



**PROPOSITION D'UN AMENAGEMENT DE 30 HA POUR LA CULTURE DE SOJA PAR IRRIGATION EN RIVE GAUCHE DE LA BENOUE A LAGDO, REGION DU NORD (CAMEROUN).**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE  
**MASTER**  
SPECIALITE : GENIE DE L'EAU DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMENAGEMENTS  
HYDRO AGRICOLES

-----  
Présenté et soutenu à huis clos le 20/01/2025 par :

**DIDI TAMIBE RAISSA (20210496)**

**Directeur de mémoire : Dr Amadou KEITA**, Enseignant Chercheur, Maitre de conférences (CAMES),  
Laboratoire Eaux Hydrosystèmes et Agriculture (LEHSA),

**Encadrant 2iE : M. Bassirou BOUBE**, Enseignant à l'Institut 2iE.

**Maitre de stage : Noel NDJODJE**, Ingénieur de génie rural, expert en Infrastructures Rurales et  
Aménagements Hydro Agricoles (AHA), chef de mission pour le transfert des périmètres irrigués,  
Assistance Technique des Associations des Usagers d'Eau (AT-AUE).

**Structure d'accueil : Projet d'Aménagement et de Valorisation des Investissements de la Vallée de la  
Bénoué (VIVA-Bénoué)**

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : **Pr Hamma YACOUBA**

Membres et correcteurs :

**M. Guy Armel AYOUMBISSI**

**M. Zacharia SOULGA**

**Promotion [2024 2025]**

## DEDICACES

Je dédie ce présent mémoire à

Mon cher et précieux père KOUMAI Jean pour son énorme sacrifice consenti, son amour  
inconditionnel, son soutien indescriptible durant toutes ces années d'étude

Aujourd'hui je t'offre le fruit des efforts fournis

Je serai éternellement reconnaissante à Dieu pour cette grace que tu es pour moi

## CITATION

« Chaque goutte d'eau économisée dans l'irrigation est une étape vers un monde plus résilient face au changement climatique ».

Rajendra Singh

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord je rends grâce au Dieu tout puissant, qui m'a accordé sa miséricorde, la force, la détermination et le courage de réaliser ce modeste document. Par la suite je tiens à adresser mes sincères remerciements et ma profonde gratitude envers tous ceux qui ont d'une manière ou d'une autre contribué au bon déroulement de ma formation ainsi qu'à l'élaboration de ce présent mémoire.

Mes remerciements vont à l'endroit de :

- l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) ;
- l'ensemble du personnel (corps professoral et administratif) de l'Institut 2iE pour l'enseignement, la formation de haute qualité et l'éducation exceptionnelle que nous avons reçu ;
- mon Directeur de mémoire, Dr Amadou KEITA Enseignant Chercheur, Maître de conférences (CAMES), pour sa disponibilité et ses recommandations ;
- mon encadrant monsieur BOUBE Bassirou Enseignant en hydraulique agricole à l'institut 2iE, Pour ses orientations, son accompagnement, ses remarques et suggestions précieuses jusqu'à la réalisation de ce document ;
- monsieur NDJODJE Noel le chef de mission pour le transfert des périmètres irrigués, des Assistanes Technique auprès des Usagers d'Eau (AT-AUE) et toute son équipe pour nous avoir accordé ce stage pour sa disponibilité, son accompagnement, ses conseils pratiques, son appui technique, son encadrement, son soutien et d'avoir mis à notre disposition toutes les ressources utiles pour l'atteinte de nos objectifs ;
- mon père pour le soutien moral et financier, à mes frères et sœurs pour leurs encouragements à mon endroit ;
- Dr KUTANGILA Succès pour tout le soutien, les conseils, les orientations et qui est pour moi comme un grand frère ; l'ingénieur MBAITESSEM Eloge pour son implication, orientation et soutien et l'ingénieur ADRINKAY Abba de la MDC pour son soutien et accompagnements ;
- mes amies et connaissances ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ma formation et à toute ma promotion de Master d'Ingénierie en Eau, Assainissement et Aménagements Hydro-agricoles.

## RESUME

Le présent travail entre dans le cadre d'une proposition d'un aménagement de **30 ha** de superficie sur la rive gauche de la Bénoué destiné aux exploitants industriels. Il s'agit d'un projet d'aménagement et de valorisation des Investissements de la vallée de la Bénoué, qui est initié par le gouvernement de la République du Cameroun avec l'appui technique et financier de la banque mondiale. L'objectif principal de ce travail est d'élaborer un avant-projet détaillé pour la proposition d'un aménagement hydroagricole de 30 ha et d'inciter les agrobusiness à s'installer sur la rive gauche. Pour atteindre cet objectif nous avons effectué une revue documentaire ainsi qu'une collecte de données lors des descentes sur le terrain. A la suite de cela nous avons procédé à la délimitation des courbes de niveau pour avoir le sens de l'écoulement de l'eau puis nous avons procédé au choix du type d'irrigation et au dimensionnement des diamètres de conduite. Pour finir nous avons fait le choix de la spéculon et proposé des techniques pour inciter les agro business à s'intaller dans la zone. Le village d'étude se situe à Bamé commune de Lagdo. La spéculon prévue pour l'aménagement est le soja de variété Samsoy 2, irrigué par aspersion. Le sol dans cette partie est constitué d'un sol de type argilo-limoneux avec un **Ksat égal à 11 mm/ h**. La durée d'arrosage maximale par jour de **5h** et un tour d'eau de 3 jours. Les asperseurs-utilisés pour l'arrosage de la parcelle sont de type « **arroseur à impacteur à faible pression** » de marque **LWP 2450** avec un diamètre mouillé de **19 mm**, un débit de **408 l/h**, une pression nominale de 1 bar et une pluviométrie de **6,4 mm**. L'aménagement est approvisionné par l'eau du barrage hydroélectrique de Lagdo avec une capacité de **7 000 000 000 m<sup>3</sup>/an dont 400 000 000 m<sup>3</sup>** sont destinées aux exploitations agricoles. Le réseau d'irrigation du périmètre est constitué des conduites en PEHD de diamètre nominal (**DN**) **75** et **200** mm avec une pression de **6 bars (PN6)**. Il s'agit des rampes et des portes-rampes avec les longueurs respectives de 248 m et 75m et les conduites d'alimentation de la parcelle (les Outlets) avec une pression de **6 bars (PN6)**, un **DN de 280** mm avec une longueur de 682 m. le cout global de l'investissement de l'aménagement à l'hectare s'élève à un montant de **6 901 825 FCFA** avec un **TRI** de **10,65%** et une **DRI** de **6 ans**. Avec un TRI qui annule la VAN, cela confirme la faisabilité du projet.

### Mots clés :

- 1- **Agriculture**
- 2- **Soja**
- 3- **Irrigation**
- 4- **Aménagement hydro-agricole**
- 5- **Développement**

## **ABSTRACT**

This work is part of a proposal for a development of 30 ha on the left bank of the Bénoué intended for industrial operators. This is a project for the development of investment in the Bénoué Valley, which is initiated by the government of the Republic of Cameroon with the technical support of the World Bank. The main objective of this work is to develop a detailed preliminary project for the proposal for a 30 ha hydro-agricultural development and to encourage agrobusiness to set up on the left bank.

To achieve this objective, we carried out a documentary review as well as data collection during field trips. Following this, we proceeded to delineate the contour curves to have the direction of the water flow, then we proceeded to choose the type of irrigation and dimension the pipe diameters. Finally, we chose speculation and proposed techniques to encourage agrobusiness to set up in the area. The study village is located in Bamé commune of Lagdo. The crop planned for the development is Samsouy 2 variety soya, irrigated by sprinkler. The soil in this part is made up of a clay-loamy type soil with a Ksat equal to 11 mm/h. Maximum watering duration per day of 5 hours and a water cycle of 3 days. The sprinklers used for watering the plot are of the LWP 2450 brand « low pressure impact sprinkler » type with a wetted diameter of 19 mm, a flow rate of 408 l/h, a nominal pressure of 1 bar and rainfall 6,4 mm. The development is supplied by water from the Lagdo hydroelectric dam with a capacity of 7 000 000 000 m<sup>3</sup>/year of which 400 000 000 m<sup>3</sup> is intended for agricultural operations. The perimeter irrigation network consists of HDPE pipes with nominal diameter (DN) 75 and 200 mm with pressure of 6 bars (PN6). These are ramps and ramp holders with respective lengths of 248 m and 75 m and the plot supply pipes with a pressure of 6 bars (PN6), a DN of 280 mm with a length of 682 m. The overall investment cost of the development per hectare amounts to an amount of 6 901 825 FCFA with an IRR of 10,65 % and a DRI of 6 years. With an IRR that cancels the NPV, this confirms the feasibility of the project.

### **Key words :**

**Agriculture**

**Soy**

**Irrigation**

**Hydro-agricultural development**

**Development**

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>2iE</b>	: Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
<b>AHA</b>	: Aménagement Hydraulique Agricole
<b>AT</b>	: Assistance Technique
<b>AUE</b>	: Associations des Usagers d'Eau
<b>APD</b>	: Avant-Projet Détaillé
<b>BE</b>	: Besoin en Eau
<b>BMP</b>	: Besoin Maximum de Pointe
<b>DRI</b>	: Durée de Retour sur Investissement
<b>EIES</b>	: Etude d'Impact Environnemental et Social
<b>ETM</b>	: Evapotranspiration Maximale
<b>ENEO</b>	: Energy of Cameroon
<b>ET0</b>	: Evapotranspiration de référence
<b>FAO</b>	: Food and Agriculture Organization
<b>GPS</b>	: Global Positionning System
<b>IRAD</b>	: Institut de Recherche Agricole pour le Développement
<b>MEADEN</b>	: Mission d'Etudes pour l'Aménagement et le Développement de la Région du Nord
<b>MDC</b>	Mission De Contrôle
<b>MINADER</b>	: Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
<b>MINEPAT</b>	: Ministère de l'Economie, de la Planification et de l'Aménagement du Territoire
<b>NIES</b>	: Notice d'Impact Environnemental et Social
<b>PCD</b>	: Plan Communal de Développement
<b>PGES</b>	: Plan de Gestion Environnementale et Sociale
<b>PIHVB</b>	: Projet d'Infrastructures Hydrauliques dans la Vallée de la Bénoué
<b>PULCI</b>	: Projet d'Urgence de Lutte Contre les Inondations
<b>PIB</b>	: Produit Intérieur Brut
<b>PEHD</b>	: Polyéthylène Haute Densité
<b>PVC</b>	: Polychlorure de Vinyle
<b>RFU</b>	: Réserve Facilement Utilisable
<b>RU</b>	: Réserve Utile

<b>SODECOTON</b>	:	Société de Développement de Coton du Cameroun
<b>TP</b>	:	Tuyau Principal
<b>TS</b>	:	Tuyau Secondaire
<b>TT</b>	:	Tuyau Tertiaire
<b>TRI</b>	:	Taux de Rentabilité Interne
<b>TdRs</b>	:	Termes de Références
<b>VAN</b>	:	Valeur Actualisée Nette
<b>VIVA-Bénoué</b>	:	Aménagement et de Valorisation des Investissements de la Vallée de la Bénoué

## **SOMMAIRE**

DEDICACES.....	i
CITATION.....	ii
RESUME.....	iv
LISTE DES ABREVIATIONS.....	vi
LISTE DES TABLEAUX .....	xi
LISTE DES FIGURES.....	xii
I. INTRODUCTION .....	1
II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE.....	3
II.1. Présentation de la structure d'accueil.....	3
II.2. Présentation de la zone d'étude .....	5
II.2.1. Localisation .....	5
II.2.2. Situation démographique de la zone d'étude .....	5
II.2.3. Climat et le vent .....	6
II.2.4. Précipitation et Température.....	6
II.2.5. Elevage, pêche et l'agriculture .....	8
II.2.6. Les sols.....	9
II.2.7. Le Relief et l'hydrographie .....	10
II.2.8. La demographie.....	11
II.2.9. La végétation et la faune .....	12
III. PRESENTATION DU PROJET .....	13
III.1. Contexte et Justification .....	13
III.2. Objectif de l'étude .....	14
III.3. Données de bases.....	15
IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION DE L'ETUDE .....	16
IV.1. METHODOLOGIE .....	16

IV.1.1.	La recherche bibliographique.....	16
IV.1.2.	Présentation de la ressource d'eau.....	16
IV.1.3.	Étude topographique.....	17
IV.1.4.	Outils de collecte et de traitement de données .....	17
IV.2.	CONCEPTION.....	18
IV.2.1.	Dimensionnement du périmètre irrigué.....	18
IV.2.2.	Justification du choix du système d'irrigation .....	21
IV.2.3.	Dimensionnement préliminaire .....	24
IV.2.4.	Dimensionnement final .....	27
IV.2.5.	La rentabilité du projet .....	30
V.	RESULTAT D'ETUDE TECHNIQUE.....	31
V.1.	Etude hydrologique de la ressource.....	31
V.2.	La charge d'eau disponible .....	33
V.3.	Etude topographique.....	35
V.4.	Etude pédologique .....	37
V.5.	Etude technique du périmètre.....	39
V.4.1.	Choix du système d'irrigation .....	39
V.4.2.	Choix de la spéculatation .....	40
V.6.	Dimensionnement du périmètre .....	42
V.5.1.	Dimensionnement préliminaire .....	42
V.5.2.	Dimensionnement final .....	49
VI.	ETUDE FINANCIERE ET DE RENTABILITE DU PROJET .....	52
VI.1.	Estimation du coût de réalisation du projet ainsi que les mesures de gestion environnementale	52
VI.2.	Etude de rentabilité du projet .....	53
VI.2.1.	Production prévisionnelle.....	53

