En coopération avec

Cofinancé par l'Union européenne et le Ministère fédéral allemand de la Coopération Economique et du Développement (BMZ)

Mis en œuvre par

Accompagnement des mutations du Bassin Cotonnier – Programme d'Appui au Développement Rural (ABC – PADER)

Etude d'un dimensionnement du système d'irrigation type « Semi californien » de 30 ha dans la commune de Ngong : village de Douka Longo au Nord du Cameroun.

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : GENIE DE L'EAU, DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES (GEAAH)

Présenté et soutenu publiquement le [28/07/21] par

Rufine Stéphanie YOUTA KOUEBOU

Jury d'évaluation du stage :

Pr. Amadou KEITA : Président de jury

Dr. O. R. YONABA : Examinateur

Encadreurs :

M. Bassirou BOUBE, 2iE

M. Raymond Bouba, ABC PADER/GIZ

Promotion [2020-2021]

DEDICACE

Je dédie ce présent mémoire à DIEU TOUT PUISSANT et à toute ma famille en particulier à mon père **Victor YOUTA** et ma défunte mère **Rose SIME**.

REMERCIEMENTS

Ce mémoire n'aurait pas pu être réalisé sans la contribution de près ou de loin de plusieurs personnes. C'est le lieu d'exprimer notre gratitude à tous ceux qui ont, d'une manière ou d'une autre, permis sa réalisation. Il s'agit de :

- **M. BOUBE Bassirou, Enseignant au 2iE** pour son assistance, sa disponibilité et tous les conseils prodigués tout au long de ce présent mémoire.
- Tous les enseignants de 2iE ;
- **Dr Bahm Andrea, M. Raymond Bouba, toute l'équipe de ABC / PADER et**

  M. Joseph NGUELEODAï pour leur soutien à tous les niveaux pour le bon déroulement de l'étude.
- **M. Adolphe ELLA**, pour son soutien, ses encouragements, et conseils tout au long de la réalisation de ce mémoire.
- **M. Igor OUEDRAOGO, et M. Hermann ILBOUDO,** pour leur soutien indescriptible tout le long de mon parcours à 2iE.
- **M. Serge NGASSAM,** formateur à l'école technique d'agriculture de Garoua pour son aide tout au long de ce travail.
- **M. Djamboutou VONDOU, chef du village Douka Longo,** pour sa disponibilité lors de mes descentes sur le terrain.
- **M. Serge N'da KRA,** pour son aide au cours de ce travail.
- **Mr et Mme cheick SIDIBE**, pour leur encadrement tout au long de mon parcours à 2iE.
- Mon père M. **Victor YOUTA,** pour son soutien indescriptible et ses prières, mon oncle M. **Paul SIKAPIN,** ma sœur **Eliane KUISSI**, mon frère **Emmanuel KAMDEN,** ma sœur **Dodiane MBOUMOE** pour leurs soutiens et prières.

CITATION

« Qui dit Agriculture dit Eau, on peut faire de l'Agriculture sans sol mais il est impossible de faire l'Agriculture sans Eau. »

Dr Dogo SECK, secrétaire général au ministère de l'agriculture et de l'équipement rural, Sénégal (2018)

RESUME

Le Programme d'Accompagnement des mutations du Bassin Cotonnier - Programme d'Appui au Développement Rural (ABC-PADER) issu de la coopération bilatérale entre la République du Cameroun et la République Fédérale d'Allemagne, vise l'amélioration de la situation économique des populations rurales dans les Régions de l'Adamaoua du Nord et de l'extrême-Nord Cameroun. Dans le cadre de ses activités ce programme a décidé de l'étude d'aménagement d'un site communautaire à Douka Longo, village situé dans le département de la Bénoué. Le site présente une superficie aménageable de **40 ha**. L'objectif globale de cette étude est de contribuer à l'amélioration des conditions de vie des populations du village de Douka, par l'augmentation des revenus annuels des producteurs surtout celles des femmes. Plus spécifiquement, l'étude vise l'accroissement de la production agricole à travers des cultures de contre saison puis l'écoulement total de cette production.

Pour la tenue de cette étude, nous avons procédé en deux phases essentielles : l'étude de l'état des lieux du site et le dimensionnement du système d'aménagement. L'étude de l'état des lieux s'est réalisée en trois points essentiels à savoir la revue documentaire, l'état des lieux du site et les études de bases. L'état des lieux nous fait ressortir que pendant la contre saison seulement 50 personnes se livrent à la production des cultures car à l'absence des pluies, la population se rétractent face à la pénible tâche qu'il faudrait effectuer pour alimenter leurs cultures étant donné que le village n'abrite aucunes installations d'aménagements hydro agricole. Nous assistons donc à une faible production durant la contre saison. Quant au dimensionnement, il commence par la proposition d'un plan d'aménagement, puis le dimensionnement à proprement dit et pour finir l'évaluation environnementale et économique. Le plan d'aménagement proposé dans ce mémoire comporte quatre blocs autonomes avec **60 parcelles**, chacune d'une superficie de **0,5 ha**. Le réseau d'irrigation est de type semi californien du fait de son efficience en termes d'économie d'eau et de finance. La spéculation envisagée par les producteurs est l'oignon du fait de sa valeur agronomique et financière élevées. L'évaluation des besoins en eau a abouti à ***372,2****mm/mois* pour les besoins bruts et un débit maximal de pointe d'environ ***3, 3 l/s/ha***. Le tour d'eau est fixé à *deux jours* et la dose réelle d'irrigation est de ***24,81mm***. Les conduites de distribution sont en PVC de diamètre **160 mm**, et les conduites de refoulement ont un diamètre de **180 mm** et sont aussi en **PVC PN 6**.

Par ailleurs, il a été mis en place une station de pompage dotée de quatre groupes motopompes (chacune pour un bloc) alimentés par un groupe électrogène de puissance apparente **31 kW**. Le coût de réalisation du projet est de trois millions deux cent trente-neuf mille sept cent cinquante-quatre **(3 239 754)** francs CFA à l'hectare avec une durée de retour sur investissement d' environ **9 mois à 111%**

Mots-clés : Aménagement hydro agricole, Semi californien, Douka Longo, Oignon, ABC/PADER.

ABSTRACT

The Support Program for Changes in the Cotton Basin - Rural Development Support Program (ABC-PADER) which is the result of bilateral cooperation between the Republic of Cameroon and the Federal Republic of Germany, aims to improve the economic situation of rural populations in the Adamaoua Region of North and Far North Cameroon. As part of its activities, this program has decided to study the development of a community site in Douka Longo, a village located in the Bénoué department. The site has a usable area of 40 ha. The overall objective of this study is to contribute to improving the living conditions of the populations of the village of Douka, by increasing the annual income of producers, especially those of women. More specifically, the study aims to increase agricultural production through off-season crops and then the total sale of this production.

To carry out this study, we proceeded in two essential phases: the analysis of the state of the site and the sizing of the system. The study of the state of the site was carried out in three essential points, namely the documentary review, the state of the site and the basic studies. The site survey revealed that during the off-season, only 50 people are involved in crop production because in the absence of rainfall due to the difficult task of fetching water, the population is reluctant to feed their crops, given that the village has no hydro-agricultural development facilities. We therefore witness a low production during the off season. As for the sizing, it starts with the proposal of a development plan, then the sizing itself and finally the environmental and economic evaluation. The development plan proposed in this report comprises four autonomous blocks with 60 plots, each with an area of 0.5 ha. The irrigation network is of the semi-Californian type because of its efficiency in terms of water saving and finance. The speculation considered by the producers is onions because of their high agronomic and financial value. The evaluation of the water needs resulted in 372.2mm/month for the gross needs and a maximum peak flow of about 3.3 l/s/ha. The water turn is set at two days and the actual irrigation rate is 24.81mm. The distribution pipes are made of PVC with a diameter of 160 mm, and the delivery pipes have a diameter of 180 mm and are also made of PVC PN 6.

In addition, a pumping station has been set up with four motor pumps (each for one block) supplied by a generator with an apparent power of 31 kW. The cost of the project is three million two hundred and thirty-nine thousand seven hundred and fifty-four (3,239,754) CFA francs per hectare with a return on investment of 11 months at a rate of 111%.

Keywords :

Hydro-agricultural development, Semi Californian, Douka Longo, Onion, ABC / PADER.

LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS

❖ Liste des sigles

ABC / PADER Le Programme d'Accompagnement des mutations du Bassin Cotonnier - Programme d'Appui au Développement Rural

CIEH Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques

CSI Centre de santé intégré

FAO Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

Nepad New Partnership for Africa's Development

❖ Liste des abréviations

b largeur au fond

cm centimètre

Cr Coefficient de ruissellement

DN Diamètre Nominal

Dr Dose réelle

ETM Evapotranspiration maximale

ET0 Evapotranspiration de référence

f Franc CFA

g gramme

GPS Global Positioning System

ha hectare

Hgeo hauteur géométrique

HMT Hauteur Manométrique Totale

i pente

Int intérieur

J jour

JL perte de charge linéaire

Kc Coefficient cultural

Kg Kilogramme

Km kilomètre

kW kilowatt

l litre

L La largeur en gueule

mm millimètre

NPSH Net Positive Suction Head

P Puissance

Pa pascal

Pdc perte de charge

pH potentiel Hydrogène

PIB produit intérieur brut

PUT plans d'utilisation des terres

PN Pression Nominale

PVC Polychlorure de vinyle

R revanche

rpm Rotation par minute

RFU Réserve Facilement utilisable

RU Réserve Utile

TN terrain naturel

s seconde

U unité

V vitesse

y tirant d'eau

Z cote

Zr la profondeur d'enracinement

SOMMAIRE

DEDICACE I
REMERCIEMENTS I
CITATION I
RESUME II
ABSTRACT III
LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS IV
SOMMAIRE VI
I INTRODUCTION 1
II PROBLEMATIQUE 2
III OBJECTIF D'ETUDE 2
IV PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE 3
IV.1 PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL (ABC-PADER / GIZ) 3
IV.2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE 4
IV.2.1 Situation géographique et démographique 4
IV.2.1.1 Sol, végétation et flore 5
IV.2.1.1.1 Sol 5
IV.2.1.1.2 Végétation et flore 6
IV.2.1.2 Hydrographie, Climat et Pluviométrie 7
IV.2.1.2.1 Hydrographie 7
IV.2.1.2.2 Climat et Pluviométrie 9
IV.2.2 Cadre socio-économique 10
IV.2.3 Présentation du périmètre choisi dans le village Douka Longo 11
V PRESENTATION DU PROJET 12
V.1 Contexte et Justification 12
V.2 Diagnostic / état des lieux 12
V.2.1 Détail topographique du périmètre 12
V.2.2 Plan détaillé du périmètre 13
V.2.3 Description des composants de l'aménagement 13
V.2.3.1 La source d'eau 13
V.2.3.2 L'aménagement 13
V.2.3.3 Le réseau d'irrigation 13
V.2.3.4 Le réseau de drainage et les ouvrages de vidange 13
V.3 Données de base 14
V.3.1 Les données in situ 14
V.3.2 Les coordonnées géographiques 15

V.3.3 La source d'eau 15
V.3.4 Les cultures 15
V.3.5 Le sol 15
V.3.6 Les périodes de cultures 16
V.3.7 La procédure de réalisation des forages traditionnels existants 16
V.3.8 Le cout de réalisation des cultures au niveau du bas fond 16
V.3.9 Le matériel utilisé pour la réalisation du forage 16
VI MATERIELS ET METHODOLOGIE DE CONCEPTION 17
VI.1 Matériels 17
VI.2 METHODOLOGIE DE CONCEPTION 17
VI.2.1 Visite du périmètre 18
VI.2.2 Revue bibliographique 18
VI.2.3 Collecte des données 18
VI.2.4 Traitement, analyse et exploitation des données 18
VI.2.4.1 Méthodologie sur le choix des cultures 19
VI.2.4.2 Méthodologie sur le choix du système d'irrigation 19
VI.2.4.3 Méthodologie sur le dimensionnement du système d'irrigation 19
VI.2.4.3.1 Dimensionnement initial 19
VI.2.4.3.1.1 Superficie (S en km²) et Périmètre (P en km) 19
VI.2.4.3.1.2 Détermination des besoins en eau de la plante 20
VI.2.4.3.1.3 Paramètres d'irrigation 20
VI.2.4.3.1.3.1 Débit fictif continu DFC 20
VI.2.4.3.1.3.2 Durée d'irrigation N_h 20
VI.2.4.3.1.3.3 Débit maximum de pointe DMP 20
VI.2.4.3.1.3.4 Choix de la main d'eau m (l / s) 20
VI.2.4.3.1.3.5 Blocs et Quartiers hydraulique W 21
VI.2.4.3.1.3.6 Détermination de la réserve utile RU 21
VI.2.4.3.1.3.7 Calcul de la réserve facilement utilisable RFU ou dose pratique DP 22
VI.2.4.3.1.3.8 Fréquence d'irrigation 22
VI.2.4.3.1.3.9 Le tour d'eau T(j) 22
VI.2.4.3.1.3.10 La dose réelle (D_r) 22
VI.2.4.3.1.3.11 Le besoin net (Bn) 22
VI.2.4.3.1.3.12 Le besoin brute (B_b) 23
VI.2.4.3.1.3.13 Le débit d'équipement (qe) 23
VI.2.4.3.1.3.14 Temps d'irrigation par poste à l'hectare 23

VI.2.4.3.1.3.15 Débit totale en tête de réseau 23
VI.2.4.3.2 Dimensionnement final 24
VI.2.4.3.2.1 Dimensionnement des conduites de distribution 24
VI.2.4.3.2.2 Dimensionnement du bassin partiteur 24
VI.2.4.3.2.2.1 Calcul des pertes de charges linéaires JL 24
VI.2.4.3.2.2.2 Calcul des pertes de charges totales JT 25
VI.2.4.3.2.2.3 Calcul de la cote minimale du radier du bassin 25
VI.2.4.3.2.2.4 Calcul de la hauteur d'élévation du bassin partiteur 25
VI.2.4.4 Méthodologie de dimensionnement de la station de pompage 25
VI.2.4.4.1 Réseau d'adduction 25
VI.2.4.4.2 Réseau de refoulement 25
VI.2.4.4.3 Dimensionnement des pompes 25
VI.2.4.4.3.1 Détermination de la HMT et choix du type de pompe 26
VI.2.4.4.3.2 Point de fonctionnement des pompes 26
VI.2.4.5 Dimensionnement de la source d'énergie 26
VI.2.4.6 Méthodologie de dimensionnement du réseau de drainage 27
VI.2.4.6.1 Estimation du débit 27
VI.2.4.6.1.1 Colatures de ceinture 27
VI.2.4.6.1.2 Drains internes 28
VI.2.4.6.2 Méthodologie de détermination de la pluie décennale maximale journalière 28
VI.2.4.6.2.1 Détermination de pluie décennale maximale journalière 28
VI.2.4.6.3 Dimensionnement des sections des drains 28
VI.2.4.7 Méthodologie sur la gestion du périmètre 29
VI.2.4.7.1 Ouvrages de vidange 29
VI.2.4.7.2 Réseau de circulation 29
VI.2.4.7.3 Entretien et gestion du périmètre 29
VI.2.4.7.4 Etude d'impact environnemental 29
VI.2.4.7.5 Estimation du coût de l'aménagement 29
VI.2.4.8 Etude de rentabilité 29
VII RESULTATS 30
VII.1 CHOIX DE LA SPECULATION 30
VII.1.1 Justification du choix de la culture 30
VII.1.1.1 Créateur d'activités économiques 30
VII.1.1.2 Une forte valeur économique 30
VII.1.1.3 L'expérience des exploitants quant à la mise en culture de l'oignon 30

VII.1.2 Caractéristiques agro-morphologiques de l'oignon 31
VII.1.3 Environnement nécessaire 31
VII.1.3.1 Climat 31
VII.1.3.2 Sol 31
VII.1.4 Mode de culture 31
VII.2 CHOIX DU SYSTEME D'IRRIGATION 33
VII.2.1 Justification du choix du système d'irrigation de type semi californien 36
VII.2.2 Description du système d'irrigation de type semi californien 36
VII.3 EVALUATION DES BESOINS EN EAU ET DES PARAMETRES D'IRRIGATION 37
VII.3.1 Evaluation des besoins en eau 37
VII.3.1.1 Besoins nets 37
VII.3.1.2 Besoins bruts 37
VII.3.1.3 Le débit fictif continue 37
VII.3.1.4 Le débit maximal de pointe 37
VII.3.1.5 Besoin en eau pour une campagne de contre saison 37
VII.3.2 Paramètres d'irrigation 38
VII.3.2.1 Le tour d'eau T 38
VII.3.2.2 La fréquence N 38
VII.3.2.3 La Réserve facilement utilisable RFU 38
VII.3.2.4 La dose réelle Dr 38
VII.3.2.5 La main d'eau m 38
VII.3.2.6 La durée d'arrosage par prise t 38
VII.4 LA RESSOURCE EN EAU 40
VII.4.1 Disponibilité de la ressource 40
VII.4.2 Qualité de l'eau d'irrigation 40
VII.5 DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES 41
VII.5.1 Chenal d'amenée 41
VII.5.2 Station de pompage 41
VII.5.2.1 Puit d'aspiration 41
VII.5.2.2 Plateforme de pompage 41
VII.5.2.3 Abri de la station de pompage 42
VII.5.2.4 Les groupes motopompes 42
VII.5.2.4.1 Choix des pompes 42
VII.5.3 Les Bassins partiteurs 42
VII.5.3.1 Dimensionnement des bassins partiteurs 43

VII.5.3.2 Calage des bassins répartiteurs 43
VII.5.4 Prise parcellaire 44
VII.5.5 Vidange 44
VII.5.6 Dimensionnement des conduites 44
VII.5.6.1 Refoulement 44
VII.5.6.2 Distribution 45
VII.5.6.3 Détermination de la pression nominale des conduites 45
VII.5.7 Dimensionnement des ouvrages annexes 47
VII.5.7.1 Colatures 47
VII.5.7.2 Drains 49
VII.6 NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL 50
VII.6.1 Objectif de l'étude 50
VII.6.2 Description du projet 50
VII.6.2.1 Etat initial du projet 50
VII.6.2.2 Milieu naturel 50
VII.6.2.3 Milieu humain 50
VII.6.2.4 Infrastructures hydrauliques 50
VII.6.3 Analyse des impacts 50
VII.6.3.1 Pendant la phase préparatoire 50
VII.6.3.2 Phase de construction 50
VII.6.3.3 Phase d'exploitation et d'entretien 51
VII.6.4 Mesures d'atténuation 51
VII.7 EVALUATION ECONOMIQUE 52
VII.7.1 Cout estimatif du projet 52
VII.7.2 Etude de rentabilité 52
VII.7.2.1 Production prévisionnelle 52
VII.7.2.2 Les charges d'exploitation 52
VIII DISCUSSION ET ANALYSE 53
IX CONCLUSION 55
X RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES 56
XI ENTRETIEN DU PERIMETRE 56
XI.1 Colatures : 56
XI.2 Motopompe : 56
XI.3 Bassin partiteur : 56
XI.4 Conduites : 57
XI.5 Ouvrages de vidanges : 57

XII BIBLIOGRAPHIE 58
ANNEXE : 60
ANNEXE 1 : PARAMETRE D'IRRIGATION 61
ANNEXE 2 : CALAGE DES BASSINS PARTITEURS 63
ANNEXE 3 : DIMENSIONNEMENT DES POMPES 67
ANNEXE 4 : OUVRAGES ANNEXES 70
ANNEXE 5 : ETUDE DE RENTABILITE ECONOMIQUE 72

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1: données in situ 14
Tableau 2: les différents points géographiques du site 15
Tableau 3:Caractéristiques des blocs et répartition des superficies 21
Tableau 4: Valeurs de la réserve utile selon le type de sol 21
Tableau 5: Caractéristiques du groupe électrogène 26
Tableau 6:Caractéristiques agro-morphologiques de l'oignon 31
Tableau 7: Les principaux ennemis et traitements 32
Tableaux 8:Avantages et inconvénients des systèmes d'irrigation 33
Tableau 9: Récapitulatif de l'évaluation des besoins en eau de l'oignon pour la campagne sèche 37
Tableau 10: Paramètre d'irrigation 38
Tableau 11: Valeur du débit écoulé 40
Tableau 12: Dimensions du chenal d'amené 41
Tableau 13: dimensions du puit d'aspiration 41
Tableau 14: caractéristiques des pompes choisis 42
Tableau 15:dimensions des bassins partiteurs 43
Tableau 16: récapitulatif du calage des bassins répartiteurs 44
Tableau 17:dimensionnement des conduites de refoulement 44
Tableau 18: calcul de la célérité 46
Tableau 19: calcul des surpressions 47
Tableau 20: calcul du débit de la colature de ceinture 48
Tableau 21: Sections de la colature de ceinture 48
Tableau 22: dimensions retenues des drains 49
Tableau 23: production prévisionnelle de l'oignon 52
Tableau 24: Evaluation de la charge totale sur l'exploitation du périmètre 53

LISTES DES FIGURES

Figure 1: Situation du site de l'étude 4
Figure 2: Vue aérienne du site 5
Figure 3: Organisation de l'arrosage pour un tour d'eau 39
Figure 4: détermination du coefficient de ruissellement 47
Figure 5 : Plan d'aménagement du site 49
Figure 6: Bassin partiteur 73

Figure 7: profil en travers de la colature de ceinture 73
Figure 8: profil en travers du drain 73

Image 1: Quelques types de sols présents dans le bassin 6
Image 2: Foret de Mayo Bangain (à gauche) et Verger de Douka Longo (à droite) 7
Image 3: Cours d'eau Mayo Douka 8
Image 4: Illustration d'un point d'eau à usage multiple 8
Image 5: Groupe électrogène 70

Graphique 1:Diagramme pluie, pluie efficace, température minimale, température maximale, humidité, vent et ET0 de la zone 10
Graphique 2 : Répartition des coûts de l'aménagement 52

Carte 1 : hydrographie de la commune de Ngong 9

I INTRODUCTION

Selon une étude annuelle des Nations unies en juillet 2020 des dizaines de millions de personnes ont rejoint, ces cinq dernières années, les rangs de celles qui sont chroniquement sous alimentées et les pays continuent, dans le monde entier, de lutter contre de multiples formes de malnutrition. Elle estime que près de 690 millions de personnes ont souffert de la faim en 2019, soit une augmentation de 10 millions par rapport à 2018, et de près de 60 millions en 5 ans. Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO, 2015) Cette situation est d'autant plus alarmante en Afrique sub-saharienne ou le quart de la population est toujours sous-alimenté. Au Cameroun selon le rapport de l'indice de la faim en Afrique (2016) le pays connait une réduction du niveau de la faim mais ceci ne suffit pas à sortir le pays de la liste des pays africains ou le problème existe de manière grave (Nepad, juillet 2017). Cependant nous faisons face à plusieurs problèmes liés à l'agriculture au Cameroun, le climat et le sol constituent les deux principaux obstacles naturels observer. En effet si les pluies sont abondantes et régulières dans la zone méridionale, elles sont plutôt rares et irrégulières dans la partie septentrionale du pays. L'arrivée tardive des pluies y occasionne la sécheresse et la famine. C'est donc dans le cadre de l'accroissement de la production agricole afin d'atteindre la sécurité alimentaire et le développement économique, que Le Programme d'Accompagnement des mutations du Bassin Cotonnier - Programme d'Appui au Développement Rural (ABC-PADER) issu de la coopération bilatérale entre la République du Cameroun et la République Fédérale d'Allemagne, vise l'amélioration de la situation économique des populations rurales dans les Régions de l'Adamaoua , du Nord et de l' extrême-Nord Cameroun. Cependant, les conditions climatologiques au Nord du Cameroun ne sont pas favorables à une activité agricole intensive malgré le grand potentiel en terre aménageable. En effet, il connaît un climat tropical à deux saisons contrastées : une longue saison sèche d'octobre à mai et une courte saison de pluies de juin à septembre. Le climat est caractérisé par une grande variabilité interannuelle et une mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluviométrie. En outre, l'agriculture de façon générale (pluviale et irriguée) occupe 56 % de la population active au Cameroun en 2003, bien que seulement environ 15 ,4 % des terres soient arables (IRAD, 2004). Ce faible taux s'explique par la non-maitrise de la ressource en eau et de l'insuffisance des aménagements des bas-fonds. C'est ainsi que l'irrigation se présente comme l'une des solutions pertinentes à travers des projets d'aménagement hydro agricole aux abords des cours d'eau pérennes. C'est dans ce cadre donc que s'inscrit cette étude sur le thème « Etude d'un dimensionnement du système d'irrigation type Semi californien de 30 ha dans la commune de Ngong : village de Douka Longo au Nord du Cameroun. » Il s'agit là de proposer un aménagement d'un site communautaire intégrant une gestion participative et durable des ressources en eau à l'échelle d'un bassin versant et qui sera réaliser par ABC/PADER, en vue de permettre l'agriculture tant en saison pluvieuse qu'en saison sèche dans le bas fond du village Douka Longo avec utilisation du cours d'eau Douka comme ressource en eau. Pour se faire, nous proposerons un plan d'aménagement du site, caractériserons le réseau en fonction des cultures qu'auront choisi les exploitants et proposerons un plan de gestion du site. Dans la suite de ce document, nous présentons les objectifs visés par cette étude, la méthodologie et les matériels utilisés. De même, nous présenterons une synthèse des résultats obtenus, une notice d'Impact Environnemental et Social ; et pour finir des recommandations et perspectives afin d'améliorer la gestion du site.

II PROBLEMATIQUE

Selon les chiffres de l'Institut National de la statistique, 39,9 % de la population camerounaise vivraient en dessous du seuil de pauvreté, fixé à 738 CFA /jour. Le taux de pauvreté évaluée à 12,2 % en milieu urbain, atteint 55 % en milieu rural (PODCAST JOURNAL, septembre 2009). La principale activité du milieu rurale qui est l'agriculture ne parvient pas aux habitants d'en venir à bout. En effet, l'agriculture du grand Nord du Cameroun n'est globalement pas très productive. Les rendements des principales cultures restent faibles et cela n'est pas dû aux faites que ces producteurs soient restés inactifs. Ils ont montré au contraire une très grande capacité d'innovation en mettant en valeur de nouvelles terres, en récupérant des terres devenues incultes. Cependant l'entrepreneuriat rural est très faiblement développé, réduisant les possibilités de valorisation, de diversification et de commercialisation des produits nationaux. Douka Longo fait partie d'un bassin versant traverse par le cours d'eau Mayo Douka et regroupant 05 villages : Douka Longo, Mayo-Bangaï, Tamounde 1, Tamounde 2 et Sabongari. ABC-PADER avait accompagné ce bassin versant à travers un diagnostic et l'élaboration d'un Plan d'utilisation des terres (PUT) qui a mis en exergue la nécessité d'intégrer l'irrigation dans les systèmes de production agricoles en vue d'accroitre les rendements. La faible productivité agricole au niveau de Douka Longo s'explique par le fait que l'agriculture dans ce village demeure encore en majorité dépendante des productions pluviales.

Cependant Douka Longo regorge d'énormes potentialités et de réelles opportunités notamment la disponibilité des terres aménageables et des ressources halieutiques non encore exploitées, une forte main d'œuvre, l'accroissement de la demande de produits agricoles etc.

Dans ce contexte de pauvreté et face aux aléas climatiques les autorités du pays ont défini une politique de développement durable de l'agriculture irriguée.

Le présent projet d'aménagement hydro agricole contribuera donc à augmenter la production agricole du village Douka Longo, surtout en saison sèche, pour ainsi faire face aux besoins locaux voire permettre une exportation des produits.

III OBJECTIF D'ETUDE

L'objectif général de cette étude est la Réalisation de l'Avant-Projet Détaillé de l'aménagement de 30 ha de Périmètre Irrigués type ''semi californien'' à Douka Longo.

Plus spécifiquement cette étude vise l'atteinte des objectifs suivants :

- Produire l'avant-projet détaillé du périmètre.
- Déterminer le coût des travaux ainsi que la durée de retour sur investissement.
- Définir la notice d'impact environnemental.
- Evaluer l'augmentation de la production agricole à travers l'installation du système semi californien sur le site.

- Permettre La disponibilité des produits (cultures maraichères/oignon) en toute saison sur les marchés.

Pour atteindre ces objectifs spécifiques de nombreuses activités seront menées à savoir :

- La proposition d'une mise en place d'un système d'irrigation qui s'articulera sur trois points : la réalisation d'une étude technique, la réalisation d'une étude financière et la rédaction d'une notice d'impact environnemental et sociétal

- La proposition des méthodes d'entretiens et de formation sur la gestion du système d'irrigation afin d'optimiser les rendements agricoles ;

IV PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

IV.1 PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL (ABC-PADER / GIZ)

Le Programme d'accompagnement des mutations du bassin cotonnier du Cameroun - programme d'Appui au Développement Rural (ABC-PADER) issue de la coopération bilatérale entre la République du Cameroun et la République fédérale d'Allemagne vise à améliorer la situation économique des populations rurales, en particulier des femmes et des jeunes dans les régions de l'Adamaoua, du Nord et de l'extrême-Nord.

Les ressources naturelles sont marquées par une évolution régressive de leurs caractéristiques. Leur gestion se complexifie dans un contexte de changement climatique et de fortes pressions démographiques (humaine et animale). La mise en œuvre des solutions techniques et institutionnelles proposées pour lever les contraintes pour une meilleure gestion des ressources naturelles et des terroirs va nécessiter, entre autres, la mobilisation des moyens humains, matériels, et l'organisation des séances de sensibilisation et de renforcement des capacités des acteurs.

Dans une phase précédente (PADER) un certain nombre d'appuis a été orienté vers l'élaboration des plans d'Utilisation des Terres (PUT) à travers l'approche bassins versants notamment dans la commune de Ngong pour une meilleure gestion des ressources naturelles (l'eau, le sol, et la végétation). Cette gestion fait référence au mode d'utilisation qui en est faite de manière individuelle et collective. Les pratiques de gestion de l'eau, de la végétation et du sol varient en fonction de la zone du bassin versant (montagne, piedmont, plaine exondée et plaine inondée).

La problématique de la gestion des ressources naturelle reste encore une priorité à aborder dans le cadre de ABC-PADER. Ainsi, il est donc opportun pour ABC-PADER d'évaluer les pratiques de gestion existantes et de proposer des modèles appropriés pour un développement durable des productions agricoles et pastorales.

IV.2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

IV.2.1 Situation géographique et démographique

Le village Douka Longo a été fondé en 1988 par Monsieur Danibé, un Centrafricain. Il se situé dans la région du Nord Cameroun, département de la Bénoué. Il dépend administrativement de la commune de Ngong et de l'arrondissement de Tcheboa, et, au niveau de la chefferie traditionnelle, du lamidat de Tcheboa.

Le site d'étude est limité au Nord par le village de MAYO BANGAI, au Sud par le village de TAMOUNDE *1*, au nord-est par le village de LAINDE MASSA et à l'Ouest par le MAYO DOUKA. Ce village couvre une superficie d'environ 110,90 km², sa chefferie, se situe aux coordonnées GPS suivants : 13, 40434 EST ; 09,06772 Nord. Le village de Douka Longo qui se trouve au Nord Est de la commune compte une population de 1672 habitants : 814 hommes et 858 femmes (CSI de Ngong, 2019), cette population se divise en une dizaine de groupes ethniques de taille inégale et parlant des langues différentes où s'impose cependant le fulfulde comme langue vernaculaire.

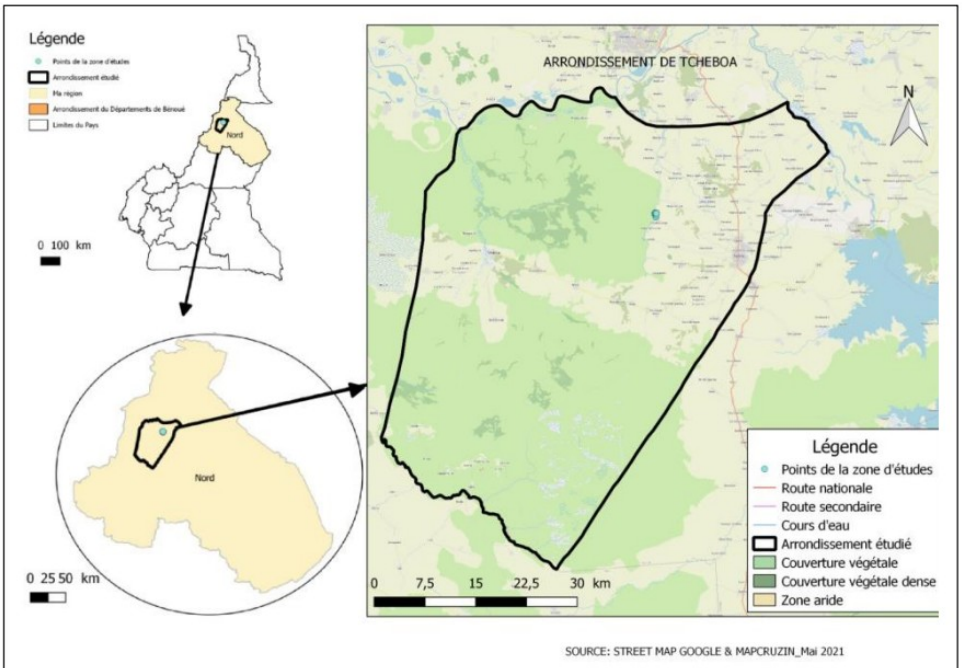


Figure 1: Situation du site de l'étude

Les coordonnées géographiques du site sont 9°04'32.16"N et 13°23'44.16"E.

Figure 2: Vue aérienne du site

Source : Google Earth

IV.2.1.1 Sol, végétation et flore

IV.2.1.1.1 Sol

Les sols sont très différenciés (Image 1). Dans les bas-fonds on rencontre les sols hydromorphes ou vertisols dans les localités parcourues par les Mayos et les cours d'eau permanents. Au pied des montagnes on fait face aux sols à minéraux bruts (lithosols).
Toutefois au fur et à mesure que l'on se retrouve près des habitations une légère transition apparaît pour laisser place à des sols vertilithomorphes sur planosols.
Ces sols sont en général, pauvres en éléments fertilisants (phosphore, azote) et très sensibles à l'érosion par leur texture sableuse et leur faible teneur en matière organique, moins de 1% dans l'horizon de surface 0-20 cm (Brabant et Gavaud, 1985 ; Boli, 1996 *in* Offossou, 2011).
Les zones proches des collines sont particulièrement exposées à l'érosion hydrique. Ces sols ferrugineux sont acides (pH= 5,5 à 6) et ont un faible capacité d'échange cationique.

Image 1: Quelques types de sols présents dans le bassin

Source : DP du bassin-versant de Mayo-Douka dans la Commune de Ngong, AJVN, 2019

Comme on peut l'observer sur l'image 1 ci-dessus, le bassin montre une diversité de sols allant des sols sableux, aux sols argileux en passant par des sols caillouteux et rocheux.

IV.2.1.1.2 Végétation et flore

Le secteur agricole représente l'une des principales sources de revenu financier dans le bassin versant. L'agriculture tributaire des pluies est pratiquée par la quasi-totalité de la population. Les cultures les plus pratiquées sont : arachide, maïs, sorgho, sésame, coton et les cultures maraîchères (oignon, pastèque, gombo, aubergine) de contre saison. Parlant des systèmes des cultures, nous notons les cultures pures (coton, maïs, arachide, sorgho et les cultures associées : arachide/sorgho et des rotations coton//légumineuse//céréale). Les itinéraires techniques de production sont classiques et suit la logique : la préparation du sol, le labour, le semis, sarclage, buttage, la récolte et le conditionnement. Dans tout le sous-bas sin, on note la présence de la petite mécanisation : le labour, le transport des récoltes et le buttage se font à l'attelage, le sarclage se fait par les produits chimiques, le décorticage des arachides à la machine et les autres activités se font manuellement. Le NPK et l'urée sont les types d'engrais utilisés pour la fertilisation chimique dans les parcelles de coton et de céréales. Cette agriculture n'assure pas toujours aux producteurs les revenus escomptés ceci à cause de la gestion inappropriée des ressources naturelles (eau et terre) et les ventes précoces.

La zone est couverte par des savanes arborées et des savanes herbeuses. La végétation de la zone prend différent aspects et compositions qui sont en relation avec l'influence humaine, la durée d'inondation, la proximité de la nappe phréatique, l'épaisseur du sol et ses propriétés physico- chimiques (Onana, 1995). Parmi les espèces présentes dans le sous bassin, nous pouvons citer : Daniellia oliveri, Terminalia glaucescens, Pterocarpus lucens, Percopsis laxiflora, Acacia ataxacantha, Combretum paniculatum, Acacia sieberiana, Acacia Ataxacantha, Percopsis laxiflora, Combretum collinum, Anogeissus leicarpus, Celtis Integrifolia, Prosopis africana, Cassia sieberiana, etc.
La forêt sacrée de Mayo Bangai, d'une superficie d'environ 4 ha est la seule unité forestière relevée par les communautés du bassin. Le bassin versant jonche ainsi les limites de la ZIC 19. Cette forêt a une très forte valeur culturelle et les communautés de Mayo Bangai considèrent que c'est dans cette forêt que se trouvent les esprits protecteurs du village. C'est d'ailleurs parce que ces esprits sont là que le village bénéficie de la présence dans cette forêt d'une source d'eau potable intarissable même en saison sèche. En dehors de cette unité forestière, on retrouve aussi dans le village des vergers aménagés par les populations (Image 2).

Image 2: Foret de Mayo Bangain (à gauche) et Verger de Douka Longo (à droite)

Source : DP Douka Longo, AJVN, 2019

IV.2.1.2 Hydrographie, Climat et Pluviométrie

IV.2.1.2.1 Hydrographie

Le bassin est drainé par un réseau hydrographique dominé par un cours d'eau principal (Mayo Douka). Ce cours d'eau principal coule vers le Sud en se ramifiant au fur et à mesure qu'il s'approche de son exutoire.

Image 3: Cours d'eau Mayo Douka

Source : DP Douka Longo, AJVN, 2019

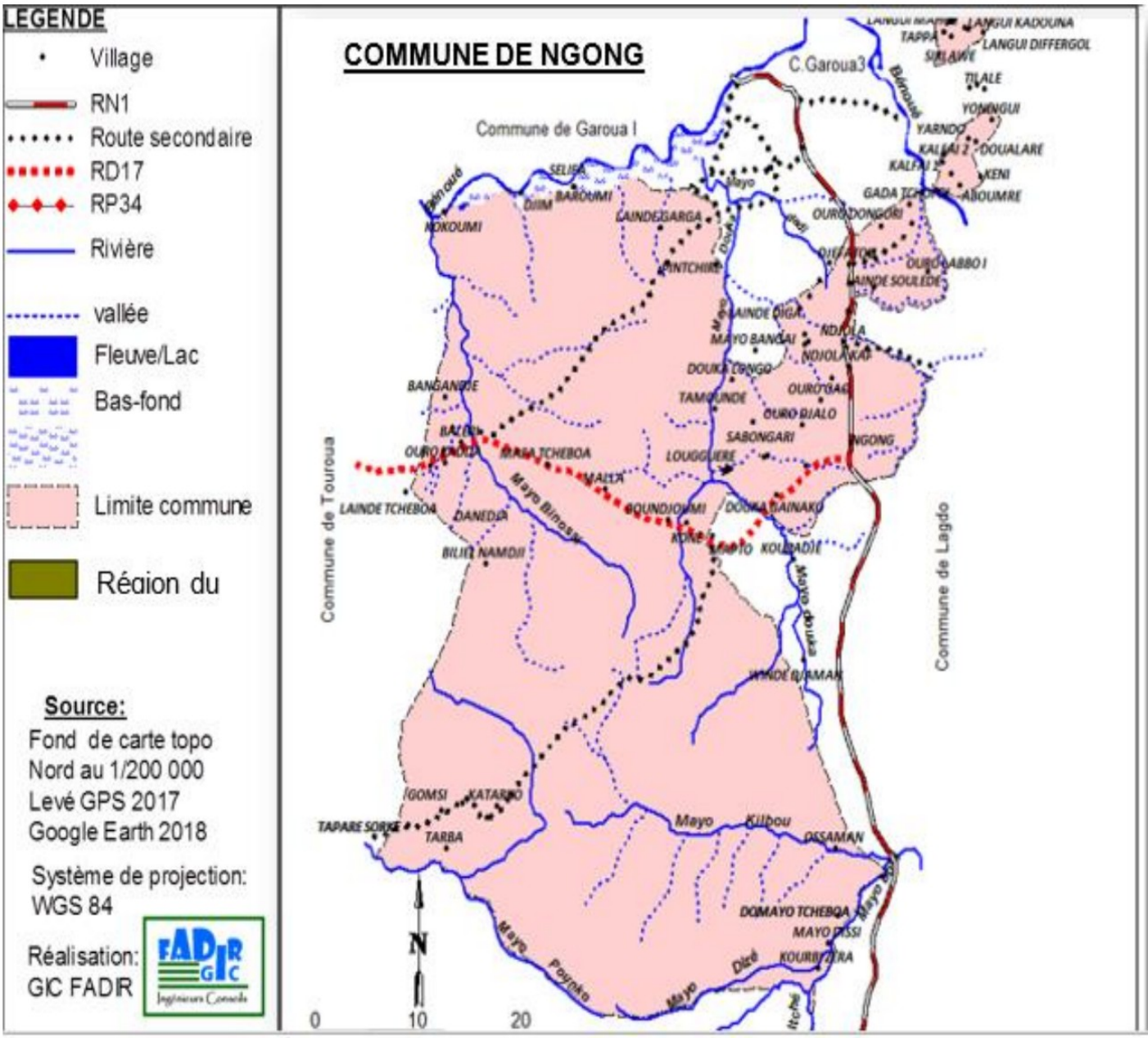
En plus de ce cours d'eau, on note aussi dans le village la présence de quelques ruisseaux, qui sont pour la plupart mis en place à la suite de la présence de certaines collines
En plus de ces ruisseaux, on dénombre aussi plusieurs marres d'eau naturelles, généralement exploitées par les communautés pour l'abreuvement du bétail et aussi pour la pratique de certaines activité domestiques.

Image 4: Illustration d'un point d'eau à usage multiple

Source : DP Douka Longo, AJVN, 2019

De cette observation, nous pouvons retenir entre autres que les usages faits de ces différents points d'eau regroupent :

- Abreuvement des animaux
- Accès à l'eau pour les besoins de la famille
- Activités de pêche
- Développement des cultures



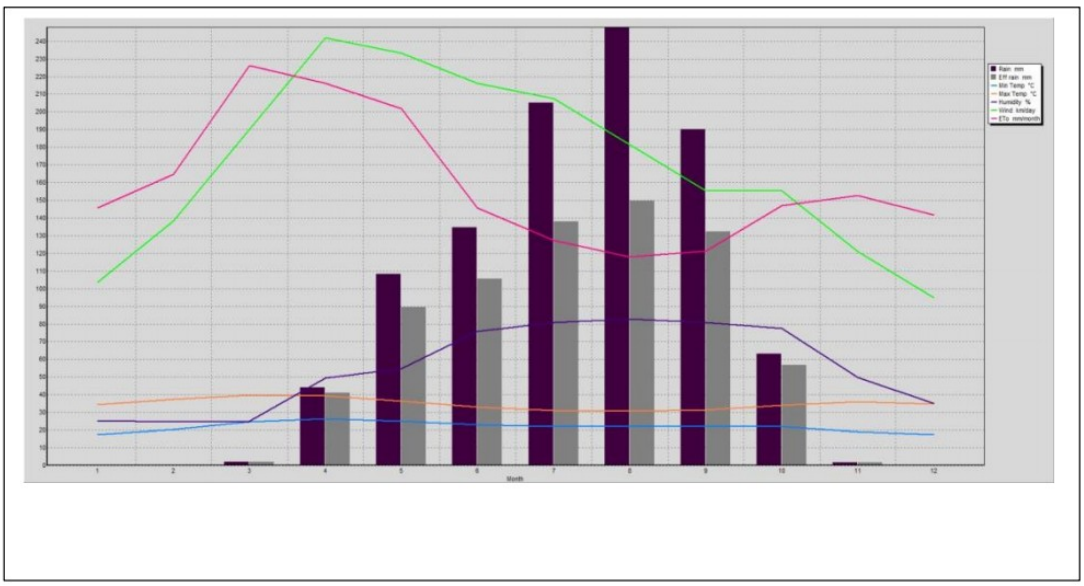
Carte 1 : hydrographie de la commune de Ngong

Source : PCD NGONG 2018

IV.2.1.2.2 Climat et Pluviométrie

Le climat de la zone est du type soudano-sahélien. Les précipitations moyennes annuelles sont comprises entre 800 et 1000 mm. Le maximum de pluie se situe au mois d'août. Ce climat chaud et sec est marqué par deux saisons d'inégale répartition : une longue saison sèche de 7 à 8 mois (d'octobre à mai) et une courte saison de pluies de 4 à 5 mois (de juin à septembre). Les températures maximales atteignent souvent 38°C.

Ces moyennes annuelles varient de 20°C à 32°C. avril est le mois le plus chaud avec des températures diurnes maximales allant jusqu'à 45°C. Le minimum mensuel en décembre est de 16° C. L'amplitude thermique diurne moyenne annuelle est de 30°C. L'humidité relative est autour de 80 % en saison pluvieuse et descend vers 40 % en saison sèche (Samb,2008)



Graphique 1:Diagramme pluie, pluie efficace, température minimale, température maximale, humidité, vent et ET0 de la zone.

Source : climwat 2.0 ; FAO

Le Bassin versant est balayé par les vents de saison sèche appelé harmattan. Les débuts de saison de pluies s'accompagnent d'orages. Les vents violents observés dans cette zone sont responsables de plusieurs dégâts aussi bien dans les champs que dans les habitations.

IV.2.2 Cadre socio-économique

Les activités économiques du village sont centrées sur :

- ✓ Agriculture (mil, maïs, riz, coton, soja, l'oignon),
- ✓ Elevage (Bovin, Volaille, Caprins et Ovins) ;
- ✓ Services : téléphonie mobile, transfert d'argent ;
- ✓ Commerce représenté par les différents marchés ;
- ✓ Industrie : Usine d'égrenage de coton de la SODECOTON ;
- ✓ Petits métiers : moto taximen, restaurateurs, mécanicien, etc…

Le village est souvent qualifié de « village agricole » car La principale activité pratiquée par la population de Douka Longo est l'agriculture. L'agriculture à Douka Longo se fait en majorité en saison des pluies car en saison sèche le manque d'eau sévit. La production agricole se présente comme étant déficitaire par rapport à la demande, ce qui se traduit par la cherté des produits de récolte sur les marchés. Les causes de ce déficit de production sont entre autres : les fluctuations pluviométriques ; la baisse de la fertilité des terres ; la difficulté d'accès aux intrants et matériels agricoles de qualité, faible encadrement technique des producteurs.

Dans le village de Douka Longo, l'élevage bovin est bien représenté et les zones de pâturage sont peu nombreuses, certains éleveurs les confondent avec les zones de réserve (ZIC, ZIB) et les zones de production agricoles.

IV.2.3 Présentation du périmètre choisi dans le village Douka Longo

La superficie choisit pour l'étude se trouve dans la commune de Ngong. Elle s'étend sur une superficie de 30 ha et se situe dans le village de Douka Longo. Ses coordonnées géographiques sont de 13°40'43''4 (Est) et 9°06'77''2 (Nord) avec une altitude de 230 m. Ce site est abrité d'un bassin versant, l'accès au site n'est pas du tout facile à partir de n'importe quelle partie de la commune. Une piste réalisée dans le cadre du développent du milieu rural des villages de Ngong permet un accès plus facile à partir du centre du village. La figure 2 Ci-dessus représente une vue aérienne du site choisi.

V PRESENTATION DU PROJET

V.1 Contexte et Justification

La GIZ est la coopération technique allemande au développement dont le rôle est d'accompagner les pays dans leur processus de développement. Cette coopération est organisée de façon à appuyer les pays dans plusieurs secteurs d'activités sous forme de programmes et projets couvrant principalement les secteurs prioritaires de la coopération allemande à savoir l'agriculture, l'eau et l'assainissement et la décentralisation.
Le Programme d'accompagnement des mutations du bassin cotonnier du Cameroun - Programme d'Appui au Développement Rural (ABC-PADER) a démarré depuis juillet 2017 à juin 2020 avec une phase pilote nommé PADER, au cours de cette phase les populations rurales des trois bassins versants situés respectivement dans les communes de Ngong, Mayo_Oulo et Ngaoundéré 3ème, ont bénéficié des appuis pour le développement de leurs activités agro-sylvo-pastorales et ont aussi participer activement à l'élaboration des plans d'utilisation des terres (PUT) suivant l'approche bassin-versant pour la planification du territoire. Un nouveau programme a démarré depuis le 4 novembre 2020 pour une durée de 4 ans. Ce nouveau programme du ABC/PADER a pour objectif <<l'amélioration de la situation économique des populations rurales dans les Régions de l'Adamaoua et du Nord Cameroun. >>Pour atteindre ses objectifs, ABC-PADER s'articule autour des cinq produits suivants :

1. Produit 1 : « Sécurisation du foncier et gestion durable des terres » : l'objectif est d'améliorer des conditions-cadres pour un développement économique durable.
2. Produit 2 : « Financement agricole et entrepreneuriat » dont l'objectif est de renforcer des capacités des acteurs privés de l'agriculture et de l'élevage.
3. Produit 3 : « Productivité durable améliorée par une agriculture intelligente face au climat » dont l'objectif est la même que celle de la composante 2.
4. Produit 4 : « Politique sectorielle et le dialogue interinstitutionnel » dont l'objectif est la même que celle de la composante 1.
5. Produit 5 : « Formation Professionnelle agropastorale » dont l'objectif est l'élargissement de la formation professionnelle pour répondre aux besoins du secteur de l'agriculture et de l'élevage.

Les interventions du ABC/PADER au niveau communal concernent huit communes : les 3 communes du PADER Mayo-Oulo, Ngong et Ngaoundéré III dans les régions du Nord et de l'Adamaoua ; et les 5 nouvelles communes dans les régions de l'Extrême-Nord, Nord et Adamaoua.

V.2 Diagnostic / état des lieux

V.2.1 Détail topographique du périmètre

Après les entretiens de concertation avec les populations de Douka Longo et aussi les sectorielles techniques, les idées proposées ont été spatialisées. De manière précise, les

populations ont spécifié les zones susceptibles d'accueillir les différents aménagements proposés. Ces zones d'une altitude de 230 m ont été géolocalisés en fonction de la nature du projet. Les levés ont été réaliser avec le respect du cadre prévue et en rapport avec la superficie attendue dans les termes de référence à raison de 30 ha. Ces données ont rendu possible le plan de masse à l'échelle 1/1000 faisant ressortir les courbes de niveau (équidistantes de 10 cm et variant de 203 m à 212 m soit une élévation relative de 9m) et les éléments caractéristiques du site comme : aménagements déjà existants ; les singularités du terrain telles que le lit du cours d'eau, les sentiers, les arbres, les plans d'eau, etc.

La zone à aménager à une forme d'un rectangle d'environ 320m de largeur avec une pente maximale de 3 ,5 ‰ et une pente transversale moyenne de 1,0‰.

V.2.2 Plan détaillé du périmètre

Le périmètre d'étude de 30 ha se trouve dans le sous bassin versant du village Douka Longo dans la commune de Ngong près duquel coule le Mayo Douka qui s'étend sur une distance de 14 ,5 km.

V.2.3 Description des composants de l'aménagement

V.2.3.1 La source d'eau

La source d'eau de notre étude est le cours d'eau permanent Mayo Douka, il s'écoule vers le sud en se ramifiant au fur et à mesure qu'il s'approche de son exutoire. La présence de la vallée dans laquelle elle s'écoule justifie la faible altitude du relief car en effet, de part et d'autre de ce Mayo, l'altitude varie entre 200 et 229 m.

V.2.3.2 L'aménagement

Dans les bas-fonds de Douka Longo en cette période l'irrigation est observée, environ 50 personnes avec un minimum d'un quart d'hectare et au maximum un hectare se livre à la production des cultures de contre saison. En dehors des deux biefs en mauvais états dans ce village la présence d'un aménagement hydro agricole est inexistante. Pour leur source d'eau, grâce à une motopompe chaque producteur s'alimente directement dans le Mayo Douka pour ceux qui sont proche du Mayo et dans le forage traditionnel pour ceux qui sont un peu plus éloigner,

V.2.3.3 Le réseau d'irrigation

Pendant la contre saison l'irrigation est faiblement pratiquée à Douka Longo car sur environ 3000 habitants seulement 50 habitants s'y mettent car les autres trouvent pénible le processus d'alimentation en eau auquel il faut se livrer pour alimenter les cultures. Le réseau d'irrigation proprement dit n'existe pas à Douka Longo.

V.2.3.4 Le réseau de drainage et les ouvrages de vidange

Comme dans ce bas fond il n'existe pas d'aménagement hydro agricole, ça va de soi qu'il n'y aura pas aussi de réseau de drainage n'y d'ouvrages de vidange. Cependant l'eau lors de l'alimentation des cultures étant donné que nous sommes sur un sol plat coule de façon gravitaire pour rejoindre toute la surface cultivée via les bandes d'environ 1 m crée par des producteurs.

V.3 Données de base

V.3.1 Les données in situ

Tableau 1: données in situ

Bassin versant de Douka Longo (Ngong)						
Température (°C)	Pluie	25	26.50 – 34	29.90	30.07	1.96
	Sèche	27	23.60 – 32	29.40	28.50	2.31
pH	Pluie	25	4.20 – 7.40	6.70	6.42	0.88
	Sèche	27	4.57 – 8.05	6.14	6.31	0.88
EC (µS/cm)	Pluie	25	58 – 698	110	180	162
	Sèche	27	35 - 893	221	241	203
ORP (mV)	Pluie	0	-	-	-	-
	Sèche	27	-64.40 – 146.30	52.70	41.16	52.05
DO (mg/l)	Pluie	0	-	-	-	-
	Sèche	27	0.19 – 5.57	3.40	3.27	1.61

Site	Commune	ht (cm)	ho (cm)	To (s)	Tt (s)	Infiltration (cm/s)	Infiltration (m /h)
Douka Longo	Ngong	30.90	0.00	0.00	4680.00	-0 .07	-99 .21
Douka Longo	Ngong	3520	0.70	30.00	2400.00	-0 .01	-14 .17
Douka Longo	Ngong	34.70	1.50	30.00	1620.00	-0 .02	-28.35

Source : Centre de recherche sur l'eau et les changements climatiques 2020

V.3.2 Les coordonnées géographiques

Après une descente sur le terrain nous avons collecter différents points géographiques dans différentes zones du bas fond :

Tableau 2: les différents points géographiques du site

Zones	Coordonnées	Altitude (m)	Distance parcouru (km)
Point du début du Mayo	N 09°04'48.1'' E 013°23'47.1''	204	29.73
Limite du Mayo du village	N 09°05'40.0'' E 013°24'18.9''	199	28 .08
Limite de cultures possible	N 09°04'50.3'' E 013°23'55.5''	208	28.51
	N 09°04'49.9'' E 013°24'02 .2''	212	28.51
	N 09°04'50.0'' E 013°24' 01 .7	211	28.52

V.3.3 La source d'eau

Le cours d'eau qui coule dans le village Douka Longo est nommé Douka il parcourt le village d'une longueur de 4 km. L'exploitation de ce cours d'eau par les producteurs se fait soit directement dans le Mayo Douka ou via le forage traditionnel réalisé proche du Mayo Douka. L'eau est ainsi aspirée avec une pompe et dirigé vers les cultures de façon gravitaire.

V.3.4 Les cultures

Nous rencontrons des variétés de cultures entre autres l'oignon, gombo, aubergine, tomate, pastèque, carotte, laitue, riz (pendant la saison des pluies), légumes, feuilles de gombo, haricots verts. Les oignons sont cultivés en majorités dans le village.

V.3.5 Le sol

Le sol est du type argileux (vertisols), cependant au minimum un quart d'hectare et au maximum 1 hectare est utilisé par producteurs pour ces cultures ; avec une population d'environ 3000 habitants seulement 50 personnes pratiques l'irrigation dans ce bas fond. Et parmi ces 50 producteurs, 20 viennent d'ailleurs (Ngong).

En contre saison le lit majeur du Mayo Douka est utilisé pour des cultures irriguées ce qui est impossible en saison des pluies car la zone se retrouve totalement inondée. Ainsi c'est le lit mineur qui contient toujours de l'eau en permanence.

V.3.6 Les périodes de cultures

La date de début pour travailler dans le bas fond à Douka Longo dépend de la pluviométrie. On commence à cultiver tard quand il a beaucoup plu pendant l'année. L'inverse se produit quand il n'a pas beaucoup plu. Les périodes de cultures se subdivisent comme suites :

- Novembre-Mai pour les cultures (la culture d'oignon est celle qui a un plus long cycle que toutes les autres cultures citer plus haut, il varie entre 3 à 4 mois).
- Mai- octobre pour la pépinière.

V.3.7 La procédure de réalisation des forages traditionnels existants

L'étude géophysique pour savoir à quel niveau creuser afin de trouver l'eau est réalisé à base des banquettes radio centriques (étude du sorgo).

Le forage traditionnel est réalisé de façon manuelle appelée forage au lancage à l'eau. Il est basé sur la circulation et la pression de l'eau. L'eau est injectée à l'intérieur du train de tiges et la boue (eau et débris) remonte le long des parois du forage, enfin d'obtenir une pression d'eau suffisante on utilise deux motopompes. Une dans le Mayo amène de l'eau dans un bassin proche de la zone d'implantation du forage ; l'autre pour amener l'eau du bassin jusqu'à la zone du forage pour mouiller la surface afin de creuser avec le tuyau. L'eau est obtenue en général à une profondeur moyenne de 4 à 6 m.

V.3.8 Le cout de réalisation des cultures au niveau du bas fond

Pour un quart hectare de cultures d'oignons environs 400 000 F est déboursé pour toute la période de culture en contre saison et le prix de l'eau est estimé à plus de la moitié du coût total soit 250 000f

Le prix d'un métré de tuyau pour alimentation en eau coûte entre 800f, 1000f ,2000f ça dépend de la qualité. Cependant un mètre de tuyau d'aspiration coûte entre 5000 f et 3 000 f.

V.3.9 Le matériel utilisé pour la réalisation du forage

Nous pouvons citer :

- Une pompe centrifuge à essence avec des tuyaux de 50 cm et 80 cm qui effectue en moyenne 4 à 5 heures de temps de pompage par jour pour 1 quart d'hectare avec 6 l de carburant.
- Des tuyaux de 50 cm à 80 cm de diamètre
- Des baguettes radio centriques

En dehors de ces matériaux nous avons de la main d'œuvre.

VI MATERIELS ET METHODOLOGIE DE CONCEPTION

VI.1 Matériels

- Des appareils topographiques, géophysique et le personnel nécessaire pour la collecte des données ;
- Des logiciels de Conception Assistée à l'ordinateur comme AutoCAD, QGIS, GOOGLE EARTH ;
- Des logiciels de saisie comme Word pour la rédaction du document ;
- Des programmes comme Excel pour les calculs.

VI.2 METHODOLOGIE DE CONCEPTION

Pour atteindre les objectifs fixés plus haut, nous avons développé une approche méthodologique qui s'articule autour de 4 axes essentiellement qui

sont : la recherche documentaire, la collecte des données, le traitement et exploitation des données pour la conception de l'aménagement, le dimensionnement des ouvrages et la rédaction du mémoire.

VI.2.1 Visite du périmètre

Les visites du site sont organisées pour la reconnaissance du site et recueillir des données sur les aspects physiques, les éventuelles informations sur les habitudes culturales, le nombre des exploitants déjà existants, les infrastructures existantes, les attentes des populations.

VI.2.2 Revue bibliographique

Elle porte sur :

- Les caractéristiques et les ressources (physique, géophysique, social, potentialités) de la zone d'étude ;
- L'aménagement hydro-agricole ;
- Les politiques en matière d'aménagement hydro-agricoles en vigueur au Cameroun.

VI.2.3 Collecte des données

Les données nécessaires à l'étude sont :

- Des données pluviométriques ;
- Des données sur le forage ;
- Des données topographiques ;
- Les plans topographiques vont servir de support à la conception des aménagements;
- Des données sur les aménagements existants ;
- Des données socio-économiques.

Cette collecte se fera en collaboration avec des consultants à travers des missions de terrain ou des résultats des travaux déjà effectués.

VI.2.4 Traitement, analyse et exploitation des données

Les données collectées seront exploitées dans les domaines suivants :

- Evaluation de l'importance du système d'irrigation dans la vie socio-économique ;
- Evaluation de la capacité organisationnelle des populations bénéficiaires ;
- Estimation des débits ;

- Choix du type d'aménagement ;
- Prise en compte des aspects environnementaux ;
- Conception et dimensionnement des équipements pour l'irrigation ;
- Dimensionnement des équipements de la source d'énergie ;
- Etude de rentabilité ;
- Mode de gestion et entretien de l'aménagement.

VI.2.4.1 Méthodologie sur le choix des cultures

Plusieurs entretiens ont été élaboré au cours des différentes descentes sur le terrain avec les producteurs qui ont été unanime au choix de l'oignon comme culture de spéculation à travers plusieurs paramètres à savoir :

Chaque culture a son type de sol sur lequel elle se développe bien :

C'est dans ce sens que le type de spéculation varie en fonction des caractéristiques pédologiques. Les sols rencontrés doivent ainsi être aptes aux cultures choisies.

Selon les valeurs socio-économiques :

Les cultures choisies doivent être des cultures bien consommées par la population et à valeur ajoutée élevée.

En tenant compte des enquêtes précédentes :

Les études d'enquête précédentes sont aussi des bases de choix du type de spéculation.

VI.2.4.2 Méthodologie sur le choix du système d'irrigation

Le système d'irrigation est choisi en fonction des habitudes culturales de la zone, les types de cultures choisies, les caractéristiques des sols du site.

VI.2.4.3 Méthodologie sur le dimensionnement du système d'irrigation

VI.2.4.3.1 Dimensionnement initial

Le système d'irrigation doit permettre de satisfaire les besoins en eau de la plante la plus exigeante. De ce fait, pour un dimensionnement adéquat du système, il faut :

VI.2.4.3.1.1 Superficie (S en km²) et Périmètre (P en km)

La délimitation de la superficie et du périmètre de la zone d'étude s'est effectuée de la manière suivante :
Les contours de la zone ont été repérés à partir des résultats des numérisations ;
La superficie et le périmètre de la zone ont été déterminés par le logiciel Global Mapper.

VI.2.4.3.1.2 Détermination des besoins en eau de la plante

Le Besoin en eau de la plante correspond à son évapotranspiration maximale (ETM),

Avec :

Kc le Coefficient cultural caractéristique de la culture et de son stade végétatif, obtenu grâce aux données de la FAO.

Le stade végétatif de la culture ne correspondant pas toujours avec le calendrier, nous avons procédé à une pondération pour déterminer le coefficient cultural par mois. D'où

Kci : coefficient cultural de la phase i

Ni : nombre de jours de la phase i pour le mois considéré

N : nombre de jours du mois concerné

ET0 l'évapotranspiration de référence fournie par les données de la station météorologique de Garoua.

VI.2.4.3.1.3 Paramètres d'irrigation

VI.2.4.3.1.3.1 Débit fictif continu DFC

C'est le débit nécessaire pour satisfaire les besoins d'une manière continue en supposant que le réseau fonctionne tous les jours 24 heures sur 24.

Avec N_j la durée de la période qui est mensuelle. Nous prendrons $N_j = 30$ jours.

VI.2.4.3.1.3.2 Durée d'irrigation N_h

Elle est un facteur influençant le calcul des caractéristiques des conduites et celle de la motopompe. Elle correspond au nombre d'heures durant la journée pendant lesquelles s'effectue l'irrigation. Cette irrigation peut s'effectuer pendant le jour comme pendant la nuit. Le temps de travail est fixé en tenant compte de la période de pointe et en tenant compte des habitudes des populations n'ayant pas l'habitude culturales des bénéficiaires.

VI.2.4.3.1.3.3 Débit maximum de pointe DMP

Le débit réel de pointe 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. 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.

Avec : BMP le besoin maximal de pointe

N_{jr} le nombre de jours réels d'irrigation

N_h la durée d'irrigation journalière

VI.2.4.3.1.3.4 Choix de la main d'eau m (l / s)

Elle correspond au débit d'arrosage que peut maîtriser l'exploitant (un irriguant) sans être débordé, elle dépend d'une part sur l'expérience de l'irrigant et d'autres du type de sols rencontrés sur le site.

VI.2.4.3.1.3.5 Blocs et Quartiers hydraulique W

Le levé topographique a abouti à une superficie totale d'environ 30 ha appartenant à la population de Douka Longo. L'aménagement du site tenant compte de cette zone, des besoins en réseau de circulation, de pépinière, d'aire de séchage et autres besoins pour la bonne marche de l'irrigation, a abouti au parcellement du périmètre en quatre blocs distincts avec fonctionnement autonome.

La surface de l'ensemble des parcelles qui peuvent être irriguées à partir d'une même main d'eau est appelé quartier hydraulique. Le quartier hydraulique est souvent alimenté par un même canal ou une même maille hydraulique autour desquels s'organise un tour d'eau entre les différents irrigants.

Avec **:** M (l /s) : la main d'eau et DMP (l/s/ha) le débit maximal de pointe.

Tableau 3:Caractéristiques des blocs et répartition des superficies

Caractéristiques	**Superficie (ha)**	**Nombre de Parcelles**	**Quartiers hydrauliques**	**Superficie des quartiers hydrauliques (ha)**	
Bloc 1	*6*	*12*	*2*	*Quartier 1*	*3*
				Quartier 2	*3*
Bloc 2	*8*	*16*	*2*	*Quartier 1*	*4*
				Quartier2	*4*
Bloc 3	*11*	*22*	*3*	*Quartier 1*	*4*
				Quartier 2	*4*
				Quartier 3	*3*
Bloc 4	*5*	*10*	*2*	*Quartier 1*	*2*
				Quartier 2	*3*

*A l'issue de l'entretien avec le groupement, il a été décidé une superficie parcellaire de **0,5 ha** par exploitant. Nous avons donc une superficie totale réellement exploitable de **30 ha**, comprenant **quatre (04) blocs** et **60 parcelles de 0,5 ha chacune**.*

VI.2.4.3.1.3.6 Détermination de la réserve utile RU

La RU est la quantité d'eau disponible dans le sol que la culture peut utiliser pour sa maturation. Elle est une fonction de l'humidité au point de flétrissement et de l'humidité à la capacité au champ.
La RU est obtenue à partir des études du sol. Pour ce présent projet, elle sera choisie en fonction des études précédentes en tenant compte des types de sols rencontrés.

Tableau 4: Valeurs de la réserve utile selon le type de sol

Type de sol	RU (mm/m)
Sableux	70-100
Sablo-limoneux	90-150
Limoneux	140-190
Argilo-limoneux	170-220
Limono-argileux	180-230
Argileux	200-250

Source : Sawa et al., 2001

VI.2.4.3.1.3.7 Calcul de la réserve facilement utilisable RFU ou dose pratique DP

La RFU est la hauteur d'eau nécessaire pour compenser l'eau perdue par évapotranspiration en puisant dans le sol.

Avec : P (ETM ; groupe) le facteur de tarissement fonction de l'évapotranspiration maximale mensuelle et du groupe de la culture mais elle est prise égale à 2/3.

Zr : la profondeur d'enracinement maximale de la plante

RU : la réserve utile

VI.2.4.3.1.3.8 Fréquence d'irrigation

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

Avec Bb : besoins bruts du mois

RFU : Reserve facilement utilisable du sol

VI.2.4.3.1.3.9 Le tour d'eau T(j)

Est la fréquence d'arrosage réellement adopté sur le périmètre. Il est une valeur toujours fixée inférieur ou égal à la fréquence en fonction de la formule T(j)≤ F (j).

Nj : nombre de jours de la période et N : la fréquence

Commentaire : Pour cette étude le tour d'eau sera fixé et la fréquence alors déduite

VI.2.4.3.1.3.10 La dose réelle (D_r)

Elle est la quantité d'eau journalière que la culture a réellement besoin pour satisfaire son besoin en eau. Elle est le produit des besoins maximums de pointe et le tour d'eau.

N : fréquence

VI.2.4.3.1.3.11 Le besoin net (Bn)

C'est la quantité d'eau qu'il faut apporter à la plante pour satisfaire ses besoins en tenant compte de l'eau déjà à sa disposition c'est-à-dire la pluie et le stock (négligé) avec :

Pe =pluie efficace

Avec le logiciel climwat 2.0 Peff = Pmois * (125 - 0.2 * Pmois) / 125 pour Pmois <= 250 mm ; Peff = 125 + 0.1 * Pmois pour Pmois > 250 mm

VI.2.4.3.1.3.12 Le besoin brute (B_b)

C'est la dose apportée à la plante en fonction de l'efficience du système et est déterminée
Avec Bnet : besoin net
Eg : efficience globale du système

Er = efficience du réseau prise égale à 95 % du fait que l'eau est véhiculée dans des conduites enterrées et le chenal d'amenée est revêtu limitant ainsi les pertes d'eau par infiltration et par évaporation.

Ep = efficience à la parcelle prise égale à 50%. En effet, à la parcelle, l'eau sera apportée par raie, et selon RIEUL L. (1997), les rendements hydrauliques de l'irrigation de surface peuvent passer de moins de 50 % en irrigation traditionnelle (canaux en terre) à 70-80 % en irrigation modernisée (systèmes dits « californiens »). De plus, HOWELL (2002) cité par KAMBOU et al. (2014), affirmait que l'efficience au champ pour une irrigation à la raie variait de 50% à 80%. Pour des raisons de sécurité dans le dimensionnement nous prenons donc la valeur de 50% comme efficience à la parcelle.

VI.2.4.3.1.3.13 Le débit d'équipement (qe)

C'est une grandeur commode pour comparer le système et évaluer les quantités d'eau requises par une certaine surface. Elle est un facteur de base pour le dimensionnement des équipements avec :
D_b (mm) : Dose brute
T(j) : Tour d'eau
Ts (h /J) : Temps de travail par jour
En irrigation semi-californien, le temps de travail (Ts (h /j) *Ns) peut atteindre 12h/j.

VI.2.4.3.1.3.14 Temps d'irrigation par poste à l'hectare

C'est le temps mis à chaque rotation pour apporter la dose à une même parcelle d'un hectare avec un débit égal au module (main d'eau).

VI.2.4.3.1.3.15 Débit totale en tête de réseau

$\mathbf{Q_{tot}}$ (l /s/ ha) = A (ha) * Q_e (l /s /ha)

VI.2.4.3.2 Dimensionnement final

VI.2.4.3.2.1 Dimensionnement des conduites de distribution

Les conduites en PVC sont dimensionnées avec la formule de continuité de MAR. L (2003).

Les pertes de charge linéaire (J_L) sont calculées en utilisant la formule empirique de Manning Strickler :
Avec :
D : Le diamètre intérieur calculé en m
Ks : Le coefficient de rugosité.
Q : Le débit
L : longueur de la conduite en m

Les pertes de charges totales (J_T) sont déterminées avec :

J_S : pertes de charges singulières
J_T : Pertes de charges totales
J_L : Pertes de charges linéaires

L'irrigation est organisée de sorte à irriguer parcelle par parcelle à un débit égal à la main d'eau choisie. Ainsi on aura un débit dans les conduites. Q = m * N

Avec **m** : la main d'eau et **N** : le nombre de parcelles irrigué simultanément**.**

VI.2.4.3.2.2 Dimensionnement du bassin partiteur

Le dimensionnement des bassins partiteurs consiste à déterminer le volume des bassins et la hauteur d'élévation nécessaire pour la distribution de l'eau d'irrigation.

Le volume : il est déterminé en prenant en compte le rôle de tampon que joue le bassin.

La hauteur d'élévation : Le principe de calage du bassin partiteur repose sur la nécessité d'assurer la charge hydraulique nécessaire au fonctionnement de la prise parcellaire c'est à dire la hauteur d'eau au niveau du bac pour assurer un débit demandé au niveau de chaque prise du réseau. Les facteurs de détermination de la charge de fonctionnement du réseau sont :

- La main d'eau utilisée (débit transitant dans la conduite) ;
- Le diamètre de la conduite de transport (vitesse d'eau dans les conduites) ;
- La longueur de la conduite (en relation avec les pertes de charge linéaires)
- Les caractéristiques des conduites (nature) en relation avec le coefficient de pertes de charge linaires) ;
- Le terrain naturel

Le calage des bassins se fait selon l'algorithme suivant :

VI.2.4.3.2.2.1 Calcul des pertes de charges linéaires JL

Engendrées par l'écoulement dans les conduites de distribution

Avec :

J : pertes de charge linéaire en m
Q : Débit en m3/s
L : longueur de la conduite en m
Ks : coefficient de rugosité
D : diamètre de la conduite en m

VI.2.4.3.2.2.2 Calcul des pertes de charges totales JT

JT = JS+JL avec JS perte de charges singulières estimées à 10% des pertes de charge linéaires.

D'où JT = 1,1*JL

VI.2.4.3.2.2.3 Calcul de la cote minimale du radier du bassin

La cote minimale du radier qui peut être considérée comme la plus grande charge hydraulique sur la ligne de distribution est donnée par les contraintes du terrain (ZTN prise), les pertes de charges tout au long de la conduite jusqu'à la prise considérée et la pression minimale requise au niveau de la prise.

La pression minimale au niveau de la prise est fixée à 0,4m

VI.2.4.3.2.2.4 Calcul de la hauteur d'élévation du bassin partiteur

La hauteur d'élévation est donnée par la relation **H= Zradier – ZTNbassin**

VI.2.4.4 Méthodologie de dimensionnement de la station de pompage

VI.2.4.4.1 Réseau d'adduction

Le dimensionnement du réseau de refoulement se fera à partir des expressions de Bresse, Bresse modifiée et Munier

Avec Q (m^3 /s) le débit de pompage et **n** le nombre d'heure de pompage
Les diamètres économiques qui vérifient à la condition de Flamand seront retenus pour le réseau.

VI.2.4.4.2 Réseau de refoulement

Le réseau est dimensionné suivant la même logique que les conduites de distribution.

VI.2.4.4.3 Dimensionnement des pompes

VI.2.4.4.3.1 Détermination de la HMT et choix du type de pompe

Les pompes sont dimensionnées en fonction du débit de pompage et de la HMT. Le pompage se fait à partir de forages donc les pertes de charge à l'aspiration peuvent être négligée. L'expression de la HMT devient alors :

$$\mathbf{HMT=H_{geo}+J_{refoulement}}$$

Avec :
H_{geo} = La hauteur géométrique,
HMT= la hauteur manométrique totale
$J_{refoulement}$ = les pertes de charges au refoulement.

La hauteur géométrique est obtenue à partir de la somme de la hauteur à l'aspiration et celle du réservoir. La hauteur à l'aspiration est prise égale au niveau dynamique du forage plus la différence de côte entre le forage et le réservoir.

VI.2.4.4.3.2 Point de fonctionnement des pompes

Le point de fonctionnement est le point d'intersection de la courbe caractéristique de la pompe et celle de la conduite d'adduction.
La courbe caractéristique de la pompe est tracée en fonction du débit de pompage et est fournie par le fabriquant. Or celle de la conduite dépend de la HMT à différents débits de pompage. A chaque niveau de pompage, la HMT est calculée et les résultats permettent de représenter la courbe caractéristique de la conduite. Le point d'intersection de ces deux courbes représente la performance maximale de la pompe choisie.

VI.2.4.5 Dimensionnement de la source d'énergie

Les groupes motopompes Grundfos de type NB sont des pompes électriques. Le site de Douka Longo ne bénéficie pas encore de l'électricité conventionnelle (ENEO). Pour pallier cette difficulté, nous avons décidé d'utiliser comme source d'énergie des groupes électrogènes fonctionnant au gasoil.

De fait, une étude comparative des sources d'énergie thermique et photovoltaïque, pour le même système d'irrigation et une superficie similaire, a montré que l'énergie solaire présentait un cout d'installation plus élevé que l'énergie thermique (SAWADOGO, 2016). Dans le but donc de minimiser le coût d'investissement nous préférons utiliser l'énergie thermique.
La puissance nécessaire pour le fonctionnement de la station de pompage est d'environ 22 kW.

La puissance apparente est alors de Pa = P/cosϕ ; avec cosϕ=0,8 Pa =27,5 kVA.
Le groupe électrogène choisi est de marque GELEC, de la gamme PANTHER et dont les caractéristiques sont présentées ci-après :

Tableau 5: Caractéristiques du groupe électrogène

Caractéristiques	Valeurs
Puissance permanente PRP (kW)	**31**
Puissance de secours ESP (kW)	**35**
Vitesse de rotation (rpm)	**1500**
Capacité du réservoir (l)	**130**
Nombres de cylindres	**4**
Démarrage automatique	**Intégré**

VI.2.4.6 Méthodologie de dimensionnement du réseau de drainage

VI.2.4.6.1 Estimation du débit

VI.2.4.6.1.1 Colatures de ceinture

Les colatures seront sectionnées en tronçons de 100ml minimum pour faciliter le dimensionnement ;

Les pentes dans les colatures doivent être de telle sorte à éviter les vitesses érodables et le dépôt des matériaux solides.

Les colatures de ceintures seront en perrés maçonnés. Ainsi, la vitesse admissible dans les colatures doit être 1,5≤ v ≤ 2,5 m /s (M. OURAHOU, Mars 2003) ;

Les colatures de ceinture sont dimensionnées selon la formule de Manning-Strickler ;

- Avec **q** : le débit à évacuer dans un bief ;

- **C** : coefficient de ruissellement **C = 30%** dans les zones rurales

- Le fruit de berge **m** pour un canal trapézoïdale est pris égal à 2, et **Ks = 33** car les colatures seront non revêtues ;

- **l** : La largeur du bassin versant dont les apports de ruissellements alimentent le bief ;

- **P10** : La pluie décennale maximale journalière de 24 heures.

- **t** : la durée d'évacuation du débit décennal pris à 12 heures ;

Pour les biefs situés en aval des autres biefs sur la colature de ceinture, en plus du débit qui arrive du bassin versant, nous ajouterons à ce débit la somme des débits des biefs situés à son amont.

VI.2.4.6.1.2 Drains internes

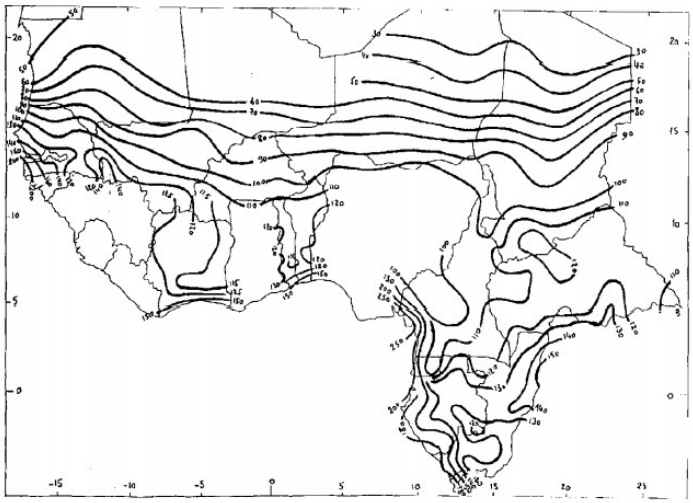
Ils sont dimensionnés sur la base de :

- Débit décennale qui est fonction de la pluie décennale maximale journalière.
- t =12h : le temps d'évacuation des eaux de pluies
- Pour la sécurité, on considère que tout ce qui tombe ruissèle. A cet effet, l'infiltration et l'évaporation seront négligés (COMPAORE, 1998) ;
- La pente des drains est choisie à éviter les vitesses érodables et le dépôt des débris solides.

VI.2.4.6.2 Méthodologie de détermination de la pluie décennale maximale journalière

VI.2.4.6.2.1 Détermination de pluie décennale maximale journalière

La pluie décennale journalière est obtenue grâce aux cartes du CIEH ci-dessous :



VI.2.4.6.3 Dimensionnement des sections des drains

Les sections des drains seront supposées trapézoïdales et seront calculées par la formule de la section hydrauliquement favorable de **Manning Strickler**
Avec Q : le débit (m^3/s)
Ks : le coefficient de rugosité de Strickler pris égal à 33 pour les canaux non revêtus
$R_H = \frac{S}{P}$: Le rayon hydraulique (m)
S = y * (b +m * y) : La section mouillée (m2)
i : la pente du canal.

De cette formule sont obtenues les caractéristiques de la colature qui sont : la largeur en gueule L, avec H : la hauteur du canal (revanche R additionnée au tirant d'eau y), Le tirant d'eau y et la largeur au plafond b.

Les dimensions ainsi obtenues doivent vérifier la condition des canaux stipulant que la vitesse V doit être comprise entre 1,5 ≤V ≤ 2 ,5 m /s pour les canaux revêtus et 0,6≤V≤1 m/s pour les canaux non revêtus (M. OURAHOU, mars 2003).

VI.2.4.7 Méthodologie sur la gestion du périmètre

VI.2.4.7.1 Ouvrages de vidange

Ce sont des ouvrages qui permettent une vidange aisée du réseau en cas de réparation ou de maintenance.

VI.2.4.7.2 Réseau de circulation

Le réseau de circulation est composé des pistes parcellaires d'une largeur moyenne de six mètres (6 m) et des ouvrages de franchissement. Leur présence est nécessaire afin d'assurer le trafic à l'intérieur du périmètre.

VI.2.4.7.3 Entretien et gestion du périmètre

Cette étape consiste à proposer des bonnes pratiques et normes pour la gestion durable du périmètre.

VI.2.4.7.4 Etude d'impact environnemental

Cette étude consiste à recenser les impacts négatifs et positifs que susciteront l'implantation du périmètre et de proposer des mesures d'atténuation pour les impacts négatifs et des mesures d'accompagnement de bénéficiaires.

VI.2.4.7.5 Estimation du coût de l'aménagement

Le coût de l'aménagement regroupe les frais de dossier de mise en œuvre, les frais de terrassement, les frais d'achat des équipements et leur mise en œuvre, l'exécution des différents ouvrages. Ces coûts sont estimés selon un devis estimatif détaillé.

VI.2.4.8 Etude de rentabilité

L'étude de rentabilité permet de déterminer si notre projet sera rentable c'est-à-dire si le projet que nous réalisons fera suffisamment de revenus pour assurer sa survie et sa croissance par la suite.

Elle se fait de la façon suivante : un compte d'exploitation obtenu par la vente des spéculations sur lequel sont soustraites toutes les charges relatives à l'entretien du site.

La durée de retour sur investissement (DRI) se détermine avec :

cia : la valeur du capital d'investissement dans l'aménagement
d : la durée en année de récupération supposée.

VII RESULTATS

VII.1 CHOIX DE LA SPECULATION

Pour l'aménagement, la spéculation considérée par les producteurs est l'oignon pendant cette période de contre-saison, bien qu'il existe d'autres cultures pratiquées pendant cette période, l'oignon est cultivé en majorité pour être commercialiser.

Le calendrier cultural peut se présenter comme suite :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
culture d'oignon												
recolte												

Légende :

Culture

Récolte et Vente

VII.1.1 Justification du choix de la culture

VII.1.1.1 Créateur d'activités économiques

L'oignon joue un rôle économique important dans le Nord du Cameroun puisqu'il couvre plus de 3400 ha et occupe 13 600 producteurs (Yaya Maldangoi et al ,2007). Depuis sa promotion dans cette partie du Cameroun il a permis la création de plusieurs emplois tout au long de sa filière. Nous pouvons citer entre autres les producteurs, les commerçants, les transporteurs et les organismes d'appui.

VII.1.1.2 Une forte valeur économique

L'oignon occupe cependant la première place de culture maraîchère au Nord du Cameroun. Sa forte valeur économique s'explique par le fait qu'à travers sa production et sa commercialisation ; elle permet chaque année la rémunération d'une valeur de plus de 6 milliards de FCFA aux producteurs ; ce qui permet de lutter efficacement contre la pauvreté dans cette région du Cameroun.

VII.1.1.3 L'expérience des exploitants quant à la mise en culture de l'oignon

La zone où se déroule notre étude se trouve dans la première région de production de l'oignon, la région du Nord (yaya Maldangoi et al, 2007). L'aménagement hydro agricole dans le village de Douka Longo constitue un espoir pour les producteurs maraîchers du bas fond puisqu'ils sont familiers à la culture de l'oignon.

En conclusion, le choix de la culture de l'oignon dans cette localité se justifie par sa forte valeur agronomique et sa valeur marchande élevée. Les études de base détermineront l'adaptabilité de l'environnement (sol, climat) et les mesures à prendre pour atténuer d'éventuelles contraintes.

VII.1.2 Caractéristiques agro-morphologiques de l'oignon

L'oignon est une plante potagère cultivée pour ses bulbes, de saveur et d'odeur forte. Le bulbe est constitué d'écailles charnues concentriques entourées de tuniques papyracées, le tout étant réuni à la base par un plateau aplati représentant la tige (TARPAGA, 2012). Selon HANELT (1990) l'oignon provient de la zone géographique comprenant la Turquie, l'Iran, l'Irak et le Pakistan. L'espèce *A. cepa* n'a pas été retrouvée à l'état spontané. Son parent le plus proche, *A. vavilovii* Popov et Vved., peut encore être observé à l'état spontané dans la région comprise entre l'Iran, le Turkménistan et la Mongolie (HANELT, 1990 ; FOURY et SCHWEISGUTH, 1992). Les traces des peintures sur les anciennes tombes égyptiennes témoignent que l'histoire de l'oignon remonte à au moins 3200-2800 avant Jésus-Christ. Ainsi, l'oignon était déjà une source de nourriture importante pour les habitants de l'Egypte Ancienne (BOULINEAU *et al.,* 2006). Selon ROUAMBA *et al.* (2001), les variétés de l'oignon d'Afrique tropicale ont pu être introduites à partir du sud de l'Egypte ou de l'Inde, via le Soudan, vers l'Afrique centrale et Occidentale sous forme de graines ou de lots de bulbes génétiquement hétérogènes, et ensuite sélectionnés par les agriculteurs locaux pour fournir des oignons mieux adaptés aux conditions écologiques de ces régions et des besoins des populations.

Cependant la FAO fourni les caractéristiques agro-morphologiques de l'oignon de façon générale. Elles sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 6:Caractéristiques agro-morphologiques de l'oignon

culture		Initial	Développement		Mi-Saison	Arriére-Saison	Durée (jrs)
oignon	Durée (jrs)	25		35	40	20	120
	Kc	0,5	0,75		1,05	0,85	

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

VII.1.3 Environnement nécessaire

VII.1.3.1 Climat

L'oignon se développe bien en zone tropicale sèche de basse altitude, plus précisément en climat sahélien. La température optimale préférée varie entre 10°C et 37°C, avec une pluviométrie moyenne entre 600 et 800 m pendant le cycle de culture (Irénée Modeste Bidima, 2017). Le PH convenable est proche de la neutralité (6 ,5 à 7 ,8).

VII.1.3.2 Sol

L'oignon se développe bien sur les sols sableux-argileux et sableux limoneux riches en matières organiques bien décomposées. Il craint l'acidité excessive, les pH les plus favorables sont situés entre 5,5 et 7,5. L'oignon ne supporte ni la salinité du sol ni celle de l'eau d'arrosage (MINADER, septembre 2012).

VII.1.4 Mode de culture

L'aménagement du terrain : elle s'effectue 1 mois avant la mise en place définitive, entre fin septembre et début octobre. Elle se traduit par le défrichage du site, le nettoyage, le labour. Le labour se fait en formant les billons ou des planches. Incorporer si possible 20 à 30 tonnes de fumier bien décomposé par hectare.

Confectionner des planches de 1 m de largeur X 10-20 cm de hauteur et de longueur variable si vous aller irriguer par aspersion, ou des billons de 10 à 20 cm de hauteur si vous allez pratiquer une irrigation par gravitation. Les billons ou les planches seront séparés entre elles de 50 cm.

Le repiquage des plants en champ : Il se fait après environ un mois de séjour en pépinière, quand le plant a déjà 10 à 15 centimètres. Il faut repiquer entre les mois d'Octobre et novembre, pour que la récolte se fasse avant la fin avril, c'est-à-dire avant la fin de la saison sèche, soit environ 6 à 7 mois.

Le semis direct : L'on peut aussi procéder au semis direct des semences en champ, mais les rendements sont moins élevés dans ce cas. On sème en champ de novembre à mi-Décembre.

La densité des plants : 500 000 à 700 000 plants/hectare. Cette densité est obtenue avec les écartements suivants : Lignes jumelées distantes de 15 cm. Espacement entre 2 plants : 10 centimètres.

L'entretien :se fait en irriguant son champ tous les quatre jours. L'oignon de saison sèche a besoin d'un apport en eau. Désherber chaque fois que cela s'avère nécessaire. Il faut éviter de blesser les bulbes pendant le désherbage.

La fertilisation : La fertilisation a surtout besoin d'un apport de 251 kg d'urée par hectare, ou de 251 kg de l'engrais 12-14-19 par hectare selon ses objectifs de production, environ 1 mois après le repiquage.

Tableau 7: Les principaux ennemis et traitements

Nom	Description	Dégâts	Traitements
Thrips	Petits insectes, piqueurs suceurs que l'on trouve sur la face interne à la base des feuilles. Ils sont bruns ailés ou jaunâtres sans ailes à l'état larvaire	- La plante pousse mal - Le bout des feuilles se dessèche - Taches argentées sur les feuilles - Les feuilles se Recroquevillent	Acephate - Dimethoate - Diazinon - Décis
Chenilles *(Heliothis armigera, Spodoptera exigera et Spodoptera littoralis)*	Elles sont d'abord vert clair puis deviennent gris brun, parcourues de lignes jaunes latérales et dorsales selon les cas.	Rongent et perforent le feuillage	Dimethoate - Décis - Non nécessaires
Champignons	Racines roses : maladie provoquée par des champignons du sol	- Pourriture rose des racines - Mauvais développement des plantes	Rotation culturale
	Pourriture du bulbe	A l'endroit de la pourriture se	- Eviter une irrigation trop abondante

		développe des filaments blanchâtres	- Brûler les plantes attaquées
Nématodes du sol	Présence de galles ou boursouflures sur le système racinaire, jaunissement et mort des plants)	Plus fréquent sur sol sableux, attaquent les racines, les feuilles jaunissent et le plant sèche	- Nématicide ; - Rotation culturale

VII.2 CHOIX DU SYSTEME D'IRRIGATION

Les systèmes d'irrigation peuvent être classés en deux grandes catégories : l'irrigation gravitaire et l'irrigation sous pression. Dans la pratique, on distingue l'irrigation de surface, l'irrigation goutte à goutte, l'irrigation par aspersion et le système semi-californien.

L'irrigation de surface : elle consiste à apporter l'eau à la plante à travers des canaux à ciel ouvert en utilisant uniquement la gravité comme énergie.

L'irrigation goutte à goutte : elle consiste à apporter l'eau juste au pied de la plante, c'est-à-dire qu'on humidifie uniquement la zone racinaire.

L'irrigation par aspersion : l'eau d'irrigation est amenée aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression.

L'irrigation type semi-californien : c'est un système d'irrigation combinant les techniques d'irrigation sous pression et gravitaire. Le réseau semi californien est constitué de tubes rigides en PVC enterrés en tête de parcelle, sur lesquels on fixe des petites cheminées de sortie ou cannes qui alimentent les raies. Les cannes de sortie peuvent être munies d'un dispositif permettant de réguler le débit, tel que des manchettes souples avec pinces, ou des caches coulissants qui obstruent l'orifice de sortie (L RIEUL, 1997 cités par E. KIMA, 2009). Pour chaque système d'irrigation, il existe plusieurs moyens de mise en œuvre.

Chacun de ces systèmes d'irrigations présente des avantages et des inconvénients, le tableau suivant présente quelques-uns.

Tableaux 8:Avantages et inconvénients des systèmes d'irrigation

AVANTAGES :

Systèmes d'irrigation / Critères	**Irrigation de surface**	**Irrigation par aspersion**	**Irrigation Goutte à Goutte**	**Système semi californien**
Besoin en énergie	-Très faible besoin en énergie ou pas du tout.	- Forte demande en énergie.	-Faible besoin en énergie.	-faible besoin en énergie.
Eau	-Adapté à toute qualité de l'eau d'irrigation.	- Possible d'appliquer des petites	- Offre une très bonne efficience	- Adapté à toute qualité

		doses, contrairement à l'irrigation de surface - Efficience au champ de l'ordre de 90%	d'arrosage à la parcelle 95%	de l'eau d'irrigation. - Permet une certaine économie d'eau en évitant l'évaporation et l'infiltration tout au long du transport (les pertes étant seulement dans la parcelle)
Le dimensionnement	-Permet de minimiser les risques de maladies car les végétaux ne sont pas mouillés	-Elimine le besoin de faire des canaux, des diguettes, de seuils	-Insensible au vent	- Entretien simple car ne nécessite que quelques interventions
Sol	- utilisé sur les terrains vallonnés, les cultures denses à enracinement profond, les cultures en lignes, les sols peu filtrants	-Utilisable sans nivelage du sol, sur sols ondulant ou en pente, sur sols de pratiquement toute nature.	- utilisable sur tout type de sols.	- Convient pour tout type de terrain et de sol.
Types de cultures	-Adapter aux cultures denses.	- adapter à toutes types de cultures.	- adapter à toutes types de cultures.	- Adapter à toutes les cultures.
Coût	- moins élevé	- coût considérablement	- coût élevé	- Coût de réalisation moindre.
Espacement	-Ne présente aucune gêne pour les travaux agricoles.	- encombrant pour les travaux agricoles.	-encombrant pour les travaux agricoles.	-Ne présente aucune gêne pour les travaux agricoles

Inconvénients :

Systèmes d'irrigation / Critères	Irrigation de surface	Irrigation par aspersion	Irrigation Goutte à Goutte	Système semi californien
Besoin en énergie		- Nécessite une forte pression de l'ordre de 3 à 6 bars.		- Nécessite une source d'énergie (toutefois moindre que l'aspersion)
Eau	-Pertes d'eau d'environ 40%	- Peu recommandé lorsque l'eau d'irrigation provient de traitement d'eaux usées. - Peut nécessiter une filtration si l'eau d'irrigation est chargée.		- Efficience à la parcelle faible de l'ordre de 50%
Le dimensionnement		- En aspersion de surfrondaison, des maladies des cultures peuvent être favorisées.	- Très sensible à l'obstruction (sable, limon, matière organique, précipitation d'engrais,).	
Sol	-Non adapté pour les sols très perméables. - Besoin de nivellement du terrain pour pallier les problèmes de topographie.			

Source : KEITA A. (2012), Compaoré M L. (2006), AZOUGGAGH M. (2001)

En conclusion **Au vu des avantages et inconvénients cités plus haut, et les contraintes liées au cadre de l'étude, nous avons choisi le système dit du « semi californien ».**

VII.2.1 Justification du choix du système d'irrigation de type semi californien

Choisir d'implanter ce système d'irrigation dans cette zone est justifié par plusieurs critères entres autres :

Le niveau de qualification des exploitants en termes de gestion de système d'irrigation : les exploitants ont une faible qualification. La maintenance d'un réseau sous pression par exemple le système d'irrigation goutte à goutte serait ardue, ce qui pourrait entraver la bonne gestion du site.

L'enveloppe du promoteur : le besoin d'économie de finance a aussi motivé le choix du semi californien. En effet, les systèmes d'irrigation gravitaire et sous pression présente un coût de réalisation un cout d'investissement plus élevé que celui du semi californien.

La qualité de l'eau d'irrigation :

la qualité des eaux du Mayo Douka se résume par l'altération des caractéristiques physiques des eaux de surface, par l'apport et la mise en suspension des sédiments causés par des modifications du profil des rives ou des conditions d'écoulement, par une augmentation du ruissellement, ou par les activités humains ; Bien que les matières en suspension constituent l'une des principales préoccupations sur ce cours d'eau , pour un système d'irrigation sous pression (aspersion ou goutteur), la filtration serait inévitable et très couteuse, pourtant le risque de colmatage n'en serait pas réduit du fait de la forte turbidité . Malgré la présence des matières en suspensions et d'une faible présence en fer et en phosphates ; caractéristiques d'eau polluées ce cours d'eau demeure de bonne qualité du point de vue physico-chimique, La qualité bactériologique et parasitologique n'est cependant pas bonne, entraînant des risques importants de maladies hydriques et infectieuses.

VII.2.2 Description du système d'irrigation de type semi californien

Dans ce système d'irrigation, le transport de l'eau se fait sous pression dans des conduites en charge. Pour des raisons de coût, de maniabilité et de mise en œuvre, les matériaux les plus utilisés sont : les matériaux plastiques (le PVC et le PE) et d'autres matériaux notamment l'acier, l'acier soudé et la fonte. Le transport sous pression a lieu depuis la station de pompage jusqu'à un bac de répartition situé généralement (mais pas nécessairement) à un point haut dominant la zone aménagée. A partir de ce point, l'eau est acheminée gravitairement dans le réseau de distribution constitué par des conduites enterrées jusqu'aux prises parcellaires. Des prises, l'eau est apportée au pied de la plante à travers des raies, réalisés par les exploitants.

VII.3 EVALUATION DES BESOINS EN EAU ET DES PARAMETRES D'IRRIGATION

VII.3.1 Evaluation des besoins en eau

VII.3.1.1 Besoins nets

Le besoin net mensuel maximal est : ***Bnmax = 186,1 mm/mois***

VII.3.1.2 Besoins bruts

En tenant compte de l'efficience globale du système d'irrigation qui est Eg = 95% x 50% = 47,5%, le besoin brut mensuel maximal est **: *Bbmax= BMP= 372,2 mm/mois***

VII.3.1.3 Le débit fictif continue

Le débit fictif continu est ***DFC = 1,4 l/s/ha***

VII.3.1.4 Le débit maximal de pointe

Le débit maximal de pointe en prenant 12 h comme durée d'irrigation journalière et en considérant 6jours réels d'irrigation sur 7 c'est-à-dire 26 jours le mois ***DMP=3,3 l/s/ha***

VII.3.1.5 Besoin en eau pour une campagne de contre saison

Les besoins en eau globaux pour toute une campagne de contre saison est ***Bg= 1177,5 mm Soit Bg= 11774,8m3/ha.***

Le récapitulatif des besoins en eau est consigné dans le tableau suivant :

Tableau 9: Récapitulatif de l'évaluation des besoins en eau de l'oignon pour la campagne sèche

Oignon	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai
Phase	Initial	Initial	Développement	Mi Saison	Arrière-Saison
Kc	0,5	0,5	0,8	1,1	0,9
ETo (mm)	**141,0**	**164,9**	**226,3**	**216,3**	**201,8**
ETM (mm)	70,5	82,5	169,7	227,1	171,5
P (mm)	**0,0**	**0,0**	**2,0**	**44,1**	**108,4**
Pe (mm)	0,0	0,0	2,0	41,0	89,6
Bn (mm/mois)	70,5	82,5	167,7	186,1	81,9
Eg	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Bb (mm)	141,0	164,9	335,5	372,2	163,9
DFC (l/s/ha)	0,5	0,6	1,3	1,4	0,6
Nj (j)	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0
Nh (h)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
DMP (l/s/ha)	1,3	1,5	3,0	3,3	1,5
Besoin global pour une saison (mm)	1177,5				

***Remarque** : le mois de pointe est celui d'avril où l'évapotranspiration est largement supérieure à la pluie. Ce mois correspond aussi à la phase de mi saison de la culture qui est cruciale. Le reste du dimensionnement se fera donc en tenant compte de cette valeur afin d'assurer un bon rendement agricole.*

VII.3.2 Paramètres d'irrigation

VII.3.2.1 Le tour d'eau T

*Le tour d'eau est fixé à deux jours, **T= 2jours**.*

VII.3.2.2 La fréquence N

*Le nombre d'arrosage dans un mois est donc de **N= 15.***

VII.3.2.3 La Réserve facilement utilisable RFU

La réserve facilement utilisable est prise égale à 2/3 de la Réserve utile**. En assumant une réserve utile **RU= 200mm/m** pour une profondeur d'enracinement maximale **Z= 0 ,5 m selon Depeweg, 1998** nous obtenons une Réserve facilement utilisable **RFU= 133 mm

VII.3.2.4 La dose réelle Dr

La dose réelle est donnée par la relation $\mathbf{Dr\ (mm)=\frac{BMP\ (mm)}{N}}$ ***= 24,81mm***

VII.3.2.5 La main d'eau m

*Selon le manuel du semi-californien (ministère de l'Agriculture et du développement rural), 2013), la main d'eau est de l'ordre de 30 l/s dans les grands aménagements. Au niveau des réseaux en californien elle est réduite en raison d'une part de la taille des périmètres et d'autres part des diamètres des canalisations. Ainsi, une main d'eau de **15l/s** est retenue pour l'irrigation.*

VII.3.2.6 La durée d'arrosage par prise t

La durée d'arrosage par hectare est t = 12h. Les prises parcellaires sont dotées de deux sorties : une prise alimente alors deux parcelles soit une superficie de 1 ha d'où un temps de fonctionnement par prise de tp= 6 h.

***Commentaire** : les calculs pour le nombre d'heure de pompage par jour nous ont donnent 7 h avec un DMP = 5, 68 l /s/ha ce qui est trop élevé par rapport aux besoins que nos pompes devraient fournir dont nous avons décidé de fixer 12 h comme nombre d'heures de pompages journaliers.*

Tableau 10: Paramètre d'irrigation

	Bloc 1	**Bloc 2**	**Bloc 3**	**Bloc 4**
Nombre de parcelles	12	16	22	10
Tour d'eau (j)	2	2	2	2
Nombre de parcelles irriguées par jour	*6*	8	11	5
Nombre de prise en fonctionnement simultanée	2	2	3	2

Fréquence	15	15	15	15
Besoin brut Bb (m3/ha)	3722 ,3	3722,3	3722,3	3722,3
Dose réelle Dr (m3/ha)	248 ,1	248 ,1	*248 ,1*	*248 ,1*
Main d'eau m (l/s)	15	15	15	15
Temps d'irrigation par ha (h)	12	12	12	12
Temps par prise (h)	6	6	6	6

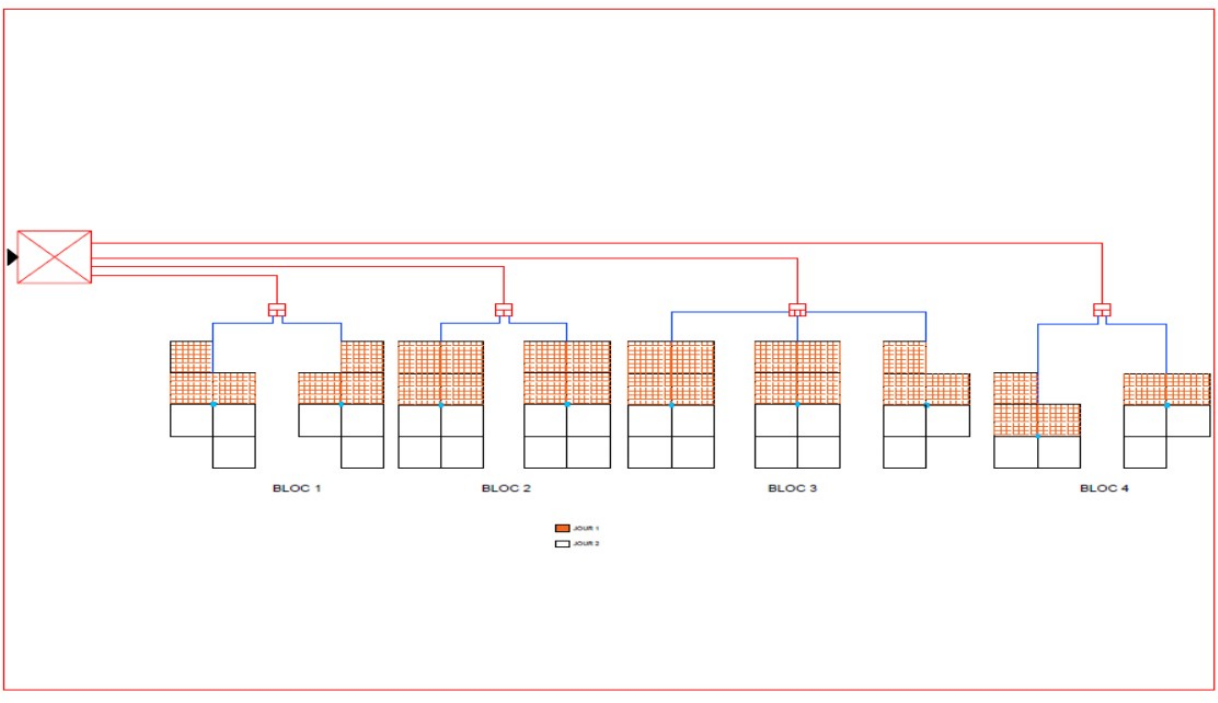


Figure 3: Organisation de l'arrosage pour un tour d'eau

VII.4 LA RESSOURCE EN EAU

VII.4.1 Disponibilité de la ressource

Le Mayo Douka draine dans le bassin versant de Douka Longo la zone de l'étude se trouve dans ce bassin versant.
Afin de déterminer si la ressource en eau sera suffisante pour une campagne de contre saison, nous avons comparé les débits écoulés sur le bassin versant et le débit prélevé.

Les valeurs de débits écoulés récapitulées dans le Tableau 11 qui suit sont fournies par la station de Tchoué située au Tchad à la frontière avec le Cameroun.

Tableau 11: Valeur du débit écoulé

Station	Douka Longo
Date de jaugeage	**24/03/21**
Cote début	17 cm
Cote fin	17 cm
Largeur section	3.30 m
Périmètre mouillé	3.48 m
Profondeur moyenne	0.09 m
Profondeur max	0.12 m
Section débitrice	0.3 m²
Vitesse débitrice	0.083 m/s
Vitesse moyenne de surface (VMS)	0.109 m/s
Vitesse maximum	0.18 m/s
Rayon hydraulique	0.08 m
Débit	**0.023 m3/s**

Commentaire *: Au terme de ce travail, il ressort que à Douka Longo le Mayo Douka qui s'écoule est de 0.023 m^3/s et par rapport à la demande du mois critique en avril qui est de 0,07 m^3/s nous concluons que le Mayo Douka ne pourra pas alimenter le système donc il faudra utiliser les forages pour ce projet d'installation du système semi californien à Douka Longo .*

VII.4.2 Qualité de l'eau d'irrigation

Au niveau de l'état de la qualité des eaux, il se pose un problème de représentativité et de quantité (pour les eaux de surface) de données crédibles. Selon les données disponibles, on peut retenir les points principaux : l'eau de la source de Douka Longo est de bonne qualité physico-chimique, avec des pôles de préoccupations : surtout les matières en suspension, et dans une moindre mesure le fer et les phosphates en quantités importantes, caractéristiques d'eau polluées. La qualité bactériologique et parasitologique n'est cependant pas bonne, entraînant des risques importants de maladies hydriques et infectieuses.

Les problèmes d'eutrophisation, par insuffisance de données, n'ont pu être évalués de façon précise, mais les risques existent et se manifestent déjà, notamment par le développement de la jacinthe d'eau. Toutefois, ce problème d'eutrophisation est très peu perçu sur le cours d'eau. A cet emplacement, nous ne constatons pas d'effet de pollution des eaux au niveau de la ressource en eau.

VII.5 DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

VII.5.1 Chenal d'amenée

Le chenal d'amenée est dimensionné pour un débit légèrement supérieur à celui de la station de pompage.

La valeur du coefficient de rugosité est prise égale à ***Ks = 70*** *et la pente du canal* ***i*** *est fixée à* ***i= 1%.***

Le débit à mobiliser en tête de réseau est d'environ 250 m3/h. en tenant compte des pertes d'eau dans le réseau et d'une possible extension du périmètre nous dimensionnerons le canal pour un débit dérivé de ***312 m3/h.***

Les dimensions pour la section du chenal d'amenée sont les suivantes :

Tableau 12: Dimensions du chenal d'amené

Dimension du chenal d'amené	
Largeur au radier b (cm)	*15*
Fruit de berge	*1*
Tirant d'eau (cm)	*20*
Profondeur (cm)	*40*
Largeur en gueule (cm)	*100*

VII.5.2 Station de pompage

La station de pompage comporte plusieurs éléments constitutifs tels que le puit d'aspiration, la plateforme de pompage, les groupes motopompes. La section suivante présente les caractéristiques de ces éléments.

VII.5.2.1 Puit d'aspiration

Le puit d'aspiration est dimensionné de sorte à stocker une quantité d'eau suffisante permettant l'aspiration sans jamais dénoyer les crépines d'aspiration des pompes.

Tableau 13: dimensions du puit d'aspiration

Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)
2	2	3

VII.5.2.2 Plateforme de pompage

La plateforme de pompage est l'ouvrage de génie civil réalisé en béton armé et sur lesquelles reposent les pompes. Les dimensions prévues pour cette plateforme sont **2 m x 2 m et d'épaisseur 20 cm.**

VII.5.2.3 Abri de la station de pompage

L'abri pour la station de pompage est un bâtiment en maçonnerie de dimensions internes 9,00 m x 3,00 m. Aux angles seront coulés des poteaux en béton armé de 15 cm x 15 cm sur une hauteur de 3 m et 3,50 m de façon à constituer une pente pour la toiture qui sera posée. Les ouvertures seront constituées d'une porte métallique grillagée de 150 cm x 220 cm et de deux fenêtres métalliques grillagées de 120 cm x120 cm judicieusement disposées pour assurer l'aération. La toiture en tôle bac galva sera fixée aux poteaux grâce à une charpente en IPN 80 et des chevrons 8 x 8 (PAFASP, 2012).

VII.5.2.4 Les groupes motopompes

Le débit en tête de réseau est de **349 m3/h**. Ce débit est assez élevé. Pour un meilleur fonctionnement du périmètre, nous avons dimensionné les pompes par bloc. Cela permet l'autonomie des blocs, réduit les nombres de manipulateurs de pompe et nous épargne l'achat de grosses pompes dont la gestion et l'entretien est plus complexe pour nos exploitants non formés.

Les éléments clés pour le choix de la pompe sont la Hauteur Manométrique Totale (HMT), le Débit (Q), la NPSHd et la puissance absorbée Pabs. Le calcul des caractéristiques requises pour le choix des pompes conduit aux résultats suivants.

Tableau 14: caractéristiques des pompes choisis

Caractéristiques	Pompe 1	Pompe 2	Pompe 3	Pompe 4
Débit (m3 /h)	71	95	131	52
HMT (m)	16 ,47	17 ,54	22	13,69
NPSHd (m)	8,242	8,253	8,252	8,244
Puissance absorbée (Kw)	4,55	6,49	11,22	2,77

VII.5.2.4.1 Choix des pompes

Les pompes choisies sont des pompes de surface monobloc de marque Grundfos type NB. Ce choix est motivé par la fiabilité et la robustesse qu'offrent les pompes Grundfos.

En tenant compte des caractéristiques des pompes nous avons choisi dans le catalogue Grundfos, des pompes de surface dont les caractéristiques sont consignées dans le tableau à l'annexe 7.

VII.5.3 Les Bassins partiteurs

VII.5.3.1 Dimensionnement des bassins partiteurs

Les dimensions finales retenues pour les bassins répartiteurs dépendent principalement du rôle tampon qu'ils jouent dans le système d'irrigation. De ce fait nous avons fixé une capacité de stockage minimale du bac de réception. Les dimensions qui en découlent sont :

Tableau 15:dimensions des bassins partiteurs

Dimensions retenues pour les bassins	
Longueur par bassin (m)	*2*
Largeur du bac (m)	*0,7*
Profondeur retenue par bassin (m)	*1*
Epaisseur du seuil e (cm)	*25*
Largeur totale du bassin (m)	*1,4*

***Commentaire** : le bassin partiteur jouant aussi la fonction d'ouvrage de dissipation d'énergie et de répartition de débit, nous avons vérifié les dimensions minimales nécessaires pour le bon fonctionnement tant en ouvrage de dissipation qu'en répartiteur de débit à seuil.*

Longueur bassin (cm)	*60*	*65*	*65*	*70*
Largeur du bassin (cm)	*40*	*50*	*50*	*60*
Profondeur _bassin (cm)	*20*	*25*	*25*	*25*
Épaisseur du seuil e (cm)	*17*	*19*	*20*	*18*
Hauteur du seuil s (cm)	*8*	*9*	*9*	*8*

***Commentaire :** les dimensions retenues pour les bassins répartiteurs sont supérieures aux dimensions minimales assurant ainsi le bon fonctionnement des bassins.*

VII.5.3.2 Calage des bassins répartiteurs

Après avoir déterminé et vérifier la charge en tout point de la conduite de distribution, les résultats obtenus pour les hauteurs d'élévation des différents bassins sont consignés dans le tableau ci-après :

Tableau 16: récapitulatif du calage des bassins répartiteurs

Bassin partiteur	Cote radier (m)	Hauteur d'élévation (m)
BP1	227,3451	1,2
BP2	227,61	0,82
BP3	225,02	0,70
BP4	225,09	1,09

VII.5.4 Prise parcellaire

Les prises parcellaires sont de dimension standard. Pour permettre une facilité de manœuvre, la partie interne de l'ouvrage de prise doit respecter certaines dimensions pour offrir un espace libre par rapport aux parois et au fond de l'ouvrage, la hauteur, la largeur et la longueur. Ainsi, sous le té, il est aménagé un blocage de 40 x 40 avec 10 cm d'épaisseur sur lequel est coulé un béton ordinaire de 8 cm suivi du lit de sable de 10 cm. Au sortir du terrain naturel, la tête du PVC reçoit un té galvanisé auquel est soudé un dispositif double d'ouverture et de fermeture sous forme de plaque muni d'un disque en caoutchouc épais de façon à créer une étanchéité : c'est le bouchon.

Sur les côtés latéraux de la prise, deux bassins en maçonnerie callés à la côte TN+ 0,10m alimentent les départs des arroseurs. Ces départs sont construits en béton et sont de section trapézoïdale.

VII.5.5 Vidange

Les vidanges sont conçues avec pour recevoir les eaux d'évacuation des conduites pour les cas de besoin de nettoyage. Ils permettent de vider ou de nettoyer la conduite. L'eau de la conduite passe dans l'ouvrage de vidange à travers un té muni horizontal d'un bouchon. Les dimensions fixées doivent permettre un accès pour nettoyage.

VII.5.6 Dimensionnement des conduites

VII.5.6.1 Refoulement

La conduite de refoulement est dimensionnée en fonction du débit maximal de la pompe. Le choix du diamètre de la conduite refoulement relève d'un compromis entre, d'une part le souci de réaliser le moins possible d'investissement (petit diamètre) et d'autre part le souci de réduire les charges d'exploitation : faible HMT engendre moins de charges énergétiques. Les résultats obtenus en utilisant la formule de Bresse, de Bresse modifié et de Munier sont consignés dans le tableau

Tableau 17:dimensionnement des conduites de refoulement

	CR1	CR2	CR3	CR4
Débit transitant (m3/h)	71	95	131	59
Bresse (mm)	210,65	243,67	286,14	180,28
Bresse modifié (mm)	216,14	238,18	265,10	194,83
Munier (mm)	174,14	201,43	236,54	149,03
Diamètre choisi (mm) DN/Dint	160/140	180/160	180/179	160/125
Vitesse (m/s)	1,2	1,3	1,4	1,1

VII.5.6.2 Distribution

Les conduites arroseuses sont dimensionnées de sorte à véhiculer un débit égal à la main d'eau. Pour le calcul du diamètre nous avons utilisé la relation :

$\emptyset=(\boldsymbol{Q1.57})\ \hat{}\ (\boldsymbol{12.308})$

Avec : ∅ : diamètre de la conduite en m

Q : débit transitant dans la conduite en m3/s (main d'eau)

Les diamètres définitifs s'obtiennent après des évaluations itératives des charges minimales (ligne d'eau requise) nécessaires pour alimenter convenablement toutes les prises d'une même conduite principale. Le principe de dimensionnement est donc le suivant :

Diamètre de la conduite et Débit → vitesse dans les rampes et pertes de charges (vitesse faible ou forte) → vitesse raisonnable →hauteur du bassin partiteur (Hauteur élevée > 2 m cela implique un nouveau diamètre) → Hauteur faible ou raisonnable ≤ 2 m le diamètre est retenu.

Note : Les conduites retenues pour la distribution sont en PVC de diamètre nominal 160mm.

VII.5.6.3 Détermination de la pression nominale des conduites

La pression nominale des conduites est déterminée à travers la vérification des surpressions engendrées face aux phénomènes transitoires.

Calculs des valeurs de surpression et de dépression.

- La surpression est donnée par P = HMT + ΔH ;

- La dépression est donnée par P = HMT - ΔH ;

Avec ΔH : variation de pression

Les valeurs de la variation de pression dépendent fortement de la nature de la perturbation (rapide ou lente ; pour une fermeture totale ou partielle) : dans notre cas, nous ne considérons que la fermeture rapide et totale et fermeture lente et totale.

Cas 1 : fermeture rapide et totale

La variation de pression est alors donnée par la relation suivante : $\Delta H=\pm\frac{cv0}{g}$

Avec *V0* (m/s) la vitesse moyenne dans la conduite et c : célérité de l'onde de choc

$c=\sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}}\frac{1}{\sqrt{1+\frac{D\varepsilon}{Ee}}}$

Avec

D : diamètre intérieur de la conduite

E : module de young

e : épaisseur de la conduite

ρ : masse volumique de l'eau

ε : module d'élasticité de l'eau

Cas 2 : fermeture lente et totale

$\Delta h=\frac{2LV0}{gT}$

Avec T=30s

L (m) = longueur de la conduite

T(s) = durée de la variation de vitesse (temps de fermeture d'une vanne sur la conduite de refoulement).

Tableau 18: calcul de la célérité

Calcul de la célérité						
ε	E	Dext	Dint	e	ρ	c
2000000000	3000000000	0,18	0,179	0,0044	1000	266,6846258

Tableau 19: calcul des surpressions

Calcul des surpressions		
	Variation rapide	Variation lente
Δh (m)	27,18	2,72
HMTmax (m)	14	14
Surpression (Pa)	41,18	16 ,72
Dépression (Pa)	-13,18	11,28

Conclusion : **la pression nominale choisie pour les conduites est de 60m PN 6bars**

NB : Seules les conduites de refoulement sont en PVC pression, les conduites de distribution sont en PVC évacuation.

VII.5.7 Dimensionnement des ouvrages annexes

VII.5.7.1 Colatures

Détermination des paramètres

- C, est le coefficient de ruissellement. Sa valeur dépend essentiellement de la nature du sol, de sa couverture végétale et de la pente du bassin versant. La végétation y est de type savane arbustive donc la zone est considérée comme une zone de pâturage. En outre, l'étude pédologique a révélé que le sol a une texture limono-argileuse donc un taux d'infiltration moyen. La valeur du coefficient de ruissellement est donc prise égale à CR=0,40 (NIANG D, 2012)

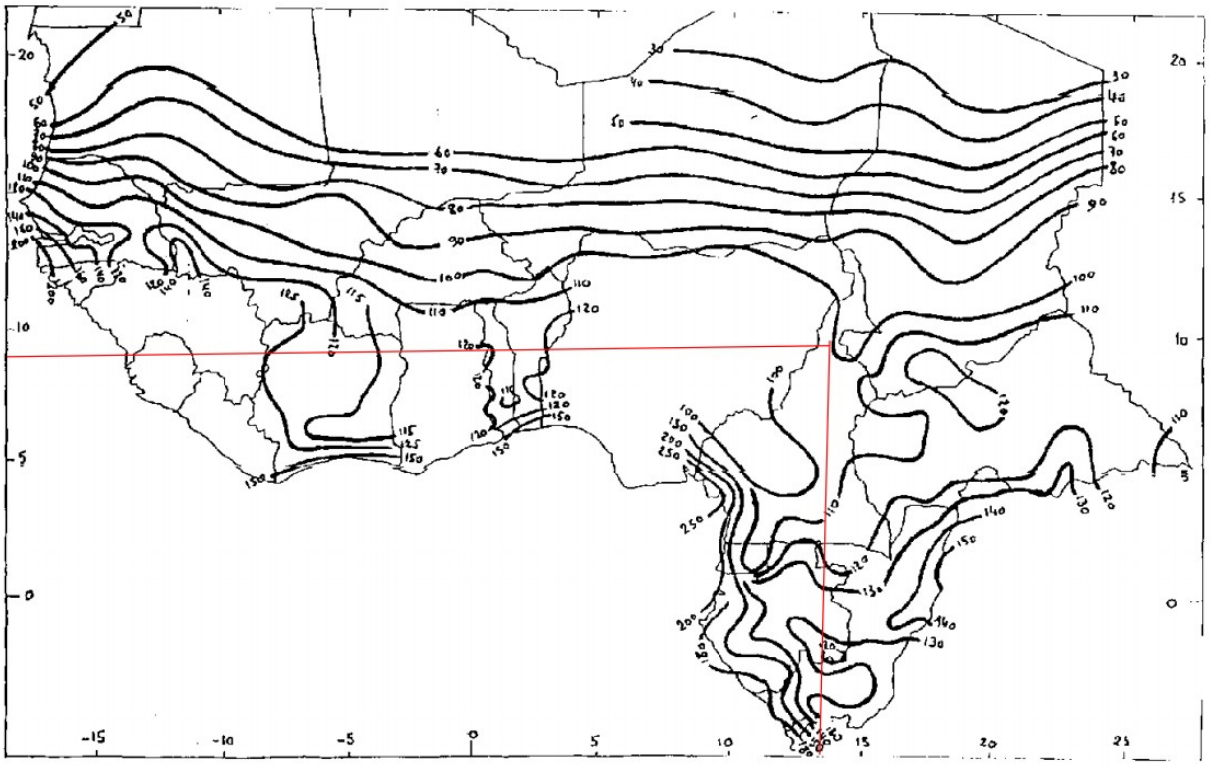
Type de sol	Couverture du bassin versant		
	Cultures	Pâturages	Bois, forets
A fort taux d'infiltration ; sols sableux ou graveleux	0,20	0 ,15	0,10
A taux d'infiltration moyen ; limons et sols similaires	0,40	0,35	0,30
A faible taux d'infiltration ; sols lourds, argileux ; sols peu profonds sur fond imperméable	0 ,50	0,45	0,40

Valeur de Cr

Figure 4: détermination du coefficient de ruissellement

Source : Niang D,2012

- La largeur de bande de terrain considérée est de 350m
- La durée d'évacuation des eaux est fixée à douze (12) heures.
- La pluie décennale journalière est obtenue grâce aux cartes du CIEH



Le calcul du débit donne les résultats dans le tableau 21 suivant :

Tableau 20: calcul du débit de la colature de ceinture

Coefficient de ruissellement	c	0,40
Pluie décennal journalière	P10 (mm)	100
Largeur de bande de terrain	l (m)	350
Temps d'évacuation	t (h)	12
Débit d'évacuation	q (m3/s)	0,0324

Détermination des sections de la colature de ceinture

Les dimensions de la colature de ceinture sont déterminées en utilisant la formule de Manning Strickler et les sections sont voulues hydrauliquement favorables. Le coefficient de rugosité est pris égal à Ks=33 car la colature n'est pas revêtue, avec une pente I= 1%

Tableau 21: Sections de la colature de ceinture

Largeur au plafond b (m)	0,15
Fruit de berge	1
Tirant d'eau y (m)	0,20
Profondeur du canal (m)	0,40
Largeur en gueule (m)	0,90

VII.5.7.2 Drains

L'évaluation du débit spécifique qs est donné par la relation :

$$qs\ (l\ /s/ha) = \frac{P10}{t(h)\times 0{,}36}$$

Avec : qs : débit spécifique à évacuer ; P (mm) : pluie décennale journalière ; T(h) : temps d'évacuation.

Pour la sécurité, on considère que tout ce qui tombe ruissèle. A cet effet, l'infiltration et l'évaporation seront négligés (COMPAORE, 1998) ;

La pente des drains est choisie à éviter les vitesses érodables et le dépôt des débris solides.

Le temps d'évacuation T est fixé à 12h. La pluie décennale est obtenue par lecture sur la carte des pluies décennale journalière du CIEH P10=100 mm

Pour tenir compte de la faisabilité sur le terrain les dimensions retenues sont dans le tableau 23 ci-dessous :

Tableau 22: dimensions retenues des drains

Dimensions retenues	Drain1	Drain2	Drain3	Drain4
Profondeur (cm)	50	50	50	50
Largeur au plafond b (cm)	30	30	30	30
fruit de berge	0	0	0	0

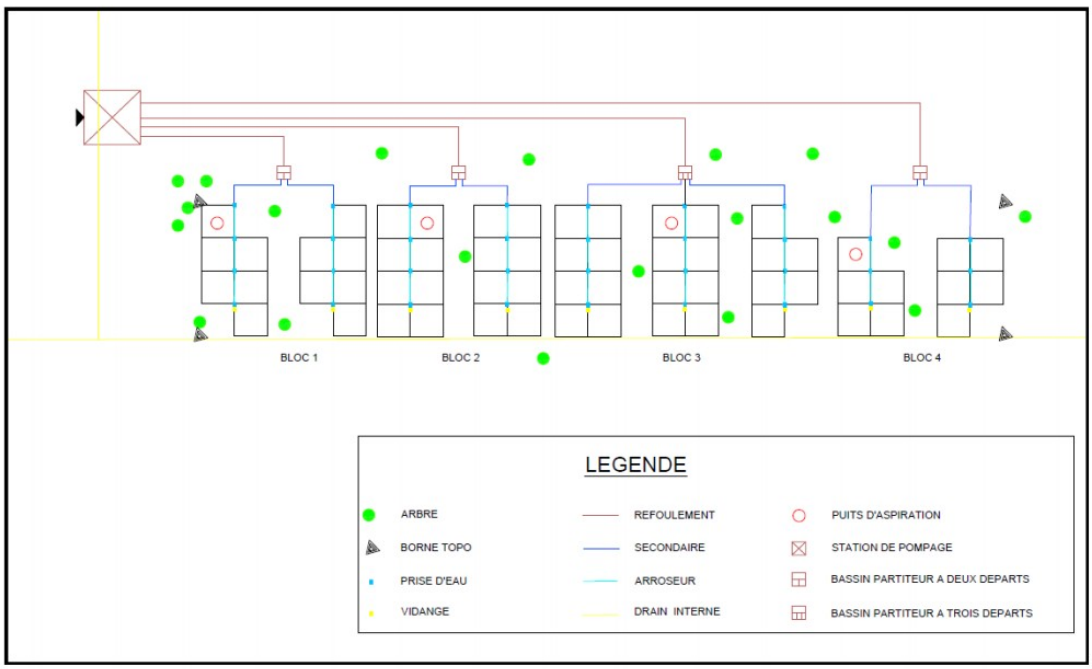


Figure 5 : Plan d'aménagement du site

VII.6 NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

VII.6.1 Objectif de l'étude

Un aménagement agricole a pour objectif d'apporter un avantage considérable aux conditions de vie de ses bénéficiaires. Cependant comme une activité ne peut avoir que des impacts positifs les travaux d'aménagement ont aussi des effets néfastes qui affectent les conditions de vie de ses bénéficiaires. De ce fait, une étude d'impact environnemental s'impose pour analyser les différents risques et ainsi trouver des mesures d'atténuation.

VII.6.2 Description du projet

VII.6.2.1 Etat initial du projet

Il s'agit de faire l'inventaire de l'état actuel de la zone d'étude afin de connaitre les évolutions futures et faire des corrections. L'amélioration portera sur le milieu naturel, milieu socio-économique et les infrastructures.

VII.6.2.2 Milieu naturel

Les forages, le périmètre agricole, une pluviométrie moyenne et des sols de bonnes qualités offrent des conditions favorables à l'éclosion d'un couvert végétal constant avec des animaux divers. On y rencontre également peu d'arbres. Sur le plan hydrographique le cours d'eau principal Douka est permanent.

VII.6.2.3 Milieu humain

Selon le centre de santé intégré de la commune de Ngong en 2019 Le village de Douka Longo qui se trouve au Nord Est de la commune compte une population de 1672 habitants : 814 hommes et 858 femmes.

VII.6.2.4 Infrastructures hydrauliques

-Le niveau d'infrastructure et d'équipement du village de Douka Longo est faible.

- Des forages munis de pompe à motricité humaine ;

- Il existe sur le périmètre à aménager des ouvrages réalisés dans le cadre du projet financé par la GIZ à travers ABC/PADER (projet antérieur) et relatif à la réalisation des biefs, de reboisement.

VII.6.3 Analyse des impacts

VII.6.3.1 Pendant la phase préparatoire

Cette phase consiste à l'installation, au stockage de matériaux, aux travaux de décapage, de débroussaillage et des implantations des ouvrages. La réalisation de ces activités nécessite une main d'œuvre très forte. Le recrutement va permettre à la population locale d'accroître ses revenues ainsi améliorer les conditions de vie de la localité. Cependant, ne nous focalisons pas sur les opportunités de travail et oublier les impacts négatifs. En effet, le sol verra son profil normal modifié et un risque de déforestation de la zone. Notons aussi l'exposition de la population à la poussière soulevée et les gaz d'échappement émis par des engins.

VII.6.3.2 Phase de construction

La réalisation des pistes d'accès et des ouvrages, les installations des équipements hydrauliques, l'aménagement des parcelles sont les activités constitutives de la

phase de construction. Cette phase vise des objectifs tels que : création d'autres emplois différents de l'agriculture entrainant ainsi la diminution du taux de pauvreté et du chômage.

Face à ces objectifs, des problèmes subsistent :

- Pollution de l'air par la poussière due aux travaux de terrassement ;
- Les nuisances sonores provoquées par les bruits des engins lourds de terrassement ;
- Modification de la composition normale du sol due au traitement du sol pour l'enrichir.

VII.6.3.3 Phase d'exploitation et d'entretien

Les impacts positifs du projet sont la création d'emplois directs pour les populations rurales vivant sur le site du projet, l'accroissement des productions agricoles. Non seulement la mise en exploitation de l'aménagement présente des positivités mais aussi des négativités telles que : la pollution du sol par la salinisation et la calcification dues à l'apport d'engrais, la pollution de l'air et de nappe phréatique par l'infiltration des eaux de drainage etc.…

VII.6.4 Mesures d'atténuation

- Le port obligatoire de masques anti - poussière et d'autres matériels de protection individuelle pour les travailleurs et les visiteurs sur les chantiers ;
- L'arrosage des pistes limitant ainsi les conditions dans lesquelles les poussières sont engendrées ;
- Eviter le décapage des surfaces si possible surtout sur les parcelles prévues pour l'exploitation agricole ;
- Inclure les populations bénéficiaires dans la réalisation ;
- Une bonne organisation des recrutements
- Le reboisement dans les zones déboisées ;
- Vérification de la qualité des engrais utilisés par les paysans
- Privilégier l'utilisation d'engrais organique (compost)
- Le respect strict des calendriers d'approvisionnement en eau des parcelles pour une utilisation rationnelle des ressources en eaux ;
- Instaurer un comité de gestion des conflits ;
- Limiter l'utilisation excessive des engrais et pesticides afin d'éviter la pollution de la nappe et la salinisation rapide des sols.
- Augmentation du couvert végétal par le reboisement
- Sensibiliser les exploitants sur les maladies hydriques et les moyens de préventions qui sont le port des gants, chaussures de sécurité, cache-nez pendant les travaux.

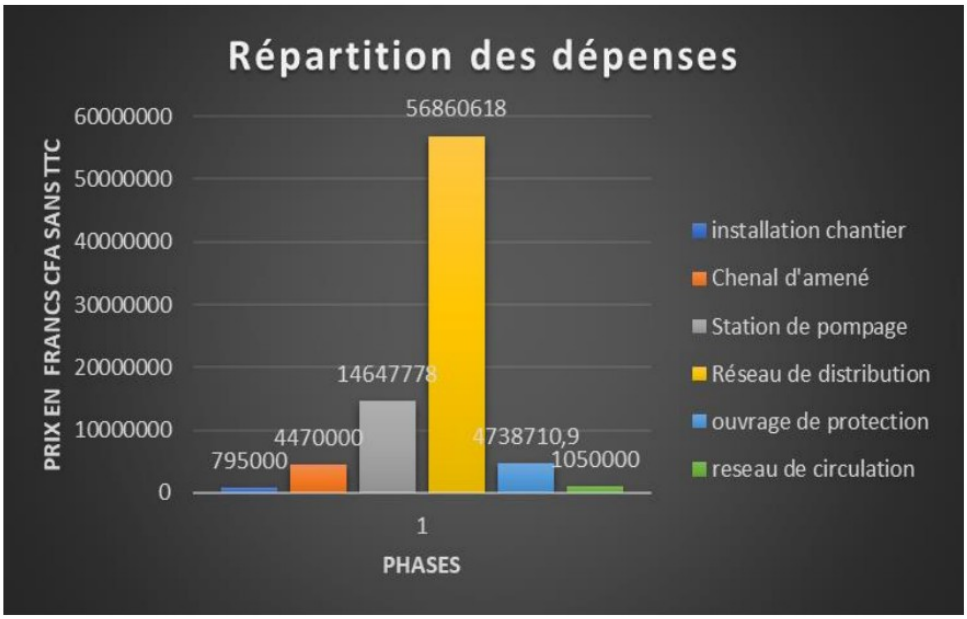
VII.7 EVALUATION ECONOMIQUE

VII.7.1 Cout estimatif du projet

Pour estimer le cout de réalisation du projet nous avons établi un devis quantitatif et estimatif présenté dans un tableau voir en annexe 6.

À la suite de ce devis nous estimons la réalisation du projet à un coût de quatre-vingt-dix-sept millions cent quatre-vingt-douze mille six cent huit francs CFA (97 192 608 CFA).

La répartition des couts pour les différentes phases de l'aménagement est la suivante :



Graphique 2 : Répartition des coûts de l'aménagement

VII.7.2 Etude de rentabilité

VII.7.2.1 Production prévisionnelle

Tableau 23: production prévisionnelle de l'oignon

Cultures	Production (t /ha)	Sup (ha)	Production totale (t)
Oignon	25	30	750

Source : fiche technique de la culture de l'oignon

Pour la commercialisation :

La production sera vendue immédiatement après récolte en août à 200 Fcfa / kg, totalisant ainsi une vente de 127 500 000FCFA

VII.7.2.2 Les charges d'exploitation

Les charges d'exploitation considérées sont les intrants, les frais de maintenance, et la consommation du groupe électrogène.

La charge totale sur l'exploitation du périmètre est évaluée dans le tableau 25 suivant :

Tableau 24: Evaluation de la charge totale sur l'exploitation du périmètre

	Quantité /ha	quantité totale	Prix unitaire		Prix total
Semence (kg)	10	300	60000		1800000
NPK (kg)	1005	30150	400		12060000
Urée (kg)	251	7530	400		3012000
Cypercal 50 (l)	1	30	3680		110400
Carburant (l)		2304	350		806400
Maintenance (ha)			75000		2250000
Total charge exploitation					20038800

Les valeurs sur les quantités des semences et des engrais à l'hectare proviennent du Plan Régional de Développement de la Filière Cultures Maraîchères (Mars 2011).

En supposant 1an comme année de récupération, la rentabilité du projet est évaluée à **111%** sur une durée de retour sur investissement de **11 mois.**

VIII DISCUSSION ET ANALYSE

L'évaluation des besoins en eau d'irrigation a abouti à un débit maximal de pointe de 3,3l/s/ha. Ce débit élevé pourrait à première vue s'expliquer par le fort besoin en hygrométrie de l'oignon. Mais il faut noter aussi que la période de mise culture de la spéculation est tout aussi contraignante. De fait, la culture de l'oignon étant prévue en saison sèche où l'évapotranspiration est maximale et la pluviométrie très faible, le besoin en eau d'irrigation s'en voit nettement élevé.

Le système d'irrigation mis en place dans le cadre de ce projet est le semi californien sur un périmètre de 30 ha. En présentant les avantages de convenir à toute qualité d'eau, d'avoir une mise en œuvre facile de même qu'un faible besoin en entretien, le semi californien se présente comme une première mesure à prendre pour permettre aux exploitants de passer en douceur, facilement, sûrement et économiquement des pratiques d'irrigation traditionnelle à des techniques plus avancées. Toutefois, ce système présente aussi des faiblesses notamment son efficience d'irrigation à la parcelle faible (de l'ordre de 50%), le risque de rupture des conduites et des différents ouvrages constitutifs du réseau pouvant ainsi entrainer des surcouts d'exploitation et même le délaissement du périmètre, et pour finir sa durée de vie de l'ordre de 6 à 10 ans. Certes toutes ces faiblesses remettent en cause les motifs justificatifs du choix du mode d'irrigation mais dans le contexte de ce projet c'est-à-dire une ressource en eau suffisante et pérenne, un promoteur dont les moyens financiers sont limités nous avons privilégié le système d'irrigation présentant un cout d'investissement faible en l'occurrence le semi californien tout en recommandant des réhabilitations pour la pérennisation du périmètre. L'exploitation d'une plus grande superficie reste plus rentable que l'exploitation d'une petite superficie. Donc il serait mieux d'essayer d'aménager tout le périmètre.

Quant à la proposition du plan d'aménagement elle présente une configuration quelque peu différente des sites précédemment aménagés par ABC/PADER. De fait, il serait donc nécessaire afin de faciliter le mode d'irrigation, un plan d'aménagement offrant une égalité des prises parcellaires alimentées par le même bassin répartiteur. Cette configuration se justifie

par la configuration même du site et notre volonté d'aménager la plus grande superficie possible. Bien que cela entraine une certaine complexité dans le mode d'irrigation, nous proposons un calendrier d'irrigation simple et facilement praticable par les exploitants en vue d'atténuer cette difficulté.

Le cout de réalisation du projet est estimé à environ trois millions deux cent cinquante mille FCFA à l'hectare. Ce cout correspond au cout de réalisation moyen d'un système d'irrigation type semi californien c'est-à-dire entre deux à cinq millions l'hectare (GERTEC, 2016). Relativement aux autres systèmes d'irrigation, cet aménagement présente un cout de réalisation faible. De ce fait, le système goutte à goutte est estimé à environ douze millions l'hectare (PVEN, 2013), le gravitaire quant à lui est évalué à environ sept et huit millions l'hectare. Le choix du système semi californien a donc permis une économie financière comme souhaitée.

IX CONCLUSION

La conception de l'aménagement nous a donné une superficie aménagée de 30 ha, découpée en quatre blocs : le bloc 1 d'une superficie de 6ha comporte 12 parcelles, le bloc 2 a16 parcelles et fait donc 8 ha, quant aux blocs 3 et 4 ils font respectivement une superficie de 11 ha et 5 ha et comptent respectivement 22 et 10 parcelles. On dénombre alors au total **60 parcelles** d'une superficie de **0,5ha** chacune.

A l'issu de l'entretien avec les futurs exploitants (groupement paysan), il a été convenu que les spéculations envisagées sont pour la saison sèche l'oignon. Les études pédologiques, hydrologiques et climatologiques nous ont confortés sur l'adéquation des sols, de la ressource en eau et de l'environnement vis-à-vis des cultures envisagées.

Le réseau d'irrigation mis en place est de type semi californien : l'eau est véhiculée sous pression de la station de pompage jusqu'au prises parcellaires où l'eau est apportée au pied de la plante par des raies. Le système est constitué tout en amont d'une prise d'eau reliée à un chenal d'amenée chargée de dériver l'eau du cours d'eau vers le périmètre ; le chenal d'amenée se termine à la station de pompage où des groupes motopompes sont chargés de refouler l'eau à des bassins répartiteurs ; des bassins partent alors les conduites de distribution. Les blocs fonctionnent de façon autonome de sorte que chaque bloc a un groupe motopompe, et un bassin répartiteur.

L'évaluation des besoins en eau d'irrigation de l'oignon donne un besoin en eau global de **372,2 *mm/mois***. Les études pédologiques nous ont renseignés sur la nature du sol en place et nous avons ainsi pu déterminer les doses à véhiculer. En effet, le sol est sablo- argileux, la réserve facilement utilisable est alors estimée à **133 mm** (pour la profondeur d'enracinement). En fixant le tour d'eau à deux jours, la dose d'irrigation est de ***24,81mm***

Le dimensionnement des conduites a donné un diamètre de **160 mm** pour les conduites de distribution. Les conduites de refoulement ont des diamètres de **180 mm** en PVC PN 6. Le réseau de distribution a une longueur totale de **3910 ,25 m** et le refoulement fait de **1050 m** de long. Le calage des bassins partiteur et des prises a permis de fixer les hauteurs d'élévation et les cotes pour le bon fonctionnement des prises.

Parallèlement au réseau d'irrigation nous avons mis en place un réseau de drainage visant à protéger le périmètre des eaux de ruissellement à l'amont et des eaux de pluies excédentaires sur le périmètre. Le réseau de drainage est donc constitué d'une colature de ceinture suivi d'une digue de protection et de drains internes.

Pour terminer, le projet a un coût de réalisation de trois millions deux cent trente-neuf mille sept cent cinquante-quatre (**3 239 754)** francs CFA à l'hectare. La durée de retour sur investissement est 9 mois.

X RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

En raison des problèmes des données réels du débit de chaque forage qui ont été rencontrés lors de l'étude, nous recommandons en premier lieu l'aménagement de 15ha (la moitié de la superficie totale) enfin d'expérimenter la suffisance en eau lors de la première campagne séché et par la suite étendre sur les 15 ha restant après avoir observé la variation de l'eau pendant la première campagne. Au-delà de ce problème d'eau, nous espérons lors de l'exploitation :

- Envisager un autre type d'irrigation comme l'aspersion qui consomme moins d'eau ;
- Une bonne gestion du périmètre pour éviter les conflits ;
- Un bon programme d'entretien pour la durabilité des installations ;
- Le respect scrupuleux du programme d'arrosage
- Après les installations, faire un diagnostic de fonctionnement du système d'irrigation pour des études futures.

XI ENTRETIEN DU PERIMETRE

Pour la bonne marche de l'irrigation sur le site et la pérennisation de l'aménagement, il est nécessaire de réaliser périodiquement des tâches d'entretien sur les ouvrages suivants :

XI.1 Colatures :

Les colatures de ceintures piègent une partie des transports solides et à cet effet, ils sont sujets à l'envasement. Il y a aussi l'envahissement par une végétation de toute sorte et parfois leur mise en culture par certains exploitants. Les activités d'entretien seront donc orientées sur le curage et le nettoyage périodiques et l'interdiction formelle aux exploitants de les utiliser à des fins agricoles.

XI.2 Motopompe :

L'entretien de la motopompe nécessite un suivi rigoureux pour son maintien en bon état de fonctionnement notamment l'entretien courant portant sur le changement des filtres et les vidanges régulières. Il faut aussi contrôler les temps de marche /arrêt et éviter les phénomènes pouvant entrainer des coups de bélier.

XI.3 Bassin partiteur :

Il faut veiller au curage et au nettoyage des bacs avant chaque reprise de l'irrigation. Les exploitants devront surveiller l'état des ouvrages afin de repérer d'éventuelles fissures et les réparer immédiatement avant qu'elles ne s'amplifient et ne développent des fuites d'eau qui, à leur tour, entraineront la rupture de l'ouvrage.

XI.4 Conduites :

Des opérations de vidange et de lavage des conduites de distribution doivent avoir lieu périodiquement.

XI.5 Ouvrages de vidanges :

Veiller à un nettoyage périodique afin d'éviter l'envahissement par des plantes et des objets solides.

XII BIBLIOGRAPHIE

Luc Arnaud, Bernard Gay, (1999). De l'eau pour le maraichage.

BARIL.D, C. F. (Janvier 2014). *Note technique sur la conception des dispositifs de restitution du débit minimal.*

COMPAORE, M. (Octobre 1998). *Drainage et Assainissement Agricole.*

FAO. (1985). *Prevention of Post-Harvest Food looses: Training Manual.* Rome : UNFAO.

FAO. (Avril 2015). *Projet TCP/BEN/3403.*

FAO, D. d. (1998). *Comment conserver les oignons.*

FAO, D. D. (s.d.). *Méthodes de manutention post récolte pour petits exploitants.*

FAURE.B, B. C. (Janvier 2014). *Note Technique sur la Conception des Dispositifs de Restitution du Débit Minimal.*

Kader, A. (1993). *Post harvest Handling.*

M.OURAHOU. (Mars 2003). *Conception et dimensionnement des canaux d'irrigation.*

SANA LOGONE (PSID), (04 juillet 2010). Étude de marché maraichage Cameroun.

Mairie, N. (2018). *Schéma Directeur d'Aménagement de la commune.*

Ministère de l'agriculture et du développement rural, d. r. (2011). *Manuel du semi-californien.*

Rend.P. E, J. a. (s.d.). *The biology and horticulture in introductory.* New York.

Sédilot C., M. G. (2003). Epurer les eaux de drainage de serre. *Infos CTIFL*, 38-43.

Seung Koo Leo, D. d. (1994). *Post-Harvest Technology,* Korea.

ZOUNGRANA, D. (Novembre 2003). *Cours d'approvisionnement en eau potable.* Ouagadougou.

YAGO S, (2017), Conception et étude de l'irrigation type « semi-californien » : cas du site de 20 ha à Boborla dans la commune de Karangasso Vigué *au BENIN*, mémoire de fin d'études de master, 2iE.

CHAMPION J., (1967), *Notes et documents sur les Oignons et leur culture Tome1 : Botanique et génétique des bananiers*/ Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer (IF.A.C). 214 p.

COMPAORE M L., 1998, *Cours de drainage et d'assainissement agricole*, polycopié EIER, 240p

KAGONE, H. (2001), *Profil fourrager*, ministère des Ressources Animales/FAO

KAMBOU D., XANTHOULIS D., OUATTARA K. & DEGRE A., « Concepts d'efficience et de productivité de l'eau (synthèse bibliographique) », *Base* [En ligne], Volume 18 (2014), Numéro 1, 108-120 URL : http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=10862 .

KEITA A, 2012, *Cours d'irrigation par aspersion*, polycopié 2iE,

KEITA A, 2014, *localized irrigation*, polycopié 2iE

LEMPERIERE P., 1994, *Irrigation gravitaire*, polycopié EIER, 119p

NIANG D, 2012, *cours d'hydrologie*, polycopié 2iE

OLIER, CH. et POIREE M. (1983), *Les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages*.

OUEDRAOGO B. U., 2010, *Pompe et station de pompage*, polycopié 2iE, 55p

Programme d'Appui au Développement rural (PADER/GIZ). (Garoua Janvier 2020), Avant-projets-sommaire pour la mise en œuvre des aménagements dans le bassin versant de douka, commune de Ngong.

Diconne, M.-A., 1972. Les jaugeages des débits des cours d'eau au moulinet hydrométrique par la méthode d'intégration. La Houille Blanche, N°1 (février 1972), pp. 35-34. https://doi.org/10.1051/lhb/1972003

Site web:

Dachary, M., 1997. Jaugeage – hydrologie. https://hydrologie.org/glu/FRDIC/DICJAUGE.HTM (consulté le 3 novembre 2020)

ANNEXE :

ANNEXE 1 : PARAMETRE D'IRRIGATION

Tableau 4 : La réserve utile

Type de sol	RU (mm/m)
Sableux	70-100
Sablo-limoneux	90-150
Limoneux	140-190
Argilo-limoneux	170-220
Limono-argileux	180-230
Argileux	200-250

Tableau 9 : calculs besoins en eau

Oignon	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai
Phase	Initial	Initial	Développement	Mi Saison	Arrière-Saison
Kc	0,5	0,5	0,8	1,1	0,9
ETo (mm)	**141,0**	**164,9**	**226,3**	**216,3**	**201,8**
ETM (mm)	70,5	82,5	169,7	227,1	171,5
P (mm)	**0,0**	**0,0**	**2,0**	**44,1**	**108,4**
Pe (mm)	0,0	0,0	2,0	41,0	89,6
Bn (mm/mois)	70,5	82,5	167,7	186,1	81,9
Eg	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Bb (mm)	141,0	164,9	335,5	372,2	163,9
DFC (l/s/ha)	0,5	0,6	1,3	1,4	0,6
Nj (j)	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0
Nh (h)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
DMP (l/s/ha)	1,3	1,5	3,0	3,3	1,5
Besoin global pour	1177,5				

une saison (mm)	

Paramètre d'irrigation	
RU (mm /m)	200
Zr (m)	0,5
RFU (mm)	133
BMP (mm / mois)	372,2
BMP journalier (mm/jr)	12,406
N(jr)	15
T	2
Dr(mm)	24,81
M (l)	15
Dr (m)	24810
T (h)	6,89
Temps d'irrigation par prise (h)	3,4458

ANNEXE 2 : CALAGE DES BASSINS PARTITEURS

Bloc 1

Identification réseau		Données réseau						Résultats des calculs hydrauliques				
Bassin Partiteur	N° Prise	Cote TN (m)	Longueur partielle	Longueur totale (m)	Débit (l /s)	Diamètre Théorique (mm)	Diamètre Standard (mm)	Pdc linéaire (m)	Pdc totale (m)	P mine en x (m)	Z au radier	vistesse
Principale	BP	226,13										
Arroseur N°1	1	226,02	80,25	80,25	15	133,31	152	0,18	0,19	0,4	226,61	0,83
	2	226,57	75	155,25	15	133,31	152	0,34	0,38	0,4	227,35	0,83
	3	225,04	75	230,25	15	133,31	152	0,51	0,56	0,4	226,00	0,83
	4	224,88	75	305,25	15	133,31	152	0,67	0,74	0,4	226,02	0,83
Arroseur N°2	1	226,08	80,25	80,25	15	133,31	152	0,18	0,19	0,4	226,67	0,83
	2	225,70	75	155,25	15	133,31	152	0,34	0,38	0,4	226,48	0,83
	3	225,19	75	230,25	15	133,31	152	0,51	0,56	0,4	226,15	0,83
	4	224,72	75	305,25	15	133,31	152	0,67	0,74	0,4	225,86	0,83
							cote radier BP =	227,35				
							Hauteur Résevoir	1,22				

Bloc 2

Bassin Partiteur	N° Prise	Cote TN (m)	Longueur partielle	Longueur totale (m)	Débit (l /s)	Diamètre Théorique (mm)	Diamètre Standard (mm)	Pdc linéaire (m)	Pdc totale (m)	P mine en x (m)	Z au radier	vistesse
Principale	BP	226,8										
Arroseur N°1	1	226,31	81,75	81,75	15	133,31	152	0,18	0,20	0,4	226,91	0,83
	2	225,9	75	156,75	15	133,31	152	0,34	0,38	0,4	226,68	0,83
	3	225,47	75	231,75	15	133,31	152	0,51	0,56	0,4	226,43	0,83
	4	225	75	306,75	15	133,31	152	0,67	0,74	0,4	226,14	0,83
Arroseur N°2	1	226,75	75	75	30	180,01	171,2	0,13	0,15	0,4	227,30	1,65
	2	226,65	7	82	15	133,31	152	0,18	0,20	0,4	227,25	0,83
	3	226,51	75	157	15	133,31	152	0,34	0,38	0,4	227,29	0,83
	4	225,86	75	232	15	133,31	152	0,51	0,56	0,4	226,82	0,83
	5	225,36	75	307	15	133,31	152	0,67	0,74	0,4	226,50	0,83
Arroseur N°3	1	226,75	75	75	30	180,01	171,2	0,13	0,15	0,4	227,30	1,65
	2	226,85	232	307	15	152,00	152	0,33	0,37	0,4	227,62	0,83
	3	226,59	75	382	15	152,00	152	0,42	0,46	0,4	227,45	0,83
	4	226,28	75	457	15	152,00	152	0,50	0,55	0,4	227,23	0,83
						cote radier BP =	227,62					
						Hauteur Résevoir	0,82					

Bloc 3

Identification réseau		Données réseau						Résultats des calculs hydrauliques				
Bassin Partiteur	N° Prise	Cote TN (m)	Longueur partielle	Longueur totale (m)	Débit (l /s)	Diamètre Théorique (mm)	Diamètre Standard (mm)	Pdc linéaire (m)	Pdc totale (m)	P mine en x (m)	Z au radier	vistesse
Principale	BP	224,33										
Arroseur N°1	1	224,32	75	75	30	180,01	152	0,13	0,15	0,4	224,87	1,65
	2	224,25	82	157	15	133,31	152	0,34	0,38	0,4	225,03	0,83
	3	223,7	75	232	15	133,31	152	0,51	0,56	0,4	224,66	0,83
	4	223,21	75	307	15	133,31	152	0,67	0,74		223,95	0,83
	5	222,76	75	382	15	133,31	152	0,84	0,92		223,68	0,83
	6	222,54	75	457	15	133,31	152	1,00	1,10	0,4	224,04	0,83
Arroseur N°2	1	224,32	75	75	30	180,01	171,2	0,13	0,15	0,4	224,87	1,65
	2	224,25	7	82	15	133,31	152	0,18	0,20	0,4	224,85	0,83
	3	223,71	75	157	15	133,31	152	0,34	0,38	0,4	224,49	0,83
	4	223,27	75	232	15	133,31	152	0,51	0,56	0,4	224,23	0,83
	5	222,82	75	307	15	133,31	152	0,67	0,74	0,4	223,96	0,83
	6	222,68	75	382	15	133,31	152	0,84	0,92		223,60	0,83
Arroseur N°3	1	224,33	82	82	15	152,00	152	0,09	0,10	0,4	224,83	0,83
	2	223,96	75	157	15	152,00	152	0,17	0,19	0,4	224,55	0,83
	3	223,42	75	232	15	152,00	152	0,25	0,28	0,4	224,10	0,83
	4	222,83	75	307	15	133,31	152	0,67	0,74	0,4	223,97	0,83
	5	222,4	75	382	15	133,31	152	0,84	0,92			
						cote radier BP =	225,03					
						Hauteur Résevoir	0,70					

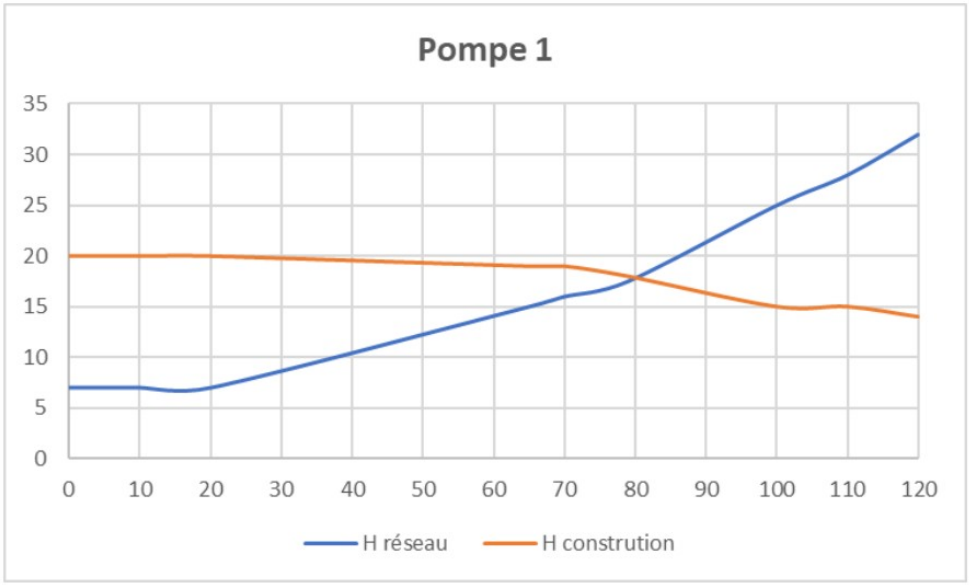
Bloc 4

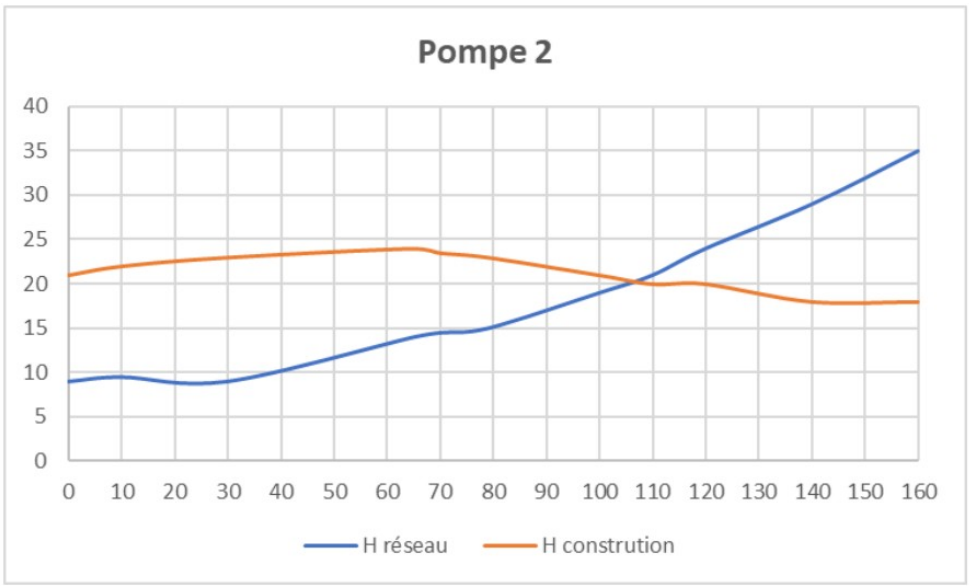
Identification réseau		Données réseau						Résultats des calculs hydrauliques				
Bassin Partiteur	N° Prise	Cote TN (m	Longueur partielle	Longueur tot	Débit (l /s)	Diamètre Théoriqu	Diamètre	Pdc linéaire	Pdc totale (r	P mine en x	Z au radier	vistesse
						(mm)	Standard (mm)					
Principale	BP	224,00										
Arroseur N°1	1	224,13	75	75	30	180,01	171,2	0,13	0,15	0,4	224,68	1,65
	2	223,72	157	232	15	133,31	152	0,51	0,56	0,4	224,68	0,83
	3	223,23	75	307	15	133,31	152	0,67	0,74	0,4	224,37	0,83
	4	222,74	75	382	15	133,31	152	0,84	0,92	0,4	224,06	0,83
Arroseur N°2	1	224,13	75	75	30	180,01	171,2	0,13	0,15	0,4	224,68	1,65
	2	224,04	7	82	15	133,31	152	0,18	0,20	0,4	224,64	0,83
	3	223,60	75	157	15	133,31	152	0,34	0,38	0,4	224,38	0,83
Arroseur N°3	1	224,00	75	75	30	180,01	171,2	0,13	0,15	0,4	224,55	1,65
	2	223,95	7	82	15	133,31	152	0,18	0,20	0,4	224,55	0,83
	3	223,52	75	157	15	133,31	152	0,34	0,38	0,4	224,30	0,83
Arroseur N°4	1	224,00	75	75	30	180,01	171,2	0,13	0,15	0,4	224,55	1,65
	2	224,40	157	232	15	152,00	152	0,25	0,28	0,4	225,08	0,83
	3	223,95	75	307	15	133,31	152	0,67	0,74	0,4	225,09	0,83
						cote radier BP =	225,09					
						Hauteur Résevoir	1,09					

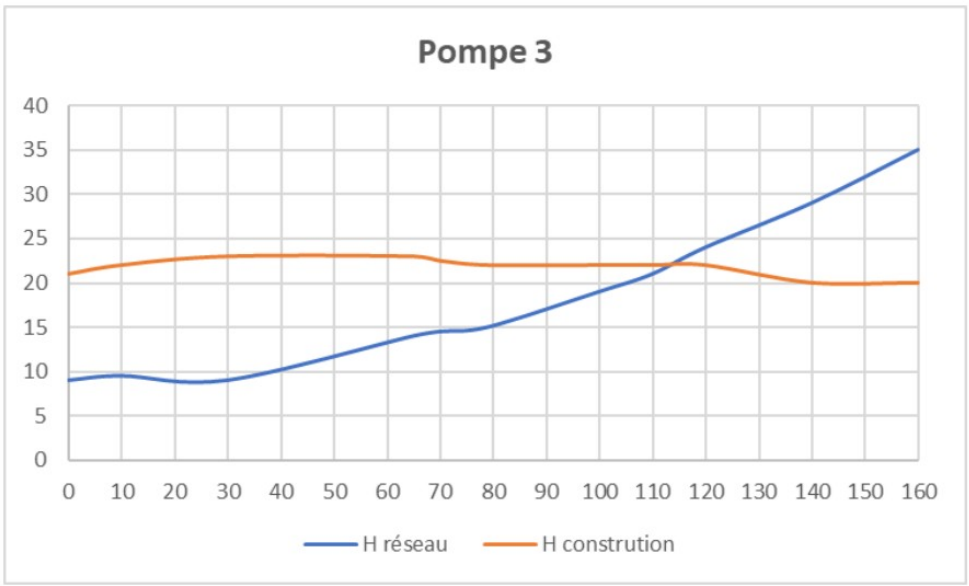
ANNEXE 3 : DIMENSIONNEMENT DES POMPES

	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4
Caractéristiques	**Pompe 1**	**Pompe 2**	**Pompe 3**	**Pompe 4**
Débit (m3/s)	0,0197	0,0264	0,0364	0,0144
Débit (m3/h)	71	95	131	52
Calcul du diamètre				
Bresse	210,65	243,67	286,14	180,28
Bresse modifiée	216,14	238,18	265,10	194,83
Munier	174,14	201,43	236,54	149,03
Diamètre choisi (mm)	140	160	180	125
vitesse (m/s)	1,281	1,312	1,430	1,177
Calcul de la HMT				
Hauteur d'aspiration (m)	2	2	2	2
Cote pompe	206,3	206,3	206,3	206,3
Cote min bassin	207	207	210	210
Niveau d'eau dans le bassin	8,536	7,76	9,5	7,3
Hauteur géometrique	10,536	9,76	11,5	9,3
Calcul des pertes de charges				
Diam aspiration	140	160	180	125
Long. Aspiration	3	3	3	3
Pertes de charges aspiration (m)	0,088	0,077	0,078	0,086
Long. Refoulement	200	300	400	150
Pertes de charges refoulement (m)	5,85	7,71	10,43	4,31
HMT (m)	16,47	17,54	22,00	13,69
Verification NPSH (m)	8,242	8,253	8,252	8,244
Calcul de puissance (kW)	4,55	6,49	11,22	2,77

Point de fonctionnement des différentes pompes






Pompe 3
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160
H réseau
H constrution

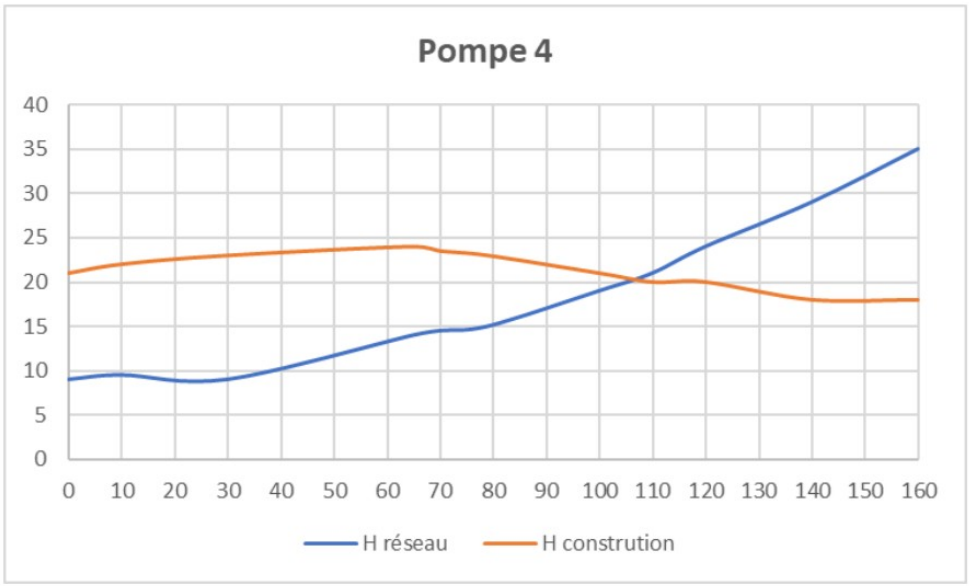

Pompe 4
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160
H réseau
H constrution

Image 5: Groupe électrogène

ANNEXE 4 : OUVRAGES ANNEXES

Chenal d'amené-Colature-Drains

	Chenal d'amené	Colature de ceinture	Drain1	Drain2	Drain3	Drain4
Débit Q (m3/s)	0,087	0,03	0,14	0,19	0,25	0,12
Fruit de berge	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
λ (m)	1,83	1,83	2,00	2,00	2,00	2,00
Coefficient de rugosité Ks	70,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00
Tirant d'eau y (m)	0,18	0,17	0,28	0,31	0,35	0,26
Largeur au plafond b (m)	0,15	0,14	0,23	0,26	0,29	0,22
Section mouillée S (m)	0,06	0,052	0,14	0,18	0,22	0,12
Périmètre mouillé (m)	0,658	0,62	1,12	1,24	1,4	1,04

Pente du canal (%)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Rayon hydraulique (m)	0,09	0,085	0,14	0,16	0,18	0,13
Vitesse d'écoulement (m /s)	1,45	0,57	1,00	1,05	1,14	1,00
Revanche (m)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Dimension retenue						
Largeur au plafond b (m)	0,15	0,15	0,30	0,30	0,30	0,30
Fruit de berge	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tirant d'eau y(m)	0,20	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30
Largeur en miroir B(m)	1 ,15	1,15	0,30	0,30	0,30	0,30
Profondeur du canal(m)	0,40	0,40	0,50	0,50	0,50	0,50
Largeur en gueule(m)	1,00	0 ,90	1,3	1 ,3	1,3	1,3
Vitesse d'écoulement (m/s)	1,18	0,41	0,78	1,05	1,39	0,67

ANNEXE 5 : ETUDE DE RENTABILITE ECONOMIQUE

Compte d'exploitation pour la production de l'oignon pour une superficie emblavée de 30 ha					
Charges	**Unité**	**Quantité /ha**	**Quantité totale**	**Prix unitaire**	**Valeur FCFA/ha**
Intrants					
Semences	Kg	10	300	60000	1800000
Engrais					
NPK	Kg	1005	30150	400	12060000
Urée	Kg	251	7530	400	3012000
Sous total intrants					16872000
Produits de traitement	l	1	30	3680	110400
Sous total produit de traitement					110400
Entretien	ha	1	30	75000	2250000
Sous total Entretien					2250000
Carburant	l		2304	350	806400
Sous total Carburant					806400
Autres charges					
Sous total autres charges					
TOTAL CHARGES					20038800
Produits					
Produits récoltés	Kg	750000			
Pertes et auto-consommation (15%)	Kg	112500			
Produits vendus	Kg	637500			
Prix	FCFA			200	127500000
Total Produits					127500000
Bénéfice net					
Produit brut					
Charges totales					20038800
Bénéfice net					107461200
Durée de retour sur investissement (mois)					9,044437239

ANNEXE 6 : COUT ESTIMATIF DU PROJET

AMENAGEMENT D' UN SITE COMMUNAUTAIRE DE 30 HA A DOUKA LONGO VILLAGE DE LA COMMUNE DE NGONG							
		Partie 1	Terrassement et parcellement				
		partie 2	Equipement du périmétre				
				Cadre du devis quantitatif et estimatif			
Numéro	**Désignation**		**Unité**	**Quantité**	**Prix Unitaire**		**Prix total**
1	Partie 1 : Terrassement / Parcellement						
A.	Installation de chantier		ens	1	795000		795000
Sous total 1							795000
2	Partie 2: Equipement du périmétre						
A.	**Réalisation du chenal d'amenée /puits d'aspiration**						
A1.	Réalisation du chenal d'amenée		ens	1	2595000		2595000
A2.	Réalisation du puits d'aspiration		ens	1	1875000		1875000
Total réalisation chenal d'amené							4470000
B	Construction de l'abri pour les motopompes		ens	1	1800000		1800000
C	**Acquisition des motopompes et accessoires**						
C1.	Pompe Grundfos NB 65-125/127 2Poles 50 Hz		u	2	1430520		2861040
C2.	Pompe Grundfos NB 80-160/144-127 2poles 50 Hz		u	2	2148400		4296800
C3.	Groupe électrogéne Gelec gamme Panther		u	1	4421250		4421250
C4.	Clapet anti retour à battant DN 200		u	4	190825		763300
C5.	Crépine d'aspiration DN 200		u	4	125847		503388
C6.	Dégrilleur de maille pour puits d'aspiration		u	1	2000		2000
Total station de pompage							14647778
D	**Réalisation du réseau de distribution / ouvrages**						
_	**Tuyauterie**						
Da.	Conduite Interplast PVC DN 160 PN6		ml	2621	5082		13319922
Db.	Conduite Interplast PVC DN 180 PN 6		ml	3702	7366		27268932
_	**Raccordement**						
Da.	Coude 90° interplast PVC DN 160		u	11	8000		88000
Db.	Coude 90° interplast PVC DN 180		u	30	9213		276390
Dc.	Té réduit Interplast PVC DN 200*160		u	4	48976		195904
Dd.	Réducteur interplast 180-160		u	4	16565		66260
De.	Bouchon interplast PVC 160		u	12	11621		139452
_	**pose de canalisation**						
Da.	Fouille en tranché pour pose de canalisation		m3	8136	1000		8136000
Db.	Sable fin pour lit de pose		m3	406,8	9000		3661200
Dc.	Grille avertisseur couleur bleue Interplast 50 cm largeur		ml	8136	80		650880
_	**Prises**						
Da.	Prises à deux sorties		u	58	25000		1450000
Db.	Prises à une sortie		u	4	20000		80000
_	**Vidange**						
Da.	Réalisation d'ouvrage de Vidange		u	12	20000		240000
_	**Bassin répartiteur**						
Da.	Réalisation Bassin à deux sorties		u	4	280000		1120000
Total réalisation du réseau de distribution							56692940
E	**Réalisation du réseau de drainage et de protection du périmétre**						
Ea.	Réalisation de la colature de ceinture /déblai		m3	4164,75	1000		4164750
Eb.	Réalisation drains internes /déblai		m3	765,2812	750		573960,9
Total réalisation du réseau de drainage et de protection du périmétre							4738710,9
F	**Réalisation réseau de circulation**						
Fa.	Réaliation Piste parcellaire		ens	1	1050000		1050000
Total réseau de circulation							1050000
Sous total 2							81599428,9
Total HT							82394428,9
TVA							14798179
Total TTC							**97192607,9**
Cout à l'hectare							3239753,597

ANNEXE 7 : CARACTERISTIQUES DES GROUPES MOTOPOMPE CHOISIS

Caractéristiques	Pompe 1	Pompe 2	Pompe 3	Pompe 4
Gamme	NB 65-125 2poles 50Hz	NB 80-160 2poles 50Hz	NB 80-160 2poles 50Hz	NB 65-125 2poles 50Hz
Roue	127	147-127	147-127	127
Débit (m3/h)	71	95	131	59
HMT(m)	18	21	22	18
Rendement (%)	73,2	70	75 ,2	73,2
NPSHr (m)	3,5	5, 3	6,5	3,5
Pabs fournie (kW)	5	9,8	10	5
Point de fonctionnement	Débit 78 m^3 /h HMT : 18 m	Débit :108m3/h HMT :21m	Débit :145m3/h HMT :22m	Débit 78 m^3 /h HMT :18 m

ANNEXE 8 : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

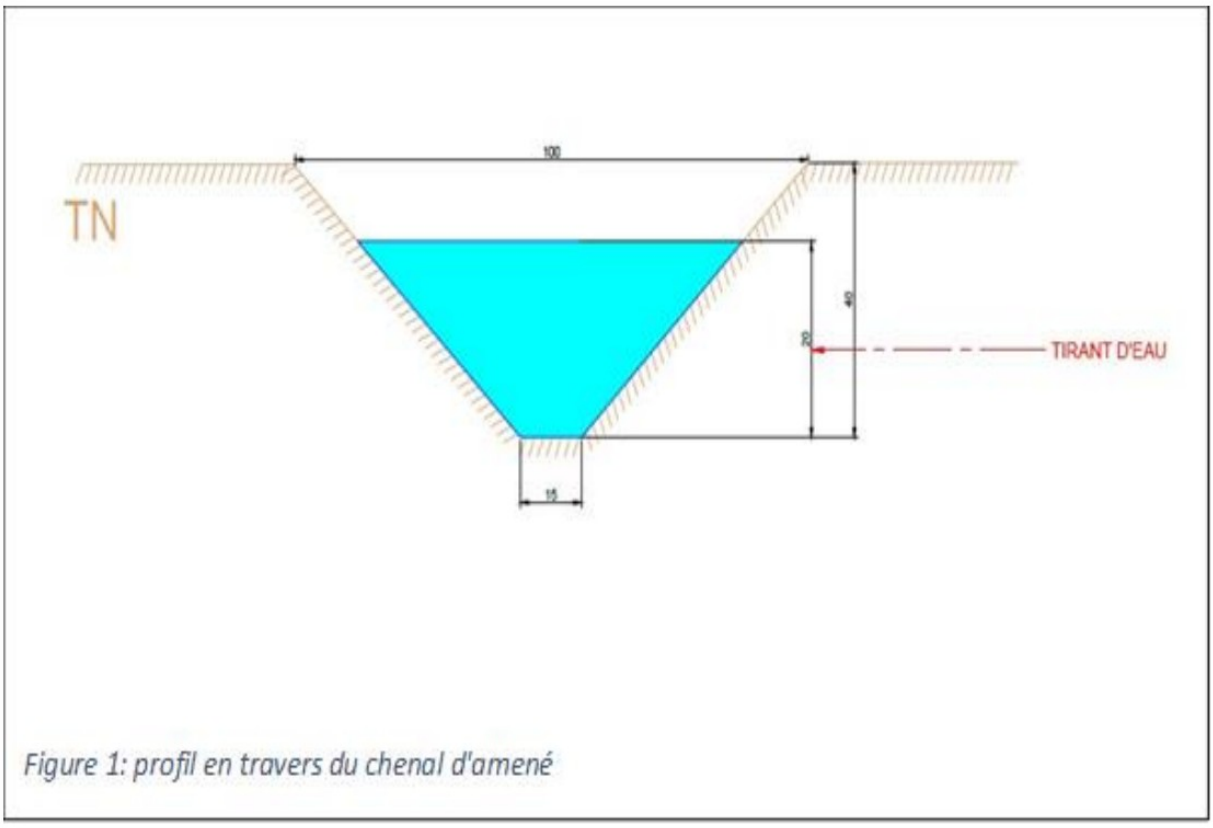
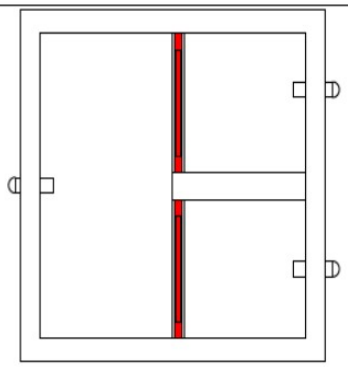
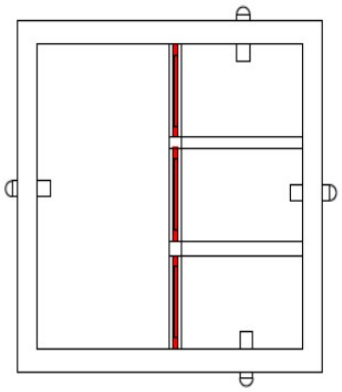


Figure 1: profil en travers du chenal d'amené



VUE EN PLAN DU BASSIN PARTITEUR A DEUX DEPARTS



VUE EN PLAN DU BASSIN PARTITEUR A TROIS DEPARTS

Figure 6: Bassin partiteur

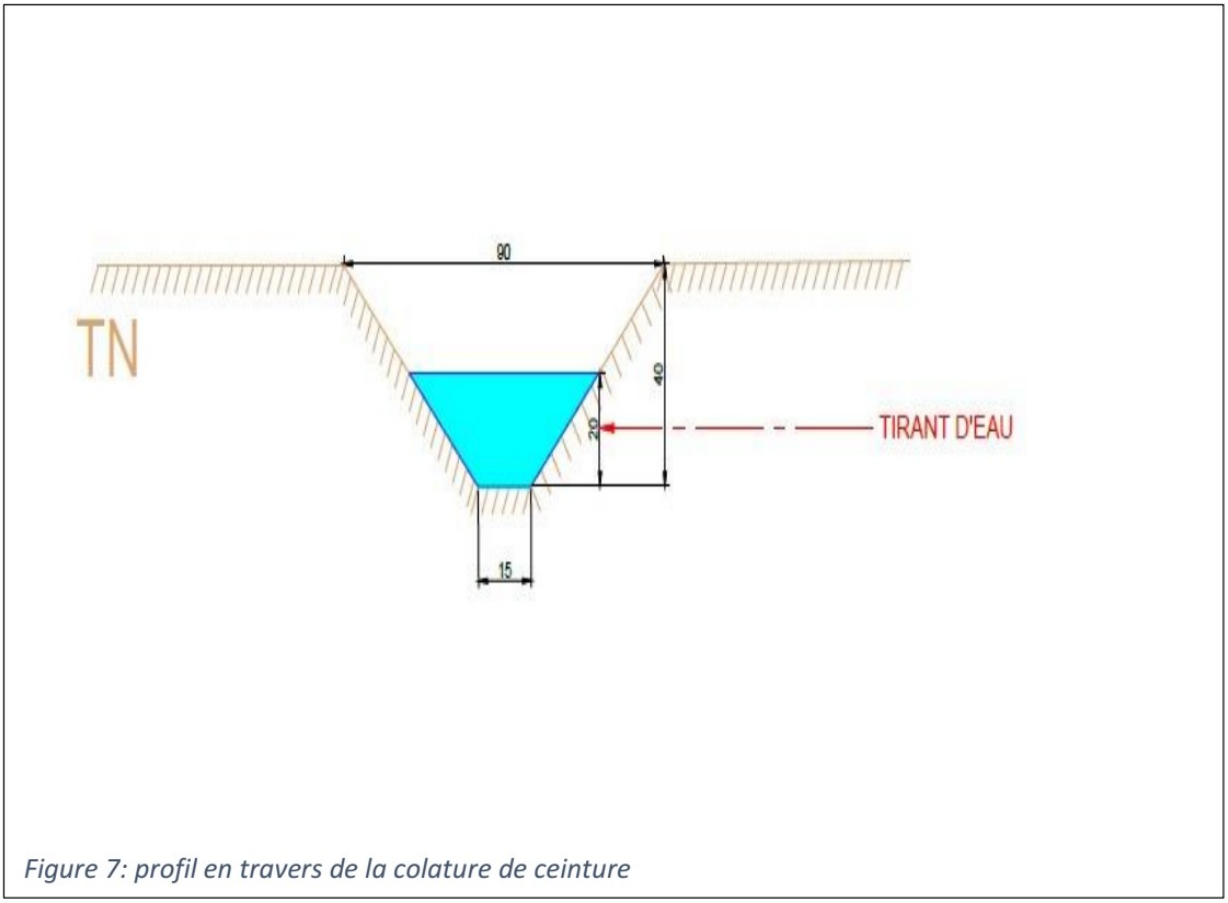


Figure 7: profil en travers de la colature de ceinture

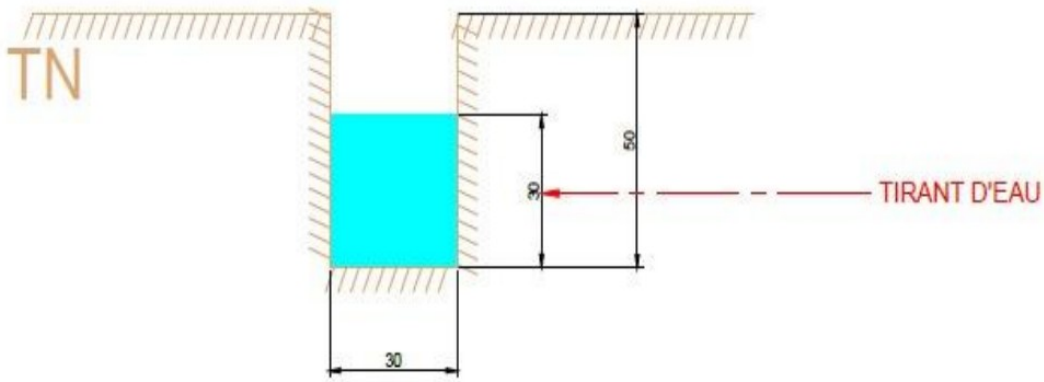


Figure 8: profil en travers du drain

ANNEXE 9 : FORMULES

Paramètres	Formules
Evapotranspiration maximale (mm / mois)	**ETM = Kc *ET0**
Coefficient cultural par mois	**$Kc_{mois} = \frac{\Sigma Kci \times Ni}{N}$**
Débit fictif continu DFC (l/s /ha)	**DFC = $\frac{Bb\left(\frac{m3}{ha}\right) * 10000}{Nj * 24 * 3600}$**
Débit maximun de pointe (l /s /ha)	**DMP = $\frac{BMP\left(\frac{m3}{ha}\right) * 10000}{Njr * Nh * 3600}$**
Quartier hydraulique (ha)	**W = $\frac{M\ (l/S)}{DMP\ (\ l/S/ha\ )}$**
Fréquence d'irrigation (jours)	**N= $\frac{Bb\ (\ mm\ )}{RFU\ (\ mm\ )}$**
Tour d'eau (jours)	**T = E ($\frac{Nj\ (\ période\ )}{N}$)**
Reserve facilement utilisable (m)	**RFU = P*RU (mm / m) * Zr(m)**
Dose réelle (mm)	**Dr = $\frac{Bb\ (\ mm\ )}{N}$** et **Drmax = $\frac{BMP\ (\ mm\ )}{N}$**
Besoin net (mm/mois)	**Bn = ETM (mm/mois) – Pe (mm/mois)**
Besoin brute (mm)	**B_b = $\frac{Bnet\ (mm\ )}{Eg}$**
Efficience globale du système (%)	**Eg = Er * Ep**
Débit d'équipement $(l/s/ha)$	**q_e =($\frac{Db(mm)}{T(j) * Ts\left(h/j\right) * 0{,}36}$)**
Temps d''irrigation par poste à l'hectare (s)	**T = $\frac{Dr\ (\ m3/ha\ )}{m\ (\frac{m3}{s})}$**
Diamètre intérieur calculé (m)	**D = ($\frac{Q}{1{,}57}$) ^ $\frac{1}{2.308}$** Source : MAR L (2003)
Les pertes de charge linéaire (m)	**$JL = \frac{10.29 * Q2 * L}{Ks2 * D16/3}$**
Pertes de charges totales (m)	**J_T** = J_L (m) + J_S (m) = JL (m) +10 % J_L (m) = 1,1 * J_L (m)

Cote minimale radier du bassin (m)	**Zradier** = ZTN + JT + Pression minimale
Formule de Bresse (m)	$\mathbf{D_{th}} = 0,5 * Q^{0,5}$ (m^3/s)
Bresse modifiée (m)	$\mathbf{D_{th}} = 0,8*Q^{1/3}$ (m3/s)
Formule de Munier (m)	$\mathbf{D_{th}} = (1 + 0,02n) * Q^{0,5}$ (m^3/s)
Débit à évacuer dans le bief (m^3/s)	$\mathbf{q} = \frac{\mathbf{C\,(\%)} * \mathbf{P10\,(mm)} * (\mathbf{100} * \mathbf{l})\,(\mathbf{m2}) * \mathbf{10-3}}{\mathbf{t\,(heures)} * \mathbf{3600\,(s)}}$
Débit décennal (l/s / ha)	$\mathbf{Q_{10}} = \frac{\boldsymbol{P10\,(mm)}}{\boldsymbol{t\,(h)} * \mathbf{0,36}}$
Débit des sections des drains (m^3/s)	$\mathbf{Q} = K_S * S\,(m^2) * R_h\,(m)^{2/3} * \sqrt{I}$
Les caractéristiques de la colature (m)	-Largeur en gueule : **L** = b + (2 * m *H) -Tirant d'eau : **Y**= $\left(\frac{2^{2/3} * Q}{ks * (2\sqrt{1+m^2} - m) * i^{1/2}}\right)^{3/8}$ - Largeur au plafond **b** = 2 * y * $\sqrt{1+m^2} - m$
La rentabilité de l'investissement (%)	$\mathbf{R_{inv}} = \frac{production - charges}{(\frac{Cia}{d})} * \mathbf{100}$
La durée de retour sur investissement (mois)	$\mathbf{DRI} = \frac{Cia}{production - Charges}$

Détermination des coefficients culturaux

VALEUR DES COEFFICIENTS CULTURAUX (KC) POUR DIFFÉRENTES CULTURES ET DIFFÉRENTS PHASES DE CROISSANCE

CROP	PHASE INITIALE	PHASE DE DÉVELOPPEMENT	PHASE DE MI-SAISON	PHASE D'ARRIERE-SAISON
Orge / avoine / froment	0,35	0,75	1,15	0,45
Haricots verts	0,35	0,70	1,10	0,90
Haricots secs	0,35	0,70	1,10	0,30
Choux / carottes	0,45	0,75	1,05	0,90
Coton/lin	0,45	0,75	1,15	0,75
Concombres / courges	0,45	0,70	0,90	0,75
Aubergines / tomates	0,45	0,75	1,15	0,80
Graminées (petites)	0,35	0,75	1,10	0,65
Lentilles (légumineuses)	0,45	0,75	1,10	0,50
Laitues / épinards	0,45	0,60	1,00	0,90
Maïs doux	0,40	0,80	1,15	1,00
Maïs grain	0,40	0,80	1,15	0,70
Melons	0,45	0,75	1,00	0,75
Mil	0,35	0,70	1,10	0,65
Oignons verts	0,50	0,70	1,00	1,00
Oignons secs	0,50	0,75	1,05	0,85
Arachides	0,45	0,75	1,05	0,70
Pois frais	0,45	0,80	1,15	1,05
Poivre frais	0,35	0,70	1,05	0,90
Pomme de terre	0,45	0,75	1,15	0,85
Radis	0,45	0,60	0,90	0,90
Sorgho	0,35	0,75	1,10	0,65
Soya	0,35	0,75	1,10	0,60
Betteraves sucrières	0,45	0,80	1,15	0,80
Tournesol	0,35	0,75	1,15	0,55
Tabac	0,35	0,75	1,10	0,90