°3-2

## COUPE BB



**BURKINA FASO**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
ET DES AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES

CABINET

Projet d'Amélioration de la Productivité Agricole  
et de la Sécurité Alimentaire  
( PAPSA )

SITE DE HIGA

Groupement de bureaux d'études :

**CAFI-B / GID**

06 BP 10489 Ouagadougou 06

TEL : 25 50 01 99

Email: cafi@fasonet.bf

BURKINA FASO

Etudes techniques d'aménagements hydro-  
agricoles de 2500 ha de périmètres irrigués  
(2000 ha en aval et 500 ha en amont)  
dans les régions du Sahel, Centre-Est et  
Centre-Sud (Lot 3)

AVANT PROJET DÉTAILLÉ

VERSION DÉFINITIVE

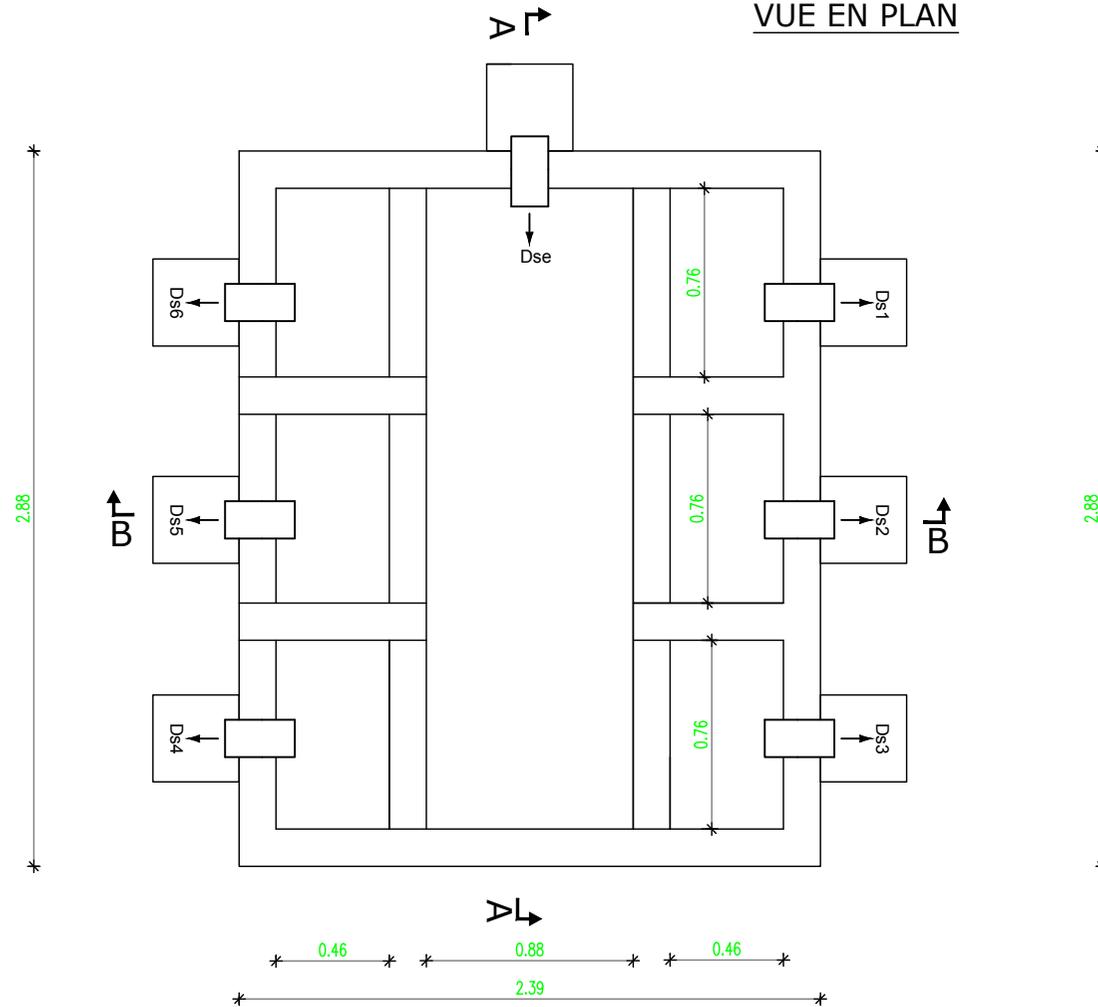
BASSIN PARTITEUR-4 SORTIES  
COUPE B B

Date : Oct. 2018

Echelle 1/20

Plan N°3-3

VUE EN PLAN



BURKINA FASO

MINISTERE DE L'AGRICULTURE  
ET DES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES

CABINET

Projet d'Amélioration de la Productivité Agricole  
et de la Sécurité Alimentaire  
( PAPSA )

SITE DE HIGA

Groupement de bureaux d'études :

**CAFI-B / GID**

06 BP 10489 Ouagadougou 06

TEL : 25 50 01 99

Email: cafi@fasonet.bf

BURKINA FASO

Etudes techniques d'aménagements hydro-  
agricoles de 2500 ha de périmètres irrigués  
(2000 ha en aval et 500 ha en amont)  
dans les régions du Sahel, Centre-Est et  
Centre-Sud (Lot 3)

AVANT PROJET DETAILLE  
VERSION DEFINITIVE

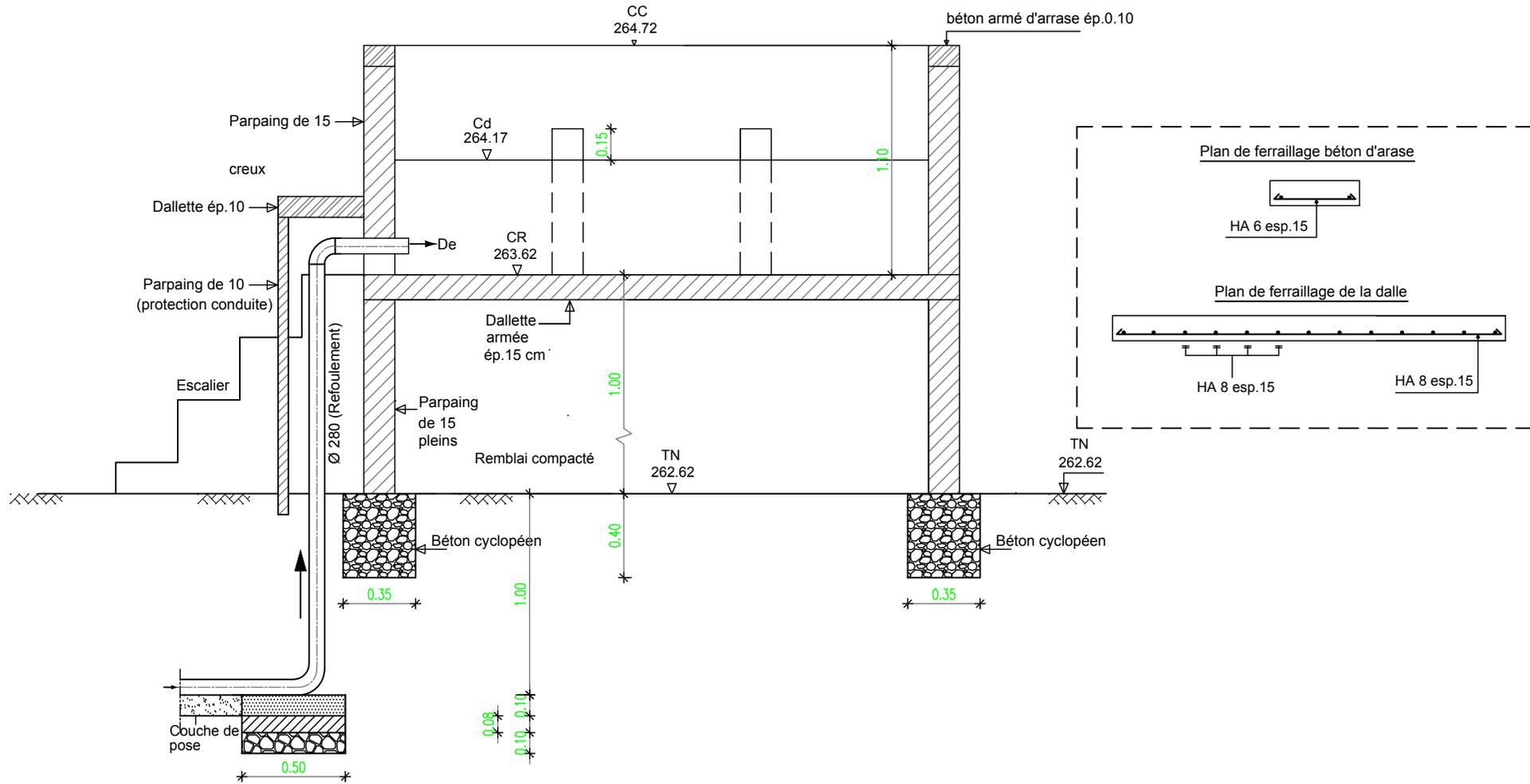
BASSIN PARTITEUR-6 SORTIES  
VUE EN PLAN

Date : Oct. 2018

Echelle 1/20

Plan N°3-7

# COUPE AA



**BURKINA FASO**

MINISTRE DE L'AGRICULTURE  
ET DES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES

CABINET

Projet d'Amélioration de la Productivité Agricole  
et de la Sécurité Alimentaire  
( PAPSA )

**SITE DE HIGA**

Groupement de bureaux d'études :

**CAFI-B / GID**

06 BP 10489 Ouagadougou 06  
TEL : 25 50 01 99  
Email: cafi@fasonet.bf  
BURKINA FASO

Etudes techniques d'aménagements hydro-agricoles de 2500 ha de périmètres irrigués (2000 ha en aval et 500 ha en amont) dans les régions du Sahel, Centre-Est et Centre-Sud (Lot 3)

AVANT PROJET DETAILLE  
VERSION DEFINITIVE

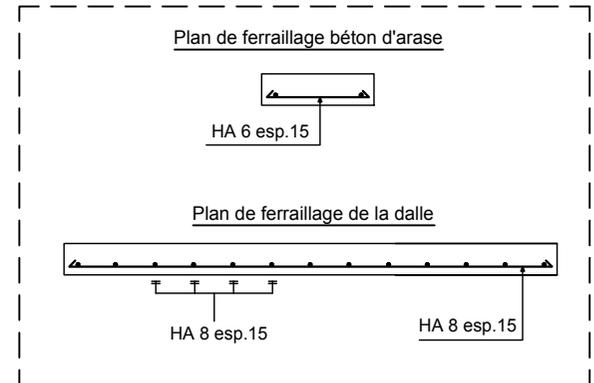
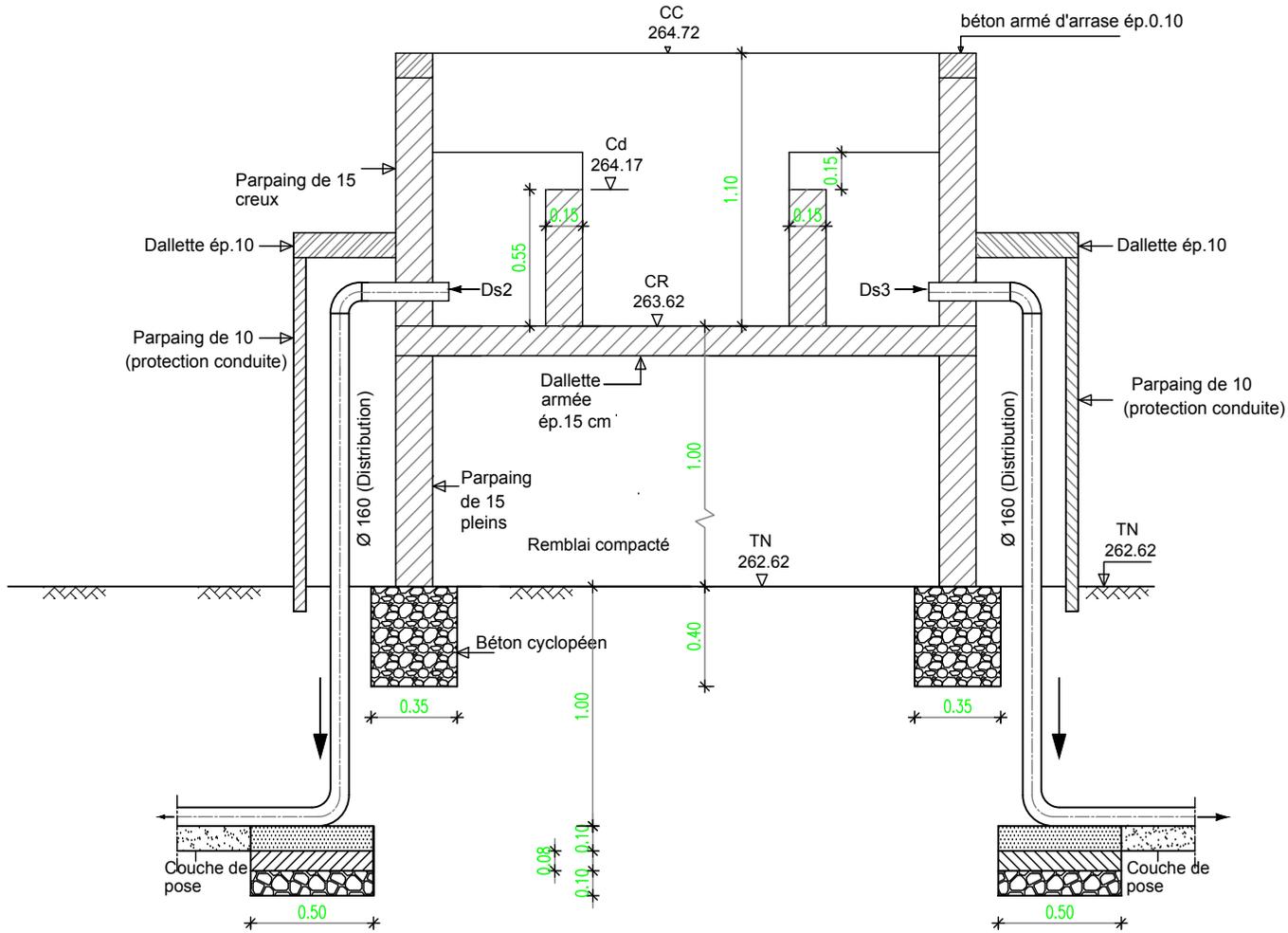
BASSIN PARTITEUR-6 SORTIES  
COUPE A A

Date : Oct. 2018

Echelle 1/20

Plan N°3-8

# COUPE BB



**BURKINA FASO**

MINISTRE DE L'AGRICULTURE  
ET DES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES

CABINET

Projet d'Amélioration de la Productivité Agricole  
et de la Sécurité Alimentaire  
( PAPSA )

**SITE DE HIGA**

Groupement de bureaux d'études :

**CAFI-B / GID**

06 BP 10489 Ouagadougou 06  
TEL : 25 50 01 99  
Email: cafi@fasonet.bf  
BURKINA FASO

Etudes techniques d'aménagements hydro-  
agricoles de 2500 ha de périmètres irrigués  
(2000 ha en aval et 500 ha en amont)  
dans les régions du Sahel, Centre-Est et  
Centre-Sud (Lot 3)

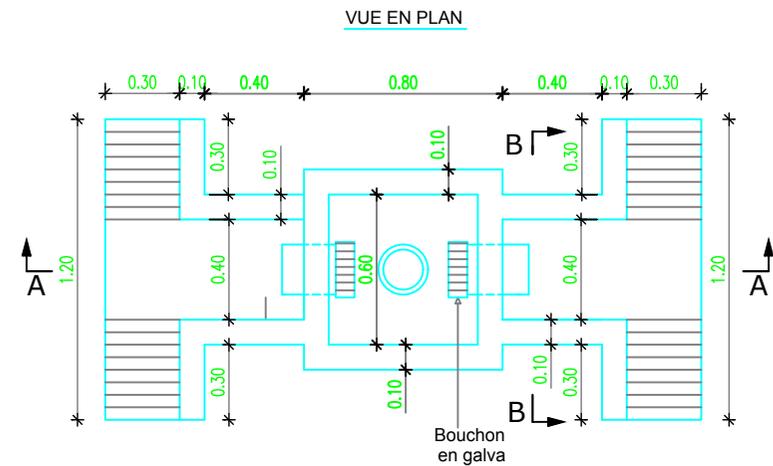
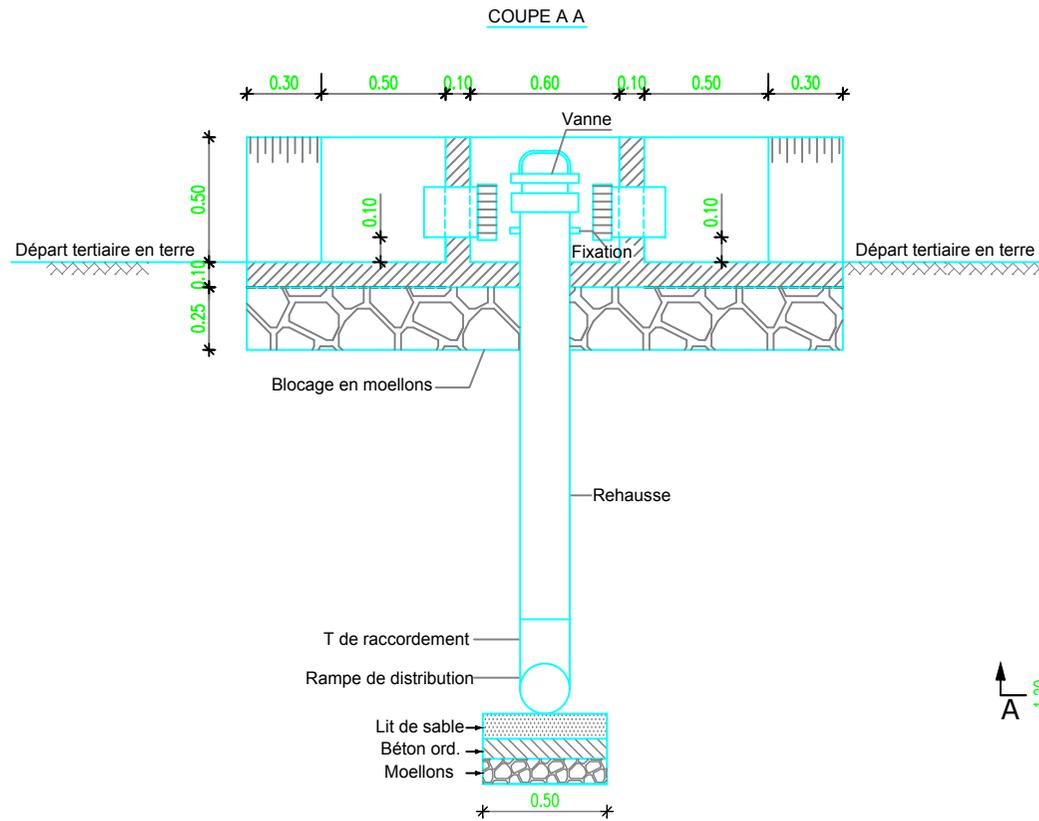
AVANT PROJET DETAILLE  
VERSION DEFINITIVE

BASSIN PARTITEUR-6 SORTIES  
COUPE B B

Date : Oct. 2018

Echelle 1/20

Plan N°3-9



ETUDE D'UN AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE 75 HA DE PERIMETRE IRRIGUE DE TYPE SEMI-CALIFORNIEN EN AVAL DU LAC HIGA DANS LA REGION DU SAHEL

**CAFI-B**

06 BP 10489 Ouagadougou 06  
 TEL : 25 50 01 99  
 Email: cafi@fasonet.bf  
 BURKINA FASO

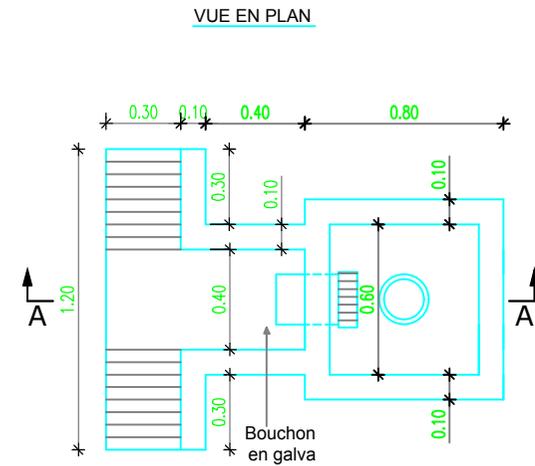
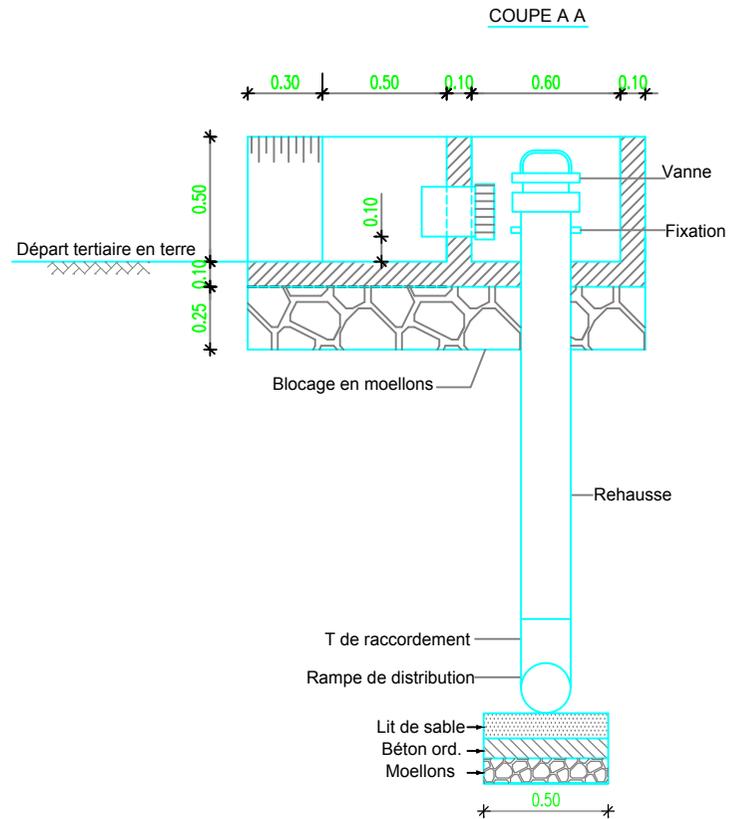
AVANT PROJET DETAILLE

OUVRAGE DE PRISE DOUBLE

Date : Juin. 2019

Plan N°2

Echelle 1/100



ETUDE D'UN AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE 75 HA DE PERIMETRE IRRIGUE DE TYPE SEMI-CALIFORNIEN EN AVAL DU LAC HIGA DANS LA REGION DU SAHEL

**CAFI-B**

06 BP 10489 Ouagadougou 06  
 TEL : 25 50 01 99  
 Email: cafi@fasonet.bf  
 BURKINA FASO

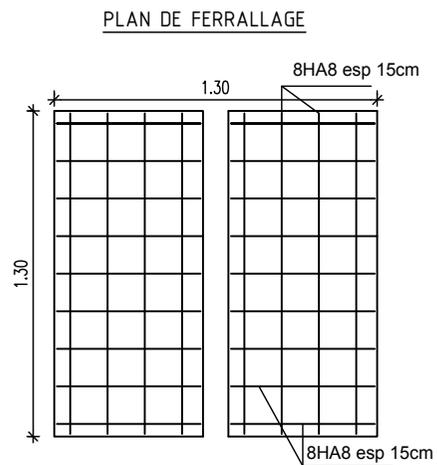
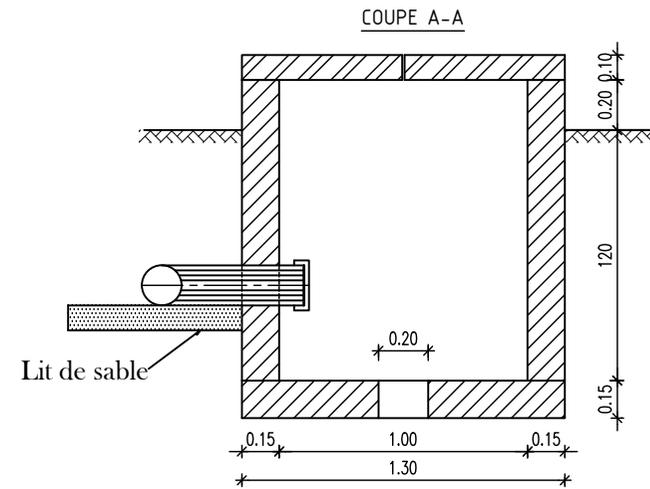
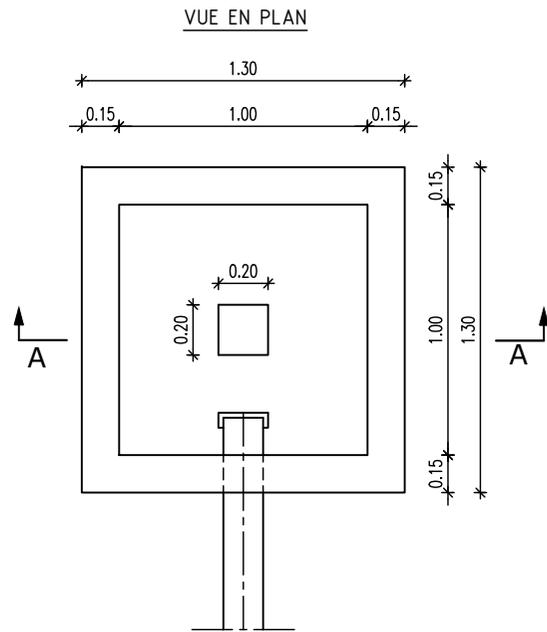
AVANT PROJET DETAILLE

OUVRAGE DE PRISE UNIQUE

Date : Juin. 2019

Plan N°1

Echelle 1/100



ETUDE D'UN AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE 75 HA DE PERIMETRE IRRIGUE DE TYPE SEMI-CALIFORNIEN EN AVAL DU LAC HIGA DANS LA REGION DU SAHEL

**CAFI-B**

06 BP 10489 Ouagadougou 06  
TEL : 25 50 01 99  
Email: cafi@fasonet.bf  
BURKINA FASO

AVANT PROJET DETAILLE

OUVRAGE DE PRISE UNIQUE

Date : Juin. 2019

Plan N°

Echelle 1/100