VI.2.2.	Charges d'exploitation .....	53
VI.2.3.	Le compte d'exploitation.....	55
VII.	ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL DU PROJET .....	56
VII.1.	Identification et évaluation des impacts .....	57
VII.2.	Evaluation des impacts.....	59
VII.3.	Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES) .....	61
VIII.	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	63
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIE .....	65
IX.	Listes des annexes .....	xiii

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Types de sol du sous bassin versant de Lagdo .....	9
Tableau 2 : Les différents logiciels utilisés pour le traitement des données .....	17
Tableau 3: Coefficients culturaux et les phases végétatives du soja .....	20
Tableau 4 : Tableau comparatif des systèmes d'irrigation .....	21
Tableau 5: Equations utilisées pour le dimensionnement préliminaire.....	26
Tableau 6: Les équations utilisées pour le dimensionnement final .....	29
Tableau 7: Note de calcul Méthode d'ORSTOM .....	32
Tableau 8 : Niveaux d'eau (moyens mensuels) dans le Barrage Lagdo .....	34
Tableau 9 : Description des principaux types de sols dans la phase III .....	38
Tableau 10 : Les besoins en eau du Soja pendant les deux campagnes agricoles .....	44
Tableau 11 : Les paramètres essentiels pour le dimensionnement du périmètre .....	46
Tableau 12 : Dimensions des parcelles .....	47
Tableau 13 : Organisation de l'arrosage dans les parcelles.....	47
Tableau 14 : Les caractéristiques de l'asperseur.....	50
Tableau 15 : Dimensionnement des conduites .....	51
Tableau 16 : Dimensions des conduites .....	51
Tableau 17 : Cout de réalisation de l'aménagement.....	52
Tableau 18: Production prévisionnelle .....	53
Tableau 19 : Coûts des intrants à partir de la première année.....	54
Tableau 20 : Coûts des intrants à la deuxième année .....	54
Tableau 21 : Rentabilité de l'aménagement .....	55

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Zone du Projet de la Phase III (Source : VIVA-Bénoué) .....	5
Figure 2 : Diagramme ombrothermique .....	8
Figure 3: Carte des sols de la Phase III (Source : VIVA-Bénoué) .....	10
Figure 4 : Illustration du bassin versant du barrage de Lagdo .....	31
Figure 5 : L'élévation des eaux du barrage de Lagdo par rapport aux précipitations <b>Source :</b> (la centrale hydraulique de Lagdo/ VIVA-BENO) .....	34
Figure 6 : La retenue du barrage de Lagdo, .....	35
Figure 7 : Le fleuve de la Bénoué .....	35
Figure 8 : Les courbes de niveau superposées à notre périmètre d'étude (Source : DIDI TAMIBE RAISSA) .....	36
Figure 9 : Sol argilo-limoneux dans la parcelle, ( <b>Source :</b> DIDI TAMIBE RAISSA) .....	39
Figure 10 : La plante de soja .....	42
Figure 11 : Plan de l'aménagement de la parcelle .....	48
Figure 12 : Disposition des cultures .....	49
Figure 13 :L'asperseur LWP2450.....	50
Figure 14 : Les tuyaux tertiaire de diametre 400 mm .....	51

## FICHE TECHNIQUE DE L'ETUDE

<b>LOCALISATION</b>	
Village	Bamé
Commune	Lagdo
Région/Ville	Nord /Garoua
Pays	Cameroun
<b>Cadre du projet</b>	Aménagement et valorisation des périmètres irrigués sur les rives gauche et droite de la Bénoué
<b>Caractéristiques de l'aménagement</b>	
Ressource en eau	Source d'eau : Barrage hydroélectrique de Lagdo Capacité : 7 000 000 000 m <sup>3</sup> Capacité destinée aux exploitations agricoles : 400 000 000m <sup>3</sup> /an
Type d'irrigation	Irrigation par aspersion
Superficie du périmètre	30 ha : 600m*500m
Superficie nette du périmètre	27,68 ha : 558m*496m
Nombre de parcelles	12
Spéculation	Soja variété Samsoy 2
Besoin en eau	110,87 mm/mois
Dose brute	13,04 mm
Tour d'eau	3 jours
Débit d'équipement	1,006 l/s/ha
Débit du système	100,30 m <sup>3</sup> /h
Nombre de postes par jour	4
Surface irriguée par poste	2,30 ha
Temps par poste	5h
Caractéristique de l'asperseur	Type : Arroseur impacteur à faible pression Marque : LWP 2450 Pression nominale : 1 bar Diamètre mouillé : 19 m Débit : 408 l/h

	Pluviométrie : 6,4 mm/h
<b>Caractéristiques des conduites</b>	
Conduites en PHED	PN6 ; DN 200 mm (longueur : 96 m)
Conduites en PVC	PN 6; DN 75 mm (longueur : 248 m) ; DN 280 mm (longueur : 682 m)
Coût de l'aménagement	<b>207 054 750</b>

## I. INTRODUCTION

L'agriculture occupe une place prépondérante dans les économies des pays émergents, plus précisément en Afrique centrale, où elle présente la principale source de subsistance pour la majeure partie environ 80% de la population africaine (**BAD 2010**). Elle constitue le socle de l'économie camerounaise, employant 70% de sa main-d'œuvre, tout en fournissant 42 % de son PIB et 30 % de ses recettes d'exportation. Cependant une série de contraintes ont conduit le secteur agricole camerounais à se caractériser par une faible productivité et une agriculture de subsistance à faible production, en particulier dans le Nord et l'Extrême-Nord, à l'instar de l'insuffisance des terres aménagées pour l'agriculture irriguée ; l'enclavement des zones de production ; l'insuffisance de subventions de soutien à l'agriculture ; la variabilité climatique ; la faible accessibilité aux intrants de production ; la faible maîtrise de l'eau, de la faible valorisation du potentiel des terres agricoles (**Institut National de la Statistique 2019/2020**). Toutefois dans la région du Nord Cameroun en particulier la dépendance à l'égard des contraintes climatiques et des périodes de sécheresse prolongée limitent souvent les rendements agricoles et exposent les populations à des risques d'insécurité alimentaire. Face à ces réalités et défis, l'irrigation s'impose comme une solution indispensable pour garantir une production agricole stable, résiliente et durable, même en période de déficit hydrique... Parmi les cultures stratégiques, le soja occupe une place clé dans les chaînes de valeur agricoles. Cette légumineuse, appréciée pour sa richesse en protéines et en huiles, revêt une importance nutritionnelle et économique majeure, tant pour l'alimentation humaine que pour l'élevage, grâce à ses multiples usages (Fang et al., 2023; Mazur & Verkholiuk, 2022). L'utilisation des techniques d'irrigation moderne est primordiale pour garantir une bonne production abondante et de haute qualité, d'où le contrôle et la maîtrise absolue de l'eau, constitue la plus grande contrainte pour augmenter le rendement agricole. Le grand challenge dans le secteur de l'agriculture est de réaliser une irrigation optimale, économique, efficace et durable afin de mettre fin à l'insécurité alimentaire au sein de la population. L'objectif général de notre travail est de contribuer à l'étude d'avant-projet détaillé d'un aménagement hydroagricole de 30 ha. Ce projet s'inscrit dans une dynamique d'optimisation des ressources en eau et de valorisation des potentialités agricoles de la localité. Ainsi le thème de notre projet d'étude porte sur la « **proposition d'un aménagement de 30 ha de culture de soja par**

**irrigation en rive gauche de la Bénoué à Lagdo, région du Nord Cameroun** » et sera articulé sur quatre grands axes à savoir :

- Présentation de la structure d'accueil et de la zone d'étude ;
- Présentation du Projet et son contexte ;
- Matériel et méthodologie de conception de l'étude ;
- Résultats techniques et financier de l'aménagement du périmètre

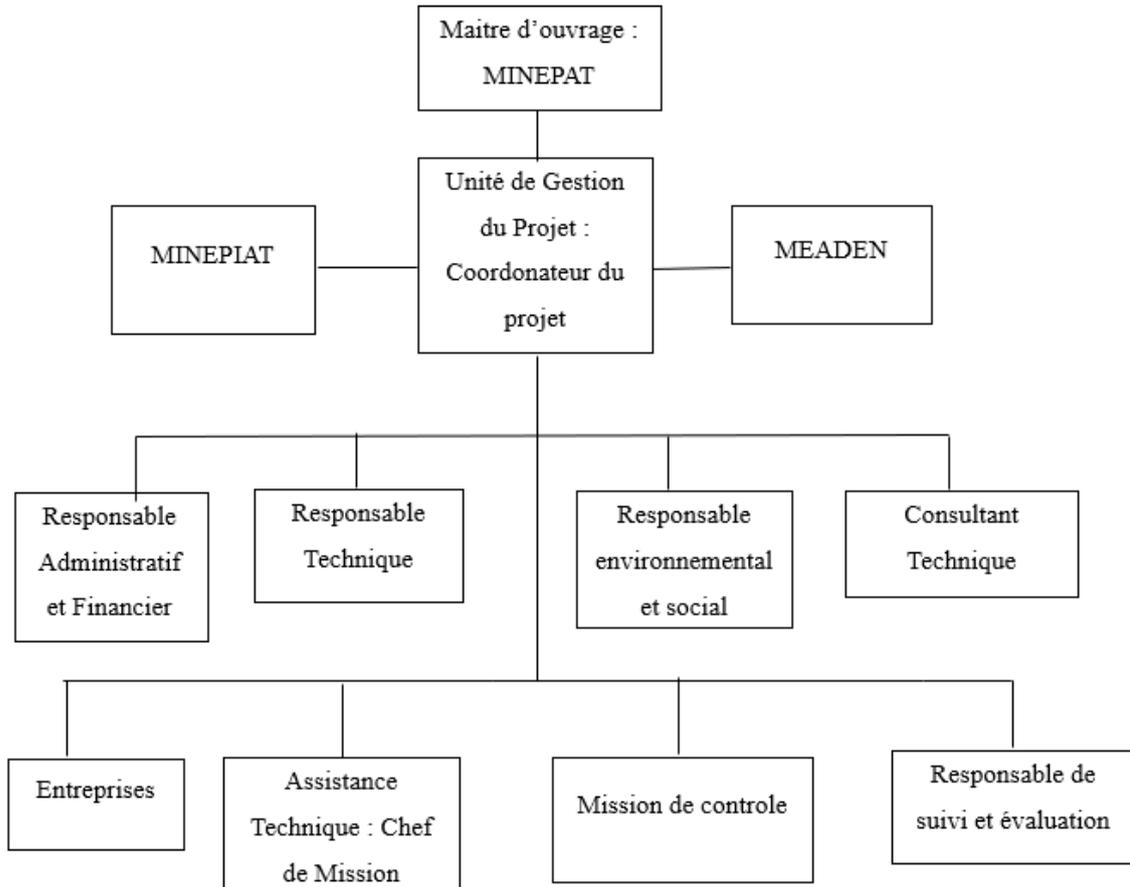
## II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

Pour cette partie du mémoire, il sera question de donner un bref résumé sur la structure d'accueil et également sur la zone où l'étude a été réalisée.

### II.1. Présentation de la structure d'accueil

Le Projet d'Aménagement et de Valorisation des Investissements de la Vallée de la Bénoué (VIVA-Bénoué) est un projet initié et financé par le Gouvernement de la République du Cameroun avec un support de la Banque Mondiale (BM). Il se déroulera sur une période de 7 ans de 2021 à 2028 dans la région de Lagdo. Le Projet est réalisé sous le Ministère de l'Economie, de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (MINEPAT). Il s'inscrit dans le cadre des efforts menés par le Gouvernement du Cameroun pour résoudre le problème de la maîtrise de l'eau dans le nord du pays. Il s'agit en particulier de la mise en valeur du vaste potentiel des terres situées dans les départements de la Bénoué et du Mayo-Rey, au regard de l'opportunité en eau qu'offrent le fleuve Bénoué, le fleuve Faro et la retenue d'eau du barrage de Lagdo. La mise en œuvre du Projet est assurée techniquement par la MEADEN et administrativement par le PULCI. L'assistance au Maître d'ouvrage est assurée par une équipe d'Experts du VIVA-Bénoué., il fait partie de la Sous-Composante 2b du Projet d'Infrastructures Hydrauliques dans la Vallée de la Bénoué (PIHVB). Cette sous-composante concerne les aménagements à l'aval du barrage. La stratégie du Projet VIVA-Bénoué se décline en quatre axes d'intervention : Réhabilitation / Aménagement des périmètres et transfert de leur gestion hydraulique aux Associations d'Usagers de l'Eau (AUE) ; Transfert des services agricoles, tels que les services de labour, au secteur privé ; Promotion de la transformation locale du riz paddy ; Recentrage du rôle régalién de l'État à travers la MEADEN en ce qui concerne la gestion des périmètres pendant et après le projet. L'objectif de développement du projet est de fournir des services d'irrigation et de drainage durables et d'améliorer la production agricole dans les parcelles culturales de la vallée de la Bénoué. Le Projet concerne la mise en place d'un système d'irrigation et de drainage de 11 000 ha à Lagdo pour promouvoir l'hydro-agriculture dans cette zone et intensifier certaines cultures agricoles. Les travaux rentrent dans la phase préparatoire du Projet d'aménagement et de valorisation des investissements de la vallée de la Bénoué (VIVA-Bénoué). L'étude pour la Phase 1 du Projet s'étend sur 1000 hectares des périmètres existants situés en aval du barrage de Lagdo sur la rive droite de la Bénoué ; puis suivra la phase

2 concernant 10 000 hectares au total, englobant aussi bien la rive droite (Phase 2 avec 5000 ha, irrigation de surface) que la rive gauche (Phase 3 avec 5000 ha irrigation sous-pression) du fleuve Bénoué à l'aval du barrage de Lagdo, rives où se trouvent les zones concernées pour ladite étude.



Organigramme de la structure d'accueil

## II.2. Présentation de la zone d'étude

### II.2.1. Localisation

La Commune de Lagdo est située dans la région du Nord Cameroun, environ 65 km au sud de Garoua. Elle s'étend sur une superficie de 2250 km<sup>2</sup> et compte 167 villages. La figure 2 ci-dessous présente la situation géographique de la zone d'étude de la phase III.

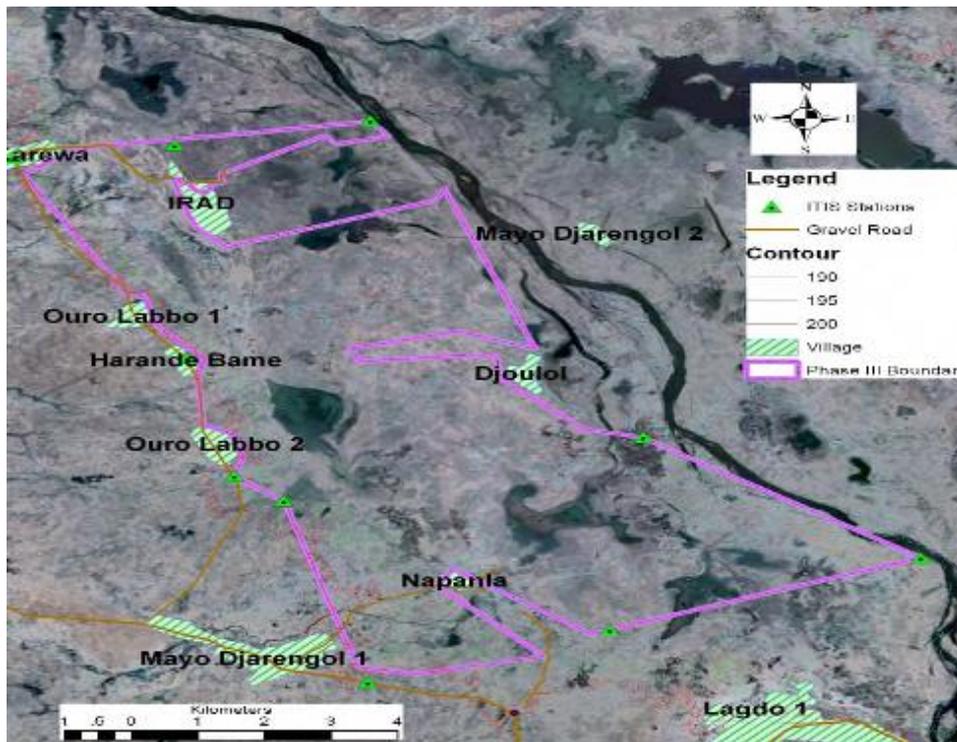


Figure 1 : Zone du Projet de la Phase III (Source : VIVA-Bénoué)

### II.2.2. Situation démographique de la zone d'étude

Le site d'étude se trouve dans le village de Bamé, une localité située dans la commune de Lagdo qui est un arrondissement de troisième degré du département de Bénoué, dans la région du Nord Cameroun et appartient au canton Lamidat de Garoua/Ardo Bamé. Selon le recensement général de la population et de l'habitat de 2015 (*Bureau Central des Recensements et des Etudes de Population du Cameroun*) (*BUCREP*), ce village possède une population totale de 6148 habitants. Parmi eux, 2974 sont des hommes et 3174 sont des femmes. Ses coordonnées géographiques sont 9°04'39" NORD de latitude et 13°35'52" de longitude EST. Elle est l'une des plus peuplées du département de la Bénoué avec 205 838 habitants (estimation MINEPAT/Bénoué). La population présente une densité atteignant 70 habitant/Km<sup>2</sup> par endroit

et se compose majoritairement des jeunes de 0 à 20 ans (54,25% de la population totale), puis des adultes de 21 à 50 ans (36,8% de la population totale) et des personnes âgées de plus de 51 ans (8,89% de la population totale). L'économie locale repose principalement sur l'agriculture, l'élevage et la pêche.

### **II.2.3. Climat et le vent**

Le climat qui règne ici est de type soudanien fortement contrasté avec une longue saison sèche de sept mois (de novembre à mai) et une courte saison pluvieuse (de mai à octobre) (Olivry, 1986). Dans le cadre de cette étude, les données météorologiques utilisées sont celles de la station GAROUA sur la Bénoué à Garoua.

La zone d'étude est sous l'influence de deux masses de vent qui sont la mousson et l'harmattan. En janvier le Front Intertropical (F.I. T) est localisé au Sud et l'harmattan, sec et chaud, souffle dans tout le pays et fait son apparition en saison sèche. De février à juillet le F.I.T se déplace et atteint le Nord, la mousson souffle alors et apporte les pluies. C'est la saison pluvieuse. La mousson est une masse humide issue de l'anticyclone de Sainte Hélène situé sur l'atlantique. Elle souffle dans le sens Sud- Ouest /Nord- Est et amortit les écarts thermiques en apportant la pluie. L'unique source de relevés de l'intensité et de la direction du vent, la plus proche de la zone du projet, est la station météorologique de l'aéroport de Garoua (*PCD de la commune de Lagdo, 2015, station météorologique de GAROUA*).

### **II.2.4. Précipitation et Température**

Il existe une très grande variation de la pluviométrie. En général, la moyenne annuelle oscille entre 600 et 1400 mm. Des variantes existent en fonction des années et des localités. Il faut noter que les données recueillies dans le cadre de cette étude sont celles de la station de Garoua. Dans la zone de Lagdo le mois le plus pluvieux reste celui de septembre. Pour l'année 2014, nous avons enregistré 179 mm de précipitations avec un maximum tombé en 24 heures de 39 mm. Il existe des années exceptionnelles correspondant à des faibles (sécheresse) ou de très fortes précipitations ; en 2012, année de forte pluie, on a atteint 1350 mm de pluie. En 2013 pour 42 jours de pluie à Garoua on a obtenu 827mm de précipitation alors qu'en 2014 le nombre de jours était passé à 50 jours pour 1127 mm de précipitation. Cela signifie qu'en l'espace d'un an il y'a eu une semaine supplémentaire de pluies, soit une amplitude de précipitation de 300mm au lieu de 83mm comme ça aurait pu être le cas. Ce qui précède réconforte la thèse de

la variabilité pluviométrique dans cette zone, ainsi ces variations de précipitations ont des impacts sur la production agricole au fil des années. Les pics de pluviométrie ont lieu entre août et septembre, occasionnant de fortes crues temporaires des petits cours d'eau et des inondations des zones basses de la plaine, causant l'enclavement de certains villages par la sortie des cours d'eau de leurs lits mineurs, comme les mayos de la rive gauche.

Les températures comme dans la plupart des localités de la Région du Nord restent élevées, avec une moyenne de 28°C et des maximas atteignant 40 à 45°C en mars et avril. En 2014 par exemple, la température maximale à Garoua était de 43°C avec une moyenne mensuelle de 40°C. Tandis qu'au mois de janvier la température minimale était de 15,3°C avec une moyenne mensuelle de 17,4°C environ. On observe des irrégularités d'un mois à un autre et voire d'une année à une autre, la température joue donc un rôle limitant lors des périodes les plus chaudes par rapport à la tenue des travaux particulièrement en avril. L'humidité relative est assez faible, elle est inférieure à 35% sur plus de la moitié de l'année. L'amplitude thermique diurne reste cependant fortement élevée.

Le barrage de Lagdo a permis de réguler la crue de la Bénoué. Néanmoins l'augmentation forte et sur une courte période des précipitations peut mettre en danger des infrastructures comme le barrage. Dans ces circonstances des lâchers d'eau sont organisés de façon ad-hoc à partir de la cote 217m permettant d'éviter la dégradation du barrage. Le débordement est déclenché par deux facteurs : des précipitations importantes qui affectent le niveau de la Bénoué et la capacité réduite du réservoir du barrage, due à la sédimentation accrue provenant de l'érosion du bassin versant soumis à la déforestation.

***(PCD de la commune de Lagdo, 2015, SODECOTON de NGONG) .***

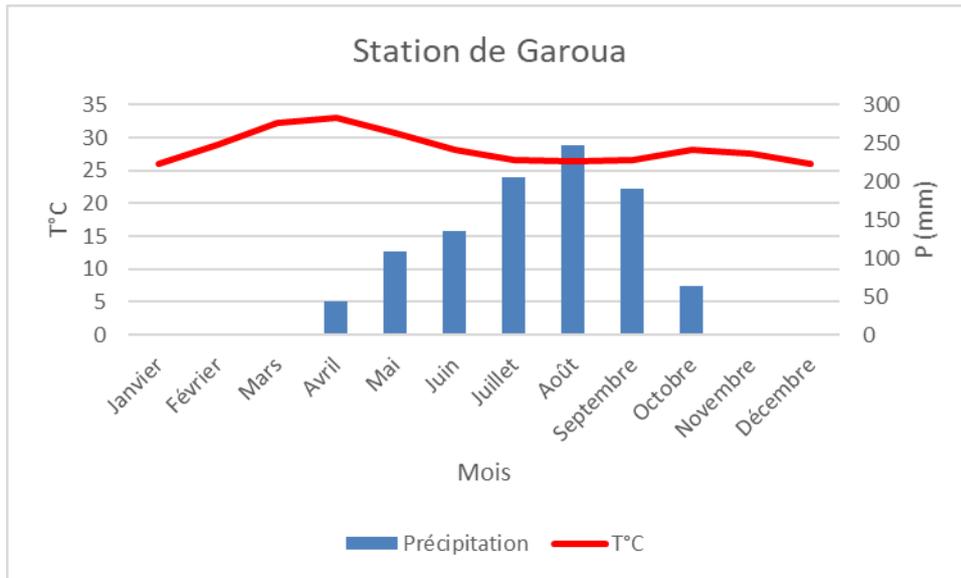


Figure 2 : Diagramme ombrothermique

### II.2.5. Elevage, pêche et l'agriculture

Lagdo est une zone de transhumance vers laquelle les éleveurs de la Région se rendent temporairement pendant la saison sèche aux abords de la Bénoué, où persiste un fourrage verdoyant et appétant pour le bétail du fait de la présence des zones inondables. L'élevage contribue pour 2,5% au revenu des ménages. Il est dominé par la volaille, suivi des petits ruminants (environ 80% des ménages) et des bovins (56%). Le projet VIVA-Bénoué doit intégrer le fait que sa zone sert de zone de transhumance notamment pour l'alimentation et l'abreuvement du bétail en saison sèche. Des actions pour sécuriser l'alimentation du bétail devraient donc être envisagées pour limiter la transhumance et les conflits agriculteurs éleveurs.

La pêche est pratiquée dans la zone du projet le long du fleuve Bénoué et surtout dans les eaux du barrage de Lagdo. Les prises des poissons par les pêcheurs se sont amoindries avec le temps. Outre le peu d'organisation des pêcheurs locaux les raisons de cette baisse, sont entre autres, l'ensablement du fleuve et de la retenue ; les techniques peu orthodoxes utilisées par certains pêcheurs (non-respect des normes des mailles des filets, utilisation des produits chimiques pour la capture facile, aménagement des digues dans les cours d'eau, ...), la régularisation tardive de la période de repos biologique par les autorités en charge. Le projet VIVA-Bénoué pourrait encourager l'aquaculture et la pisciculture dans le cadre de microprojets intégrés pour limiter la pression de la pêche sur le fleuve et les eaux du barrage.

L'agriculture est la principale activité génératrice d'emplois et des revenus pour les ménages (88,1%). Elle fait vivre la quasi-totalité de la population des villages sous l'emprise du projet. Dans l'ensemble, c'est une agriculture extensive, peu productive, dominée par la culture des céréales (sorgho, maïs), l'arachide, le manioc, pour les cultures vivrières, et le coton pour la culture de rente. (PCD Lagdo, 2015).

#### II.2.6. Les sols

D'après la classification pédologique de Bralant et Gavaud, La commune de Lagdo présente une viabilité de sols avec par ordre d'importance décroissants de superficies : les planosols molliques (25%), les sols ferrugineux tropicaux (35%) et les sols hydromorphes minéraux (vertisols) (40% à Djoulol Bocki, Napanla, Bessoum et Ouro Bobboa) par conséquent les aptitudes culturales des sols de l'espace communal de Lagdo sont variées. Il y'a une tendance à la baisse de la fertilité qui est généralement observée avec l'évolution de la topo séquence des bas-fonds vers les terrasses curassées. Les sols de bas-fonds sont adaptés à la culture de saison sèche et les vertisols servent à la culture de saison pluvieuse. Les alentours du lac sont constitués des sols de texture à dominance sableuse. Le tableau 1 présente les types de sol du sous bassin versant de Lagdo.

Tableau 1: Types de sol du sous bassin versant de Lagdo

Type de sol	Sols hydromorphes minéraux à Gley peu profond sur alluvions
	Sols hydromorphes minéraux à pseudo Gley sur alluvions
	Sols peu évolués d'origine non climatique d'érosion, régosolique d'apport alluvial modal sur alluvions fines.
	Sols lessivés modaux, faciès rouge localement induré sur grés et colluvions
	Vertisol à drainage externe nul, argileux modaux sur alluvions

Source : (PCD de la commune de Lagdo, 2015), APD Phase III Projet VIVA-Bénoué.

La Figure 4 ci-après présente les différents types de sol rencontré à la phase III

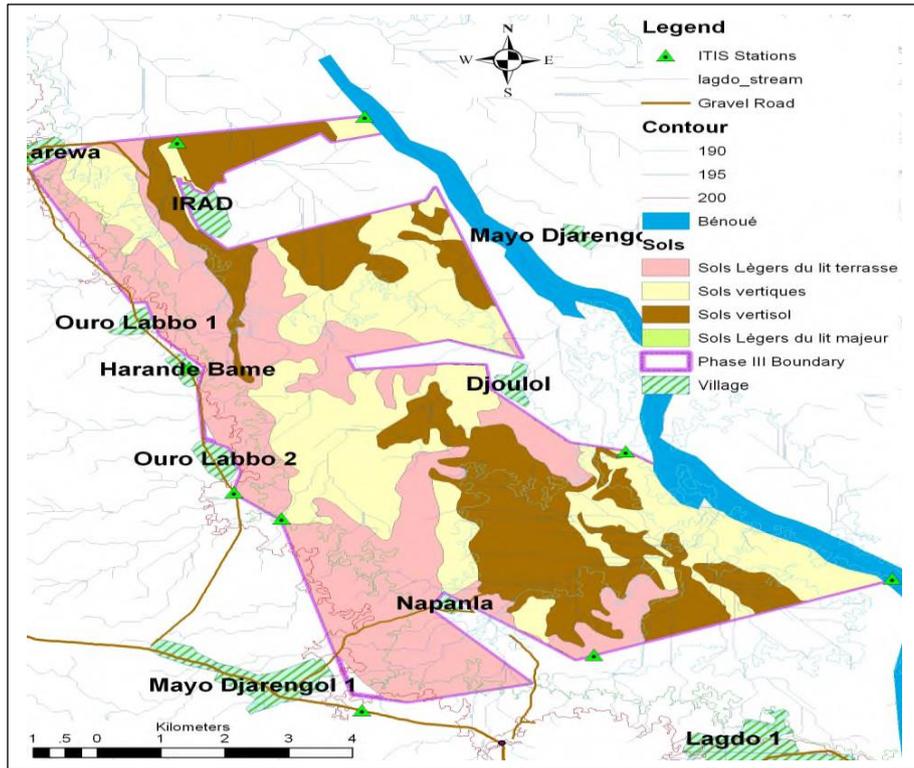


Figure 3: Carte des sols de la Phase III (Source : VIVA-Bénoué)

### II.2.7. Le Relief et l'hydrographie

L'arrondissement de Lagdo est une vaste cuvette alluviale qu'entourent les montagnes dont les principales sont : le massif qui s'étend d'Ouro Doukoudjé à COL Est et plus au Sud le massif de Gouna. Cette forme de relief donne lieu à la présence d'endoréisme au niveau de la cuvette avec formation des Gley et des Pseudo-Gley : au niveau des glacis et piedmonts, on est en présence des phénomènes d'érosion. Cette forme particulière de relief a des incidences sur le milieu et la végétation. La cuvette est une zone de pâturage, qui généralement n'est pas cultivée. Les zones agricoles sont en général les glacis et les collines dont la végétation naturelle est moins dense et les espèces ligneuses plus abondantes. L'altitude moyenne de la région est de 218m.

Le bassin versant de Lagdo Supérieur totalise une superficie de 95 000 km<sup>2</sup>, dont 18 000 km<sup>2</sup> au Tchad et 2 000 km<sup>2</sup> au Nigeria, la partie camerounaise étant alors de 75 000 km<sup>2</sup>. Il est limité au sud par le plateau de l'Adamaoua, à l'ouest par la frontière avec le Nigeria avec les Monts Atlantica, au nord par les Monts Mandara et à l'est par le rebord de la cuvette tchadienne. Le réseau hydrographique de la région est caractérisé par une période de hautes-eaux (juillet à

octobre avec le maximum en aout/septembre) et une période de basses-eaux (janvier à mai avec étiage au mois d'avril). Ce régime est composé de plans d'eau permanents et temporaires parmi lesquels les barrages, accompagnés de deux grands types d'écoulement, à savoir : les mayos à écoulement semi-permanent et les rivières. Les mayos, première composante de l'hydrographie, sont des cours d'eau à écoulement saisonnier et irrégulier. Leurs lits sont secs en saison sèche, mais peuvent déborder en saison pluvieuse, provoquant parfois des dégâts et des inondations. *(PCD de la commune de Lagdo, 2015).*

### **II.2.8. La démographie**

L'arrondissement de Lagdo principal concerné par le projet a subi un important mouvement de brassage et de déplacement des populations. A titre de rappel, le grand chantier de construction du barrage de Lagdo a attiré dans la zone une masse importante de travailleurs surtout composée de jeunes migrants. L'action de l'opération Nord-Est Bénoué conduite par la Mission d'Etudes a également transporté des milliers de migrants auxquels s'ajoutent les migrants spontanés venus du Nigéria et du Tchad. Selon une enquête agro-socio-économique initiée dans trois sites-tests autour de la retenue d'eau de Lagdo (MEADEN, 2015), les migrations sont dans une large majorité (61%) motivées par la recherche de terre, la pêche pour le cinquième (1/5) des personnes enquêtées, une (01) personne sur six (06) pense que ces migrations sont simultanément motivées par les deux motifs et enfin moins de 5% se justifient par diverses autres préoccupations. Les migrants proviennent des régions de l'Extrême-Nord (55%), du Nord (27%), des pays limitrophes et très marginalement de l'Adamaoua. Des migrations internes importantes ont eu lieu sur les deux rives de la Bénoué en aval du barrage. Sur la rive gauche des villages comme Napanla, Djoulol Bocki, Ouro Labo I et II, Kérawa La population des villages riverains à la zone du projet est d'une composition ethnique assez complexe. En 1989, on comptait près de 21 Ethnies différentes dans le village Gounougou. D'une manière générale elle est composée principalement des Peulhs, Fali, Haoussa, Laka, Bata, Sara, Moundang, Guidar, Mboum, Toupouri, Bororo, Kanouri, NGambaye, Lélé. En plus de ces ethnies, l'on retrouve également des peuples venus du Nigeria voisin, du Mali, du Tchad, du Sénégal et du Niger. Ces populations vivent pacifiquement et entretiennent des relations saines même si par moments des petits conflits liés à la gestion du terroir se font souvent ressentir (MEADEN, 2015).

### II.2.9. La végétation et la faune

L'arrondissement de Lagdo est situé dans la région du Nord Cameroun, la végétation de cette zone est caractérisée par des formations végétales variées, influencées par le climat, les sols et la topographie. La grande partie de la zone du projet est anthropique et la végétation naturelle a quasiment disparu. A l'origine, c'était une savane boisée soudanienne et diversifiée du point de vue floristique. Les ressources fauniques existantes se composent pour la plupart de la faune aviaire (oiseaux granivores, oiseaux piscivores, perdrix, pigeons, pintades, charognards). Dans la Bénoué on trouve une faune aquatique diversifiée. Elle est majoritairement composée des poissons dont les principales espèces rencontrées sont *Chrysichthys*, *Citharinus*, *Heterotis*, *Hydrocynus*, *Lateset Tilapia*, des reptiles et quelques mammifères dont l'hippopotame constitue la vedette. Les types de végétation rencontrés dans cette zone sont :

- La savane soudanienne : cette formation végétale est dominée par des arbres et des arbustes tels que le karité (*Vitellaria paradoxa*), l'acacia (*acacia spp.*) et le tamarinier (*Tamarindus indica*) ;
- Forêt galerie : le long des cours d'eau, on trouve des forêts galerie avec des espèces telles que le fromager (*Ceiba pentandra*), le kapokier (*Ceiba pentandra*) et le palmier doum (*hyphaene thebaica*) ;
- Prairie : les prairies sont dominées par des herbacées telles que le sorgho (*sorghum spp.*), le mil (*Pennisetum spp.*) et les poacées (*Poaceae*) ;
- Forêt-savane : cette formation végétale est caractérisée par une mosaïque de forêt et de savanes.

Il est important de noter que la végétation de Lagdo peut varier en fonction de facteurs tels que l'altitude, les sols et les activités humaines (*SPANB, 2012*).

### III. PRESENTATION DU PROJET

#### III.1. Contexte et Justification

L'agriculture contribue à l'économie camerounaise, employant 70% de sa main-d'œuvre, tout en fournissant 42 % de son PIB et 30 % de ses recettes d'exportation (**PandaCameroon:/Alimentation et agriculture-WWF Cameroon**). Toutefois, une série de contraintes ont conduit le secteur agricole camerounais à se caractériser par une faible productivité et une agriculture de subsistance à faible production, en particulier dans le Nord et l'Extrême-Nord, à l'instar de : (i) l'insuffisance des terres aménagées pour l'agriculture irriguée ; (ii) l'enclavement des zones de production ; (iii) l'insuffisance de subventions de soutien à l'agriculture ;(iv) la variabilité climatique ; (v) la faible accessibilité aux intrants de production ; (vi) faible organisation des producteurs ; (vii) mauvaise structuration des filières agricoles ; (viii) le faible encadrement des producteurs ; (ix) faible maîtrise de l'eau ; (x) faible valorisation du potentiel des terres agricoles ; etc. Au vu de ces contraintes, l'hydro système de la Bénoué, bien que jouant un rôle important dans la résilience des communautés, n'apporte pas assez de moyens de subsistance aux populations à cause de sa vulnérabilité climatique. Pour lever les contraintes ci-dessus citées, le Gouvernement du Cameroun s'est engagé à augmenter les investissements dans le secteur agricole pour réduire la pauvreté et favoriser la croissance économique, notamment par des nouveaux aménagements dans la vallée de la Bénoué, avec pour objet la promotion d'une agriculture irriguée durable. Dans ce contexte, le gouvernement a sollicité le concours technique et financier de la Banque mondiale pour améliorer les services d'irrigation et soutenir une production agricole résiliente au changement climatique dans la vallée de la Bénoué, à travers le Projet d'Aménagement et de Valorisation des Investissements dans la Vallée de la Bénoué (VIVA Bénoué). Le Projet VIVA Bénoué a pour objectif de fournir des services d'irrigation et de drainage durables et d'améliorer la production agricole dans les parcelles culturales de la vallée de la Bénoué. Les activités du projet s'organisent autour de quatre composantes énoncées de la manière suivante : (i) Amélioration des infrastructures et gestion de l'eau, (ii) Service d'appui à la production agricole ; (iii) Renforcement institutionnel et mise en œuvre ; et (iv) Intervention d'urgence conditionnelle. Le Projet, basé à Lagdo, est coordonné par une Unité de Gestion. Durant sa mise en œuvre qui va de 2023 à 2027, il est prévu comme activités dans la première composante du Projet (précisément la sous-composante 1.2 ; Infrastructures d'irrigation et de drainage) sur la rive droite du barrage, la réhabilitation de 1 122 ha de périmètres existants et l'aménagement de 3 494 ha de terres dédiées à la

riziculture par irrigation gravitaire ; sur la rive gauche du barrage, l'aménagement de 5 126 ha dont 3 631 ha pour l'agro-industrie et 1495 ha pour les petits producteurs par irrigation sous-pression modulable en fonction des cultures ciblées ; la construction de 02 digues de protection (33,8 km sur les 2 rives). Les contrats d'aménagement de ces grands travaux hydroagricoles sont en cours d'exécution depuis le 15 novembre 2023 par deux (2) groupements d'entreprises recrutés par le Gouvernement. Ces aménagements représentent 11 000 ha sur le potentiel de 17 000 ha dont dispose la vallée de la Bénoué. Il faut relever que dans la première partie du Projet VIVA-Bénoué, les 3065 ha nouveaux périmètres en cours d'aménagement sous irrigation gravitaire en rive droite du fleuve Bénoué seront attribués aux petits producteurs sur la base d'une unité parcellaire de 05 ha par producteur. Ces producteurs vont bénéficier de subvention en termes d'intrants et d'équipements moyennant un apport personnel à travers de petits plans d'affaires. Ils vont également bénéficier de l'accompagnement dans les itinéraires techniques, la gestion comptable des parcelles et la gestion de l'eau par deux (2) Assistances Techniques recrutées par le Projet. Toutefois, en rive gauche, 2944 ha en cours d'aménagement par irrigation sous-pression seront destinés aux investisseurs privés, avec la possibilité d'exploitation des unités parcellaires de 30 ha. **Attirer ces investissements pour les inciter de faire de Lagdo un véritable pôle agroindustriel pour la production et la transformation du riz est une véritable gageure pour le Projet VIVA BENOUE.** Il s'agit donc d'inciter les agrobusinessman à s'installer dans les périmètres, grâce à des cours d'investissement connus, des coûts de production soutenables, avec retour sur investissement. Par ailleurs, un exemple de projet d'aménagement Hydroagricole rentable pourrait susciter l'engouement d'investisseurs locaux à exploiter les 6000 ha encore disponibles dans le bassin de la Bénoué et qui ne seront pas aménagés par le Projet VIVA-BENOUE.(VIVA-BENOUE, 2020)

### **III.2. Objectif de l'étude**

#### **1) Objectif général**

L'objectif général de ce stage est de contribuer à l'étude d'avant-projet détaillé d'un aménagement hydroagricole de 30 ha.

#### **2) Objectifs spécifiques**

De manière spécifique, il s'agira de :

- Faire une étude hydrologique du cours d'eau ;
- Evaluer les besoins en eau d'irrigation ;
- Proposer la conception technique d'un système d'irrigation par aspersion ;

- Proposer des solutions de mitigation des impacts environnementaux du projet.

### **3) Résultat attendus**

Les résultats de nos études seront :

- Une conception d'une étude technique d'un avant-projet détaillé (APD) d'un système d'irrigation par aspersion ;
- Les besoins en eau d'irrigation de la culture du soja ;
- Faire des propositions de l'estimation des coûts et de la rentabilité des travaux effectués.

### **III.3. Données de bases**

Les données de base de notre étude sont les suivantes :

Les données mensuelles des différentes évaporations et des précipitations, fournies par le logiciel de la FAO CLIMTWAT for FAO et les données sur les besoins en eau des cultures à irriguer. Pour les manuels ainsi que les supports de travail, nous avons :

- Le support de cours d'irrigation par aspersion (Keïta, 2021 )
- Les rapports des APD du projet VIVA-BENOUE;

## **IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION DE L'ETUDE**

### **IV.1. METHODOLOGIE**

Cette étape de travail décrit la démarche méthodologique adoptée et présente les différents outils utilisés pour la collecte et le traitement des données dans le but d'atteindre les objectifs fixés pour notre étude.

#### **IV.1.1. La recherche bibliographique**

Cette section consiste à consulter et à examiner les documents qui ont un lien relatif à l'eau et l'agriculture. Elle a commencé dès le début du stage et s'est poursuivie durant toute la période de stage. Pendant cette étape, les investigations se sont axées sur les informations telles que les différentes variétés de la culture du soja, une connaissance globale de la plante de soja, les techniques et méthodes de conception d'un périmètre irrigué, le dimensionnement d'un système d'irrigation par aspersion.

#### **IV.1.2. Présentation de la ressource d'eau**

Le bassin de la Bénoué est alimenté par des affluents provenant de trois bassins versants : les hauts plateaux de l'ouest, les hauts plateaux de l'Adamaoua et les monts Mandara. Ces cours d'eau se jettent dans la Bénoué avant de rejoindre le Lokoja au Nigeria. Le barrage polyvalent de Lagdo a été construit en 1978-1982 réglementant un volume original de 7 000 000 000 de m<sup>3</sup> (superficie de 700 km<sup>2</sup>, Réservoir de 70 km de long d'est en ouest). Une centrale hydroélectrique a été installée avec 72 MW et 400 millions de m<sup>3</sup> ont été prévus pour le développement de l'irrigation de 11 000 ha. Jusqu'à présent, ce potentiel a été faiblement valorisé et seul 1 000 ha ont été développés. L'institution responsable est la « Mission d'Etudes pour l'Aménagement et le Développement de la Région du Nord, MEADEN ». Le bassin de la Bénoué fait partie du bassin du Niger et de ce fait il est lié à l'Autorité du Bassin du Niger (ABN).

Il importe de valoriser le potentiel constitué par les 400 millions de m<sup>3</sup> d'eau mis à disposition par le barrage de Lagdo pour le développement de l'irrigation. L'appartenance du Bassin de la Bénoué au Bassin du Niger implique que le VIVA-Bénoué prend les mesures nécessaires pour être en conformité avec les exigences relatives à l'exploitation des cours d'eau partagés.

#### **IV.1.3. Étude topographique**

Dans cette partie, le principal but était de repérer les différentes caractéristiques essentielles du terrain naturel à savoir les pentes et les altitudes de notre site d'étude. Pour réaliser une conception réelle et véritable de l'aménagement nous avons particulièrement identifié les pentes de notre présent site grâce aux courbes de niveaux. Ce qui nous mènera sur le choix de l'orientation de l'aménagement.

#### **IV.1.4. Outils de collecte et de traitement de données**

Dans cette partie, nous allons présenter les logiciels qui nous ont aidés lors de la collecte des données pour notre étude et qui ont permis d'effectuer le traitement des données. Ils sont entre autres représentés dans le tableau ci-dessous.

*Tableau 2 : Les différents logiciels utilisés pour le traitement des données*

Appellations et Logos de la maison de production	Noms des éditeurs	Versions utilisées	Présentation et rôle du logiciel
Google Earth Pro 	Google LLC	7.3.6.9345 (bit)	C'est un outil polyvalent qui réunit la technologie et la géospatiale. Il nous a permis de générer les cartes visuelles de la surface de notre site d'étude
QGIS 	Gary Sherman	3.16.2-2	C'est un logiciel conçu pour collecter, stocker traiter et analyser les informations géographiques. Il nous a permis de réaliser les cartes personnalisées de notre zone d'étude.
AutoCaD 	Autodesk	Version 2020	Automatic Computer-Aided Design, est un logiciel de conception assistée par ordinateur. Il nous a permis de réaliser les dessins techniques, la modélisation en 2D et 3D du plan de notre aménagement.

<p>Covadis</p> 	<p>Geomensura</p>	<p>Version 16.0</p>	<p>Conception et Outil pour la Voirie, l'Aménagement et les Différents réseaux et Systèmes (COVADIS), c'est un module complémentaire et intégré dans AutoCad. Il nous a permis de faire sortir les courbes de niveaux et effectuer les calculs topographiques.</p>
<p>CLIMWAT</p> 	<p>FAO</p>	<p>2.0.2006</p>	<p>Est une base de données climatiques destinée à la gestion de l'irrigation et des ressources en eaux. Il nous a permis d'obtenir les données climatiques (pluies, ET0...) essentielles de la région de notre projet.</p>
<p>Microsoft Office (Excel, Word, PowerPoint)</p> 	<p>Microsoft</p>	<p>Office 2016</p>	<p>Le pack office est une suite bureautique, qui fait le traitement de texte, la mise en forme de documents... il nous a permis de réaliser la rédaction de notre mémoire et également d'effectuer les calculs de dimensionnement.</p>
<p>ZOTERO</p> 	<p>Center for History and new Media de l'université George-Mason, (Etats-Unis)</p>	<p>5.0.0.0</p>	<p>C'est un logiciel de gestion bibliographique qui permet de collecter, d'organiser, de citer et de partager les références, il nous a permis d'effectuer la génération automatique des références bibliographiques et l'insertion des citations dans Microsoft Word.</p>

## IV.2. CONCEPTION

### IV.2.1. Dimensionnement du périmètre irrigué

#### 1) Etude de base

Dans cette partie, il sera question pour de faire une proposition d'aménagement du périmètre, tout en identifiant le type de système d'irrigation à installer et faire également le traitement des données. Pour le site à aménager sur la rive gauche, il a été prévu par le projet un système d'irrigation adéquat pour les exploitants industriels. Pour ce fait il est important d'identifier le système d'irrigation sous pression adéquat à mettre en place afin de pouvoir déterminer les

paramètres d'irrigation. Les exploitants industriels ont droit à 30 ha minimum chacun, d'où le site à aménager est une parcelle de 30 ha destinée uniquement à la culture du soja en deux campagnes agricoles. Il sera alimenté par l'eau de la retenue du barrage hydroélectrique de Lagdo, d'une capacité de 7 000 000 000m<sup>3</sup>/an dont 400 000 000 m<sup>3</sup> sont destinés essentiellement aux exploitations agricoles dans les périmètres irrigués situés à l'aval du barrage. Cette eau sera distribuée de la ressource jusqu'à la parcelle grâce à une conduite pipeline enterrée. Les données climatiques exploitées pour notre étude sont entre autres l'Evapotranspiration de référence (ET0) de la zone, les valeurs de la pluviométrie, l'irradiation solaire (ensoleillement) et ainsi que d'autres paramètres climatiques. Ils interviennent principalement dans l'analyse de l'adaptabilité de la culture et du climat mais aussi dans l'évaluation des besoins en eau de la culture également dans la conception et le dimensionnement de notre système. Toutes ces données sont obtenues à partir du logiciel CLIMWAT for FAO et CROPWAT for FAO mis en place et développé par la FAO, qui sont des outils informatiques dédiés à la gestion de l'irrigation en fonction des pays et régions dans le monde. Il sera question dans cette partie pour nous d'acquérir une compréhension approfondie utile pour la conception et le dimensionnement de notre parcelle.

## 2) Découpage parcellaire et organisation de l'arrosage

Pour l'installation de la parcelle, nous avons mis sur pied un programme désignant un responsable d'exploitation (un ingénieur) sur le périmètre qui sera assisté des techniciens pour le contrôle et la supervision globale des 30 hectares exploités. Pour garantir la pérennité d'un ouvrage ou d'un projet, une bonne gestion s'avère essentielle. Cela s'applique également à notre aménagement qui requiert une gestion efficace de l'irrigation à tous les niveaux. Pour notre configuration le responsable de tous les exploitants se chargera de diriger et de coordonner l'équipe en place. Le périmètre est subdivisé en six (6) blocs et le système d'irrigation sera fait en fonction des rampes qui seront en fonctionnement simultané sur tout l'ensemble des blocs. Le chef exploitant s'assurera que chaque bloc soit effectivement irrigué.

## 3) Evaluation des besoins en eau du soja

Le soja est une plante connue par la population locale de la zone du projet, il est beaucoup plus cultivé sur la rive droite par les petits exploitants pour la consommation à l'échelle familiale et chaque année la Société de Développement de Coton du Cameroun (SODECOTON) cultive également le soja pour la commercialisation. D'où le choix de la spéculative a été imposé par le projet. Cette culture a des besoins en eau qui sont conditionnés par les variables climatiques

à savoir la température, l'humidité et la pluviométrie. Pour effectuer l'évaluation de ces besoins en eau, nous avons utilisé les données pluviométriques, l'évapotranspiration potentielle, ainsi que les précipitations effectives mensuelles du logiciel CLIMTWAT pour la FAO.

Les plantes sont influencées par l'évapotranspiration de référence (ET0) de la région où elles se trouvent, du stade phénologique de la plante correspondant aux coefficients culturaux. Ainsi les besoins nets de la plante sont obtenus par déduction de l'ETM, à travers la formule suivante :  

$$ETM = ET0 \times Kc.$$

La détermination de la phase végétative ou du stade de développement de la culture du soja et des coefficients culturaux a été faite à l'aide du logiciel CROPWAT qui se trouve dans le tableau ci-dessous.

*Tableau 3: Coefficients culturaux et les phases végétatives du soja*

<b>Culture du Soja</b>				
Stade de développement	Initial (15 jours)	Croissance (15 jours)	Mi-saison (40 jours)	Final (15 jours)
Coefficients culturaux	0,4	1,15	1,15	0,5
Profondeur racinaire (m)	1			

**Source :** CROPWAT FOR FAO

Généralement on évalue les demandes en eau dans le but d'obtenir une irrigation complète par des apports réguliers en fonction des besoins hydriques de chaque culture dans les parcelles jusqu'à la maturation des plantes. Les pertes en eau enregistrées sont engendrées par les besoins de façon approximative due aux défauts (fuites) du réseau d'irrigation.

#### 4) Choix du système d'irrigation

Un système d'irrigation est dit fiable et efficace lorsqu'il permet de maximiser le rendement et de minimiser l'utilisation de l'eau (on parle de l'efficacité de l'irrigation). D'où le choix technique de notre système d'irrigation est porté sur le système par aspersion, pour ce choix nous avons pris en compte plusieurs aspects qui sont la disponibilité en ressource d'eau de bonne qualité et de quantité suffisante, la topographie du terrain à implanter la culture, la texture et la structure du sol, le type de culture à mettre en place et la faisabilité financière et humaine. Le système d'irrigation par aspersion assure une garantie de l'uniformité dans l'application de

la dose d'irrigation en plus il est très économique en gestion d'eau par rapport à l'irrigation de surface et produit un microclimat important et bénéfique pour la plante cultivée.

#### 5) Pose des conduites

Pour un système d'irrigation par aspersion les conduites flexibles jouent un rôle très essentiel pour distribuer l'eau aux asperseurs. Ainsi on distingue deux manières de poser les conduites qui sont : la pose enterrée et la pose en surface. Pour notre cas nous allons utiliser ces deux modes, certaines conduites seront posées à la surface libre du sol et d'autre enterrées, il s'agira des conduites de portes rampes qui seront enterrées et celle des rampes posées à la surface libre du sol. Généralement ces modes sont adaptés pour les conduites fixes.

### IV.2.2. Justification du choix du système d'irrigation

Dans les régions où les précipitations sont insuffisantes ou irrégulières, l'irrigation joue un rôle clé dans l'amélioration de la productivité agricole. Pour répondre aux besoins spécifiques des cultures, des sols, et des ressources disponibles, différents systèmes d'irrigation ont été développés. Parmi eux, nous distinguons l'irrigation par aspersion qui est une technique polyvalente et efficace. Le tableau 4 ci-dessous présente une étude comparative des caractéristiques, des avantages et des inconvénients de l'irrigation par aspersion par rapport à d'autres systèmes couramment utilisés, tels que l'irrigation de surface et l'irrigation goutte-à-goutte. L'objectif est de mettre en évidence les performances du système d'irrigation par aspersion en termes de consommation d'eau, d'efficacité agricole, de flexibilité, et d'adaptabilité aux conditions locales.

Tableau 4 : Tableau comparatif des systèmes d'irrigation

Éléments de comparaison	Irrigation par aspersion	Irrigation de surface	Irrigation goutte à goutte
Mode de fonctionnement	L'eau est projetée sous forme de pluie à la surface du sol grâce aux tuyaux et buses.	L'eau s'écoule ou ruisselle à la surface du sol sous l'effet de la gravité.	La dose d'eau est appliquée directement aux racines des plantes par les goutteurs sous pression.

<b>Capacité à s'adapter au terrain</b>	Utilisable sans nivelage du sol, sur sols ondulant ou en pente, s'adapte à tout type de sols et grande flexibilité du design car large variété d'équipements disponibles	S'adapte plus aux terrains plats et pas efficace en zones de pentes	Adapté aux terrains irréguliers et aux cultures particulières
<b>L'efficacité en gestion de l'eau</b>	Relativement uniforme, bien que dépend de l'intensité du vent et de la hauteur de la pulvérisation Possible d'appliquer des petites doses, contrairement à l'irrigation de surface	Moyenne, on enregistre d'énormes pertes en eau par évaporation, par infiltration et par distribution inégale.	bonne car l'eau est appliquée et apportée directement à la racine, perte très minimes.
<b>Demande en main d'œuvre</b>	Les besoins en main-d'œuvre sont très faibles et réduits et n'exige aucune compétence particulière de la part des irrigants ; Elimine le besoin de faire des canaux, des diguettes, de seuils, Simplifie l'organisation de l'arrosage	Une grande demande en main d'œuvre et nécessite une gestion manuelle du flux d'eau. Besoin de faire des canaux, des diguettes, de seuils ce qui augmente la main d'œuvre	Faible système automatisé et demande peu de travail
<b>Coût d'installation</b>	Coût modéré à élever, demande des équipements spécifiques tels que les conduites, les asperseurs...	Pas très coûteux, pas d'équipements chers	Installation coûteuse, exige des matériels spécifiques et requiert une comp

			étence particulière
<b>Le taux de perte d'eau</b>	Faible, limite les grandes pertes par évaporation par rapport à l'irrigation de surface	Très élevé par évaporation significative en fonction des conditions climatiques	Très faibles, économie maximale d'eau
<b>Maintenance</b>	Moins sensible au bouchage mais peut nécessiter la filtration quand on opère avec des débits faibles comme dans la micro- aspersion, besoin quelque fois d'entretien des arroseurs et canalisations	Elevé, besoin de curage ou nettoyage et entretien des canaux	Très élevé, car les goutteurs se bouchent facilement et nécessite la filtration de l'eau pour une longue durée de vie des goutteurs
<b>Temps d'installation durée</b>	Moyenne car exige de mettre en place un réseau de distribution	Courte, mise en place simplifiée	Longue installation coûteuse et complexe
<b>Domaine spécifique d'utilisation</b>	Cultures maraîchères, légumineuses, fruits, légumes... technique conseillée pour les cultures à forte valeur ajoutée	Cultures de céréales, l'arboriculture et le pâturages	Cultures de céréales, l'arboriculture et le pâturages

En somme nous pouvons conclure que, l'analyse comparative montre que l'irrigation par aspersion présente des avantages significatifs par rapport aux autres systèmes étudiés. Elle

combine une gestion optimisée des ressources en eau avec une distribution uniforme, adaptée à un large éventail de cultures et de types de sols. Contrairement à l'irrigation par gravité, qui peut entraîner un gaspillage d'eau et des pertes par infiltration, et à l'irrigation goutte-à-goutte, qui exige des investissements élevés et une maintenance technique poussée, l'irrigation par aspersion se révèle être une solution intermédiaire idéale, équilibrant coût, efficacité et durabilité d'où notre choix de ce système. En outre, sa capacité à simuler les précipitations naturelles permet de réduire les impacts négatifs sur le sol, tels que l'érosion ou la saturation. Grâce à sa flexibilité et sa facilité d'installation, elle est particulièrement adaptée aux exploitations agricoles de taille moyenne. Ainsi, l'irrigation par aspersion s'impose comme une technologie privilégiée pour les contextes où la rationalisation de l'eau, la simplicité opérationnelle et la maximisation des rendements agricoles sont essentielles. Elle constitue une solution équilibrée pour répondre aux défis de l'agriculture moderne tout en respectant les exigences environnementales.

#### **IV.2.3. Dimensionnement préliminaire**

Le dimensionnement des paramètres de l'irrigation prend en compte la détermination grâce aux données initiales parmi lesquelles nous avons le Débit Fictif Continu (DFC), la réserve facilement utilisable (RFU), le Besoin maximum de pointe (BMP), la fréquence des arrosages (F), la dose brute (Db), la durée par poste d'arrosage, le débit d'équipement et le débit total du système.

##### **1. La réserve facilement utilisable**

On entend par la réserve facilement utilisable (RFU) la quantité d'eau disponible dans le sol et susceptible d'être facilement absorbée par les plantes pour soutenir leur croissance. D'une autre part c'est la quantité d'eau nécessaire pour compenser la perte d'eau causée par l'évapotranspiration de la plante.

##### **2. Besoin Maximum de pointe (BMP)**

On peut définir le Besoin maximum de pointe comme étant le débit correspondant au mois de point, ajusté au temps réel de mise en service du réseau de distribution, pour la durée d'irrigation retenue pendant la journée.

##### **3. La fréquence d'arrosage (F) et le tour d'eau (T)**

La fréquence (F) d'arrosage est le temps nécessaire que la plante utilise pour épuiser l'humidité du sol. Nous pouvons dire que C'est l'intervalle théorique entre les sessions d'arrosage, calculé

à travers la réserve facilement utilisable et des besoins maximaux lors des périodes de pointe. Le tour d'eau (T) quant à lui représente la fréquence qui sera effectivement retenu dans la pratique. Dans la plupart des cas il est toujours inférieur à la valeur de la fréquence théorique F de quelques jours  $T(j) \leq F(j)$ .

#### **4. La dose brute (Db)**

La dose brute (Db) est la quantité d'eau apportée à la plante, adaptée en fonction de l'efficacité d'application (Ea). En d'autres termes elle représente la demande en eau, tout en précisant la quantité d'eau nécessaire pour que la plante puisse absorber dans la parcelle durant toute la période du cycle d'irrigation.

#### **5. Fictif continu (DFC)**

C'est le débit qu'il faut pour satisfaire les besoins d'une plante de façon continue en supposant que le réseau fonctionne tous les jours 24 heures sur 24.

#### **6. La main d'eau (M)**

C'est le débit d'arrosage que peut maîtriser l'irrigant ou l'exploitant sans toutefois être débordé. Cette main d'eau dépend du type de sols qu'on a sur notre site de travail.

#### **7. Le temps d'irrigation par poste (Ts)**

C'est le nombre d'heures maximales ou la durée qu'il faut pour irriguer une parcelle. Il dépend du cycle d'irrigation, et de la durée maximale de fonctionnement.

#### **8. Débit d'équipement**

C'est un indicateur pratique pour comparer les systèmes et estimer les besoins en eau pour une surface spécifique. Il constitue un paramètre clé dans le processus de conception des équipements.

#### **9. Débit du système**

Il s'agit du débit nécessaire au bon fonctionnement optimal de l'intégralité du système d'irrigation, répondant ainsi aux besoins spécifiques de notre système.

ci-dessous le tableau 5 récapitule toutes les équations qui ont intervenues dans le dimensionnement préliminaire.

Tableau 5: Equations utilisées pour le dimensionnement préliminaire

Formules du dimensionnement préliminaire	Numéro des équations
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Réserve facilement utilisable</b></li> </ul> $\text{RFU (mm)} = p \times Z_r \times \text{RU (mm/m)}$ <p>Avec :</p> <p>P : le facteur de tarissement variant en fonction du type de culture et du climat ;            Z<sub>r</sub> : profondeur racine ;            RU : la réserve utile</p>	(I)
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Besoin maximum de pointe</b></li> </ul> $\text{BMP(mm)} = \text{ETM (mm/j)} - \text{Pe(mm/j)}$ <p>Avec :</p> <p>ETM : l'évapotranspiration maximale ;            Pe : la pluie efficace.</p>	(II)
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Fréquence d'arrosage</b></li> </ul> $F(j) = \frac{\text{RFU(mm)}}{\text{BMPmm/j}}$ <p>Avec :</p> <p>F : la fréquence d'arrosage ;            Généralement on prend le tour d'eau <math>T(j) \leq F(j)</math></p>	(III)
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Dose brute</b></li> </ul> $D_b(\text{mm}) = \frac{\text{BMP (mm/j)} * T}{E_a}$ <p>Avec :</p> <p>E<sub>a</sub> : Efficience d'application</p>	(IV)

<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Temps par poste d'arrosage</b></li> </ul> $T_s(\text{h}) = \frac{D_b(\text{mm})}{P_{\text{asp}}(\text{mm/h})}$ <p>Avec :</p> <p>Pasp (mm/h) : la pluviométrie de l'asperseur</p>	<p>(V)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Débit d'équipement</b></li> </ul> $q_e\left(\frac{\text{l}}{\text{s}}/\text{ha}\right) = \frac{D_b(\text{mm})}{T(\text{j}) \times T_s(\text{h/j}) \times N_s \times 0,36}$ <p>Avec :</p> <p>Db : la dose brute ;</p> <p>T(j) : le tour d'eau ;</p> <p>Ts : le nombre d'heure utilisé pour apporter la dose brute par poste d'arrosage ;</p>	<p>(VI)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Débit du système</b></li> </ul> $Q_{\text{sys}}(\text{l/s}) = q_e(\text{l/s/ha}) \times A(\text{ha})$ <p>Avec :</p> <p>A(ha) la superficie totale à irriguer</p>	<p>(VII)</p>

#### IV.2.4. Dimensionnement final

Le dimensionnement final a consisté à faire ressortir la conception du réseau d'irrigation qui répondra aux exigences des conduites de transport et de distribution ainsi qu'à la détermination de leurs diamètres, de leurs pressions, leurs vitesses, leurs débits et assurera en même temps les besoins hydriques de la plante.

##### 1) Choix des asperseurs

Le choix du type d'asperseur repose sur quatre critères : la pression nominale, du débit de l'asperseur, du diamètre mouillé et de la pluviométrie de l'asperseur. Pour ce fait il a été question pour nous d'analyser et d'examiner minutieusement un catalogue dans le but d'identifier les asperseurs dont les performances de fonctionnement respectent les données du

projet. Ainsi nous avons opté pour les asperseurs appartenant au catalogue « asperseur-lwp-2450 de la maison de fabrication NETAFIM ». Il est important de noter également que notre choix s'est porté sur la disposition carrée des asperseurs avec de faible pression afin de minimiser les pertes de charge dans le réseau.

## 2) Le dimensionnement des conduites

Le dimensionnement des conduites d'un réseau d'irrigation est une étape très cruciale pour garantir une distribution efficace et uniforme de l'eau dans les parcelles. Notre réseau d'irrigation est constitué de différentes catégories de conduites à savoir les conduites de transport ou le tuyau principal (TP), les conduites secondaires ou tuyaux secondaires (TS), les conduites tertiaires ou tuyaux tertiaires (TT) et les oulets (conduites d'alimentation), les portes rampes et les rampes. Il est à préciser que c'est les conduits oulets qui entrent dans notre parcelle.

Le choix de ces conduites repose sur trois critères : la nature du matériau, le diamètre nominal et la pression de service dont les tuyaux appartient à un type de classe de pression nominale devant être supérieur aux pertes de charge totale dans le réseau de distribution, d'où cette pression de service doit être respecté dans les conduites. Pendant le dimensionnement, il est donc important de prendre en compte les différents paramètres comme le débit, les pertes de charge et la vitesse causer lors du transport de l'eau vers la parcelle. Dans les normes il est recommandé de maintenir dans les conduites sous pression une vitesse inférieur ou égale à 1.7 m/s pour les conduites en plastiques et 2 m/s pour celles en acier, aluminium, fontes, etc. **(Keïta, A 2021)**

Tableau 6: Les équations utilisées pour le dimensionnement final

Les formules utilisées	Les numéros des équations
<p>➤ Diamètre théorique</p> $D_{th} = \sqrt{\frac{Q(m^3/h)}{V(m/s)}} \times 18,811$ <p>Où</p> <p>Q (m<sup>3</sup>/s) : le débit transité par la conduite</p> <p>V (m/s) : la vitesse de l'eau dans la conduite</p>	<p>(VIII)</p>
<p>➤ Les pertes de charge dans la conduite</p> $\Delta H_{conduite}(m) = a \times \frac{(Q_{conduite}/3600)^n}{(D_{conduite})^m} \times F \times L_{conduite}$ <p>Où</p> <p>Q<sub>conduite</sub> (m<sup>3</sup>/h) : le débit transité par la conduite ;</p> <p>D<sub>conduite</sub> (m) : le diamètre de la conduite ;</p> <p>F : le coefficient en fonction dépendant du nombre d'orifices de service sur la conduite ;</p> <p>L<sub>conduite</sub> : la longueur de la conduite ;</p> <p>a, m et n : les coefficients de la formule de Colebrook et Calmon-Lechapt</p>	<p>(IX)</p>

#### IV.2.5. La rentabilité du projet

L'étude de la rentabilité d'un projet d'irrigation par aspersion requiert d'importants investissements qui nécessitent une analyse rigoureuse de leur rentabilité avant sa mise en œuvre pour une bonne gestion de l'eau, une réduction de pertes et une amélioration des rendements. D'où son adoption met en jeu des coûts initiaux élevés dû aux installations de l'aménagement et d'autres activités à entreprendre. Cette étude permet d'examiner si les bénéfices générés par le projet compensent les investissements et coûts récurrents associés. Ainsi l'analyse de la rentabilité aide à décider si un projet mérite d'être entrepris. Dans le cas de du projet d'aménagement, il prendra en compte l'évaluation des charges d'exploitation, le calcul du taux de rentabilité interne ainsi que l'appréciation de la durée de retour sur investissement. Le taux de rentabilité interne (TRI) est un indicateur financier donc le but est de mesurer la rentabilité d'un investissement, il correspond aux taux d'actualisation pour lequel la Valeur Actuelle Nette (VAN) est égale à zéro.

Cette valeur actuelle nette se calcul selon la formule suivante :

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Ct}{(1+i)^n} - I$$

Où chaque élément représente :

n : l'année de génération de flux ;

Ct : le flux de trésorerie nette à l'année n ;

I : le taux d'imposition annuelle ;

Pour le taux de rentabilité interne (TRI), sa détermination passera par la résolution de l'équation ci-dessous :

$$\sum_{t=1}^n \frac{Ct}{(1 + TRI)^n} - I = 0$$

La période de récupération de l'investissement est le temps nécessaire pour que la somme des bénéfices nets annuels atteigne le montant initial de l'investissement.

## V. RESULTAT D'ETUDE TECHNIQUE

Cette partie du document est dédiée à la présentation des conclusions arrêtées de chaque étape du projet en parallèle avec les objectifs fixés au départ. L'objectif de cette partie sera de valider la pertinence des choix techniques effectués afin de pouvoir évaluer la faisabilité technique des phases de la mise en œuvre du projet.

### V.1. Etude hydrologique de la ressource

Un bassin versant peut être définie comme une unité géographique sur laquelle se repose l'analyse du cycle hydrologique. Il a une section d'un cours d'eau, et est défini comme la totalité de la surface topographique drainée par ce cours d'eau et ses affluents à l'amont de cette section appelée exutoire (Karambiri et D.Niang, 2011).

Grace au Modèle Numérique de Terrain (MNT) de notre zone d'étude, nous avons pu obtenir sur la base des coordonnées géographiques du Cameroun et de l'outil Arc Gis, le réseau hydrographique et également les limites de notre Bassin Versant. Il faut préciser que nous avons utilisé seulement la formule d'ORSTOM qui est conçue pour les petits bassins versants raison pour laquelle nous avons subdivisé le grand bassin en sept (7) petits bassins versants dont les caractéristiques sont jointes à l'annexe 11 de notre document. Le tableau 7 ci-dessous présente toutes les caractéristiques du grand bassin. La figure 5 présente le bassin versant de Lagdo.

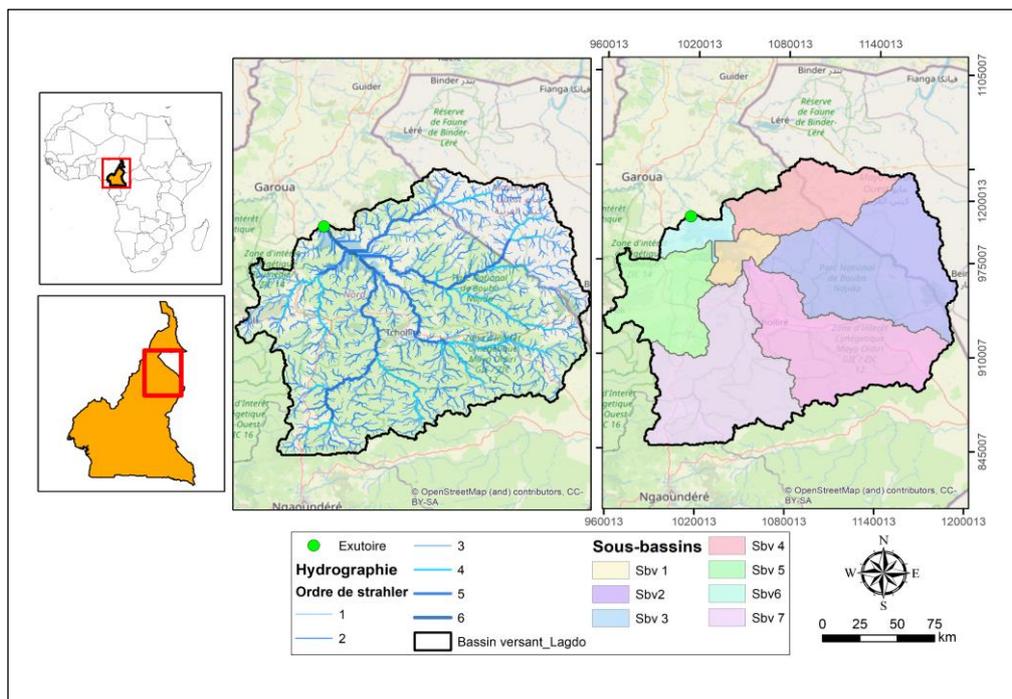
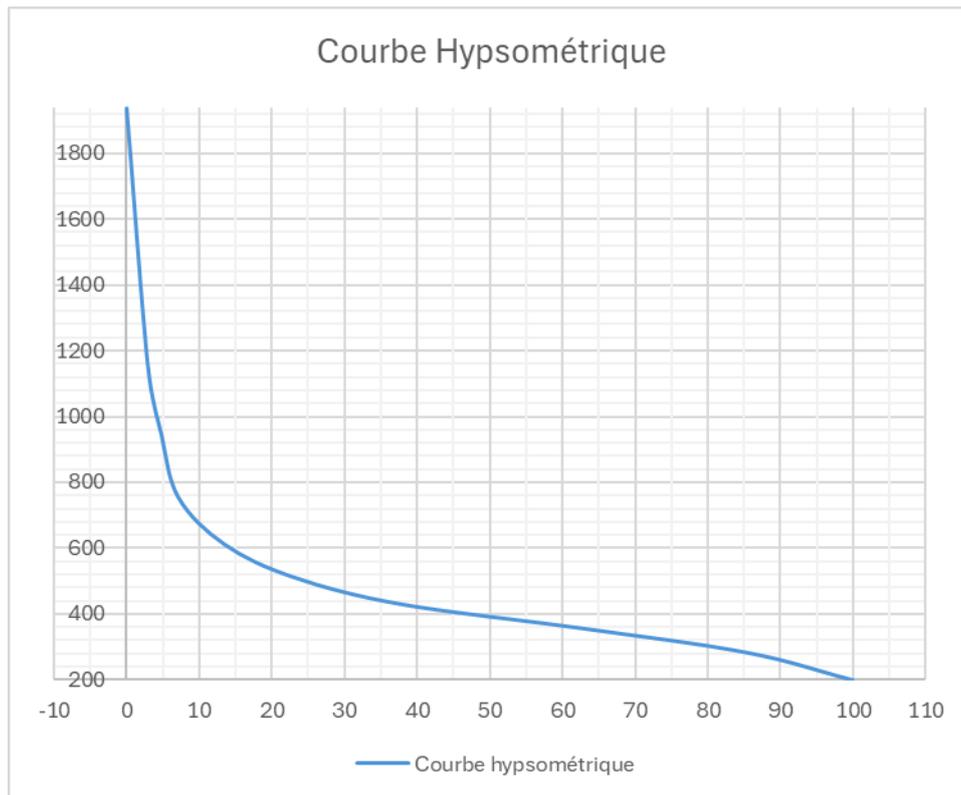


Figure 4 : Illustration du bassin versant du barrage de Lagdo

Tableau 7: Note de calcul Méthode d'ORSTOM

Surface du bassin versant $S_{BV}$ ( $km^2$ )	30 851
Périmètre du bassin versant $P_{BV}$ (km)	2836,189
Longueur du cours d'eau le plus long $L$ (m)	792 576,66
Indice de Gravelius $KG$	11,3
Longueur du rectangle équivalent $L$	1265,04
Longueur des affluents $Km$	3 052 505,69
Densité de drainage ( $Km/Km^2$ )	3097,77
Pente moyenne (m/km)	100,580
Indice global de pente $I_g$ (m/Km)	13,95324
Dénivelée spécifique (m)	968,257
Pente transversale $I_t$ (m/km)	5,02905
$I_g$ corrigé (m/Km)	20,28065
Coefficient de ruissèlement pour $P=70$ mm $K_{r70}$ (%)	77,994
Pluie moyenne décennale $P_{m10}$ (mm)	526,345
Coefficient d'abattement $A$	4,04882
Pluie moyenne décennale $P_{m10}$ (mm)	526,345
Dégradation spécifique	1143,1123
Débit moyen de ruissèlement	1000,169
Temps de montée $T_m$ (min)	14220,15
Temps de base $T_b$ (min)	32925,38
Lame d'eau ruisselé $L_{10}$ (mm)	73,2548
Volume retardé $V_{re10}$ ( $m^3$ )	24262481,85
Volume ruisselé de la crue décennale $V_{r10}$ ( $m^3$ )	296928301,2
Volume ruisselé $V_r$ ( $m^3$ )	311057459,6
Volume de depot solide	77 370 874,29
Volume moyen ruisselé durant le temps de base $Q_{m10}$ ( $m^3/s$ )	7,83
Débit maximal de pointe de la crue décennale $Q_{10}$ ( $m^3/s$ )	<b>2600,440</b>



## V.2. La charge d'eau disponible

La centrale hydraulique enregistre chaque jour la hauteur du niveau d'eau du barrage depuis 2006 jusqu'à maintenant. La hauteur moyenne est très proche du minimum avec un maximum de 2 mètres au-dessus du minimum. La cote moyenne en novembre est de 214,07 m (hautes eaux) et la plus basse en juillet avec 207,96 m. L'altitude du terrain dans la zone du projet est environ 200 m résultant en une charge de 14 m en novembre et 8 m en juillet. Cette dernière valeur est insuffisante pour l'irrigation par pression et par conséquent les mois les plus hauts de novembre à février sont à utiliser donnant une altitude de 212 m pour ces mois. En limitant à 195 m l'altitude de la zone irrigable, cela nous permet une charge maximale de 17 m de novembre à février, ce qui est considéré comme très bas. Sur la base des niveaux d'eau (moyens mensuels) dans le Barrage Lagdo, les valeurs mises à la disposition par Energy of Cammeroon (ENEO), les figures 7 et 8 à la page suivante montrent pour chaque mois les niveaux maximums, moyens et minimums dans le barrage. Dans les mêmes figures on peut voir que les pluies commencent bien avant que le niveau du barrage atteigne le niveau minimal, c'est-à-dire la pression devient minimale quand la demande en eau d'irrigation baisse.

Tableau 8 : Niveaux d'eau (moyens mensuels) dans le Barrage Lagdo

Year	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	Sep	oct	nov	dec
2006	215.01	214.44	213.79	213.05	212.43	212.05	211.83	212.98	215.15	215.83	215.82	215.34
2007	214.79	214.15	213.43	212.59	212.58	211.78	211.28	211.69	213.32	215.18	215.68	214.99
2008	214.39	213.73	212.97	212.13	211.29	210.52	210.36	213.00	215.56	215.99	215.67	215.16
2009	214.54	213.86	213.12	212.24	211.44	210.87	210.62	211.85	215.06	216.09	215.89	215.38
2010	214.79	214.12	213.33	212.44	211.52	211.03	211.32	213.02	215.98	216.30	216.14	215.65
2011	215.03	214.38	213.62	212.78	211.94	212.58	210.70	211.18	213.51	215.62	215.64	215.07
2012	214.41	213.64	212.73	211.65	210.55	209.83	210.76	213.79	215.52	216.11	215.98	215.42
2013	214.85	214.02	213.10	212.03	210.80	209.50	208.80	210.60	214.37	215.59	215.14	214.51
2014	213.77	212.92	212.00	211.04	210.08	209.10	207.92	208.96	214.11	215.96	215.73	215.10
2015	214.35	213.55	212.61	211.49	210.14	208.81	207.67	207.41	211.29	214.85	214.83	214.18
2016	213.40	212.52	211.54	210.41	209.10	207.89	207.04	209.28	212.86	214.63	214.31	213.55
2017	212.59	211.86	210.99	209.95	208.88	207.95	207.69	208.96	211.89	213.92	214.35	213.65
2018	212.89	212.13	211.33	210.42	209.53	208.75	208.23	209.31	212.79	214.20	213.79	213.18
2019	212.53	211.95	211.23	210.10	208.93	208.43						
<b>Average</b>	<b>212.67</b>	<b>211.98</b>	<b>211.18</b>	<b>210.16</b>	<b>209.12</b>	<b>208.38</b>	<b>207.96</b>	<b>209.14</b>	<b>212.34</b>	<b>214.06</b>	<b>214.07</b>	<b>213.41</b>
Max	215.03	214.44	213.79	213.05	212.58	212.58	211.83	213.79	215.98	216.30	216.14	215.65
Min	212.53	211.86	210.99	209.95	208.88	207.89	207.04	207.41	211.29	213.92	213.79	213.18

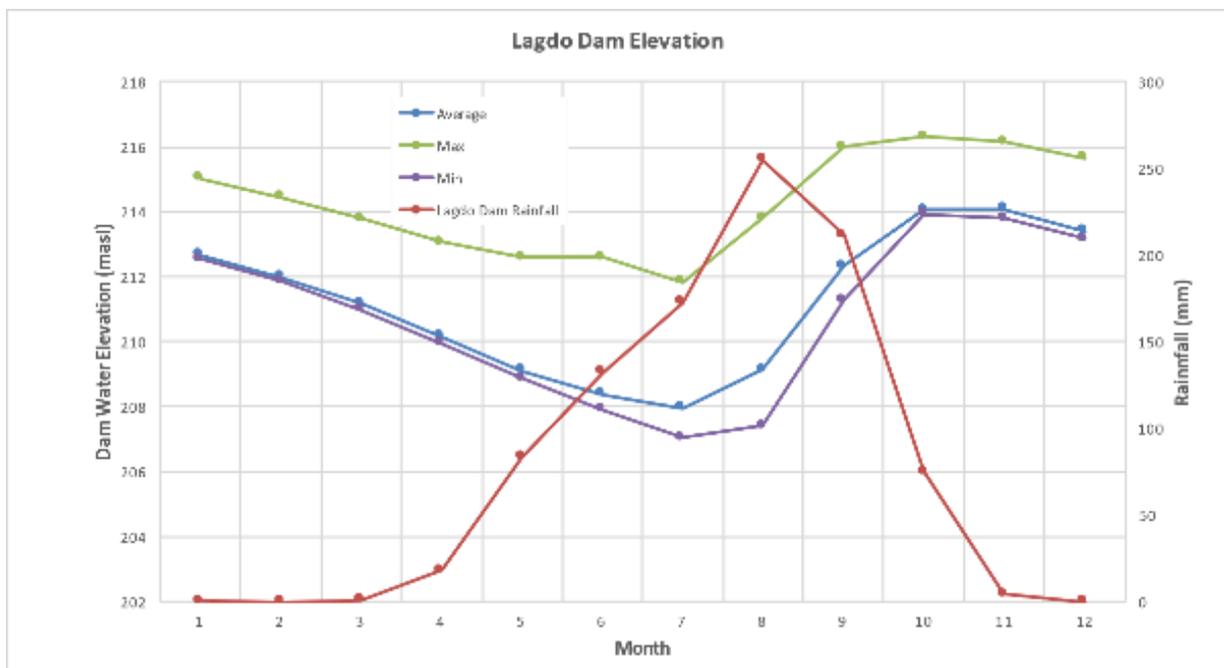


Figure 5 : L'élévation des eaux du barrage de Lagdo par rapport aux précipitations

Source :(la centrale hydraulique de Lagdo/ VIVA-BENO)



*Figure 6 : La retenue du barrage de Lagdo,*



*Figure 7 : Le fleuve de la Bénoué*

**(Source : DIDI TAMIBE RAISSA)**

### **V.3. Etude topographique**

Les données des différentes coordonnées topographiques relevées sur le terrain ont été traitées dans le logiciel Global Mapper, ce qui nous a permis de réaliser les courbes de niveau passant sur le périmètre du site. Ci-dessous vous trouverez la figure des courbes de niveau superposées à notre périmètre d'étude et en annexe un ensemble résumant tous les points obtenus lors des levés.

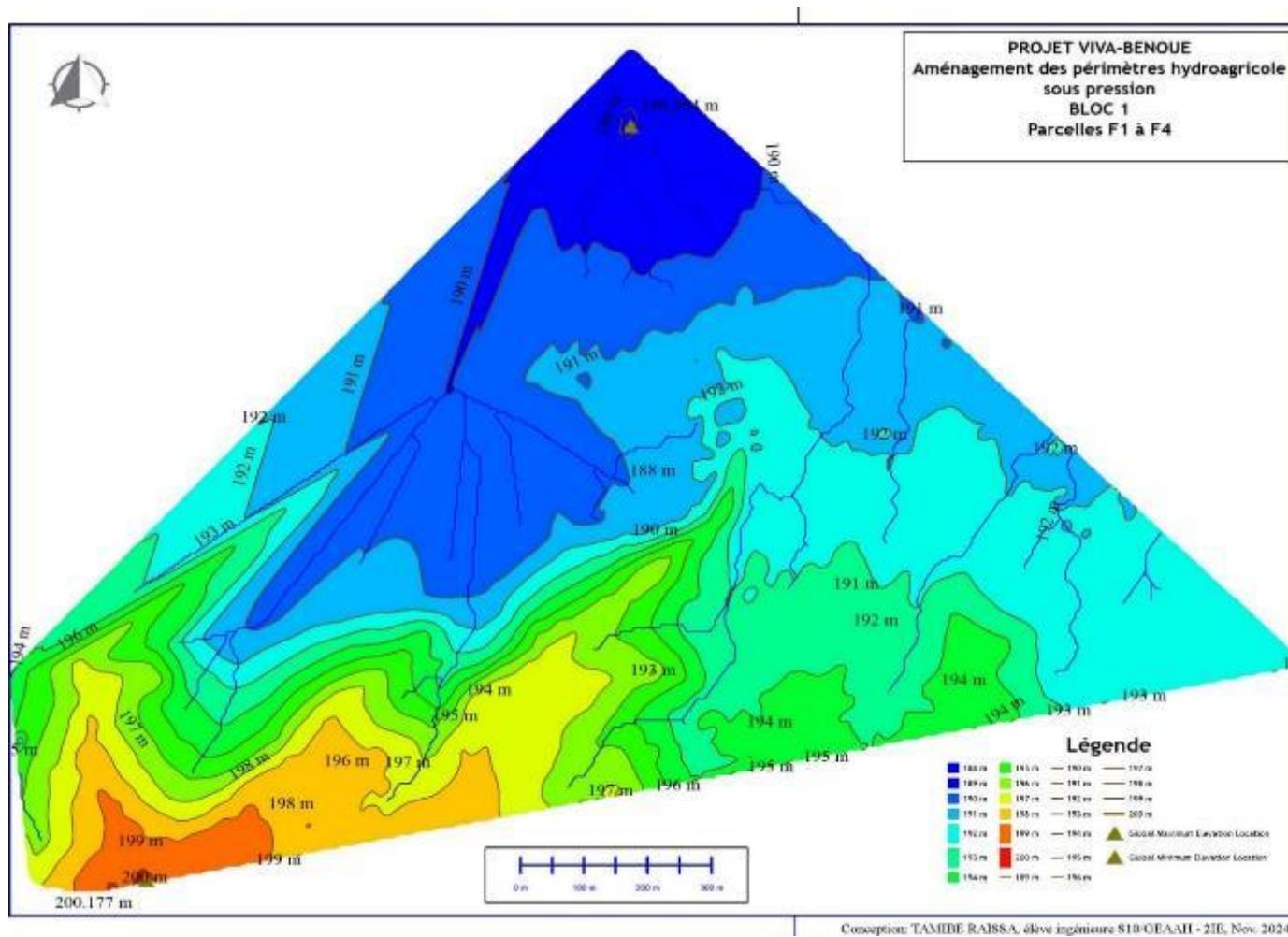


Figure 8 : Les courbes de niveau superposées à notre périmètre d'étude (Source : DIDI TAMIBE RAISSA)

Après analyse des courbes de niveau, nous remarquons que notre terrain présente une topographie acceptable, c'est-à-dire plate avec absence de dénivelé pour les points allant de 188.964 m à 200 m avec de l'eau qui stagne dans certaines zones. Cette situation nous convient car elle permet d'optimiser davantage l'aménagement et de garantir l'uniformité de notre surface cultivable, nous envisageons toutefois faire un nivelage et un planage du site.

#### V.4. Etude pédologique

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'analyse en vue de la détermination de la typologie du sol de la rive gauche de la Bénoué pour une meilleure identification du modèle de culture et leur besoin en eau. En conformité aux TdRs du projet, l'étude des sols a été préparée sur la base des documents existants, et a été complétée par quelques essais limités de terrain pour les analyses dans les laboratoires de Garoua et Yaoundé. Toutes ces analyses et les différentes visites de terrain nous ont permis de distinguer 3 grands groupes de sols dans la zone du projet dédiée à l'irrigation, il s'agit : des Vertisols, des sols hydromorphes et des sols légers. Ces sols sont convenables pour l'irrigation de surface et sous pression. Les vertisols sont argileux, noir cassant avec des horizons de surface très compacts, plus fertiles à faible infiltration et forte rétention d'eau. Les résultats des analyses révèlent que le sol de notre périmètre est constitué des Vertisols uniquement. La répartition des sols dans la zone est donnée au Tableau ci-dessous. Les Vertisols occupent la majorité des sols avec 34% tandis que les sols légers du lit majeur couvrent seulement 13%. La distribution des particules est donnée au Tableau.

Tableau 9 : Description des principaux types de sols dans la phase III

Typologie des sols	Localisation	Facteurs limitants	Classe d'aptitude	Cultures possibles	Travaux d'aménagements
Vertisols, sols argilo-limoneux	Bordures et dépression de terrasses, flats latéraux et de terrasse, cuvettes de débordement	Compacité, texture, hydromorphie	Toujours aptes (très bonne à bonne) mais déconseiller pour les arachides et arboriculture	Soja, Riz, canne à sucre, coton, sorgho pluvial, sorgho de contre saison, niébé, maïs	Irrigation et drainage ; travail mécanisé, contrôle du plan d'eau
Les sols hydromorphes (Gleysols, Stagnosols, Fluvisols) (avant dénommé sols vertiques)	Lit majeur, terrasse, dépression, cuvettes	Hydromorphie	Sols à aptitudes conditionnelles (bonne à moyenne)	Riz, sorgho pluvial, cultures maraichères, arboriculture, canne à sucre, maïs, coton, blé, niébé, manioc	Irrigation et drainage
Les sols légers (Planosols, Lixisols)	Flats de terrasses	Pauvreté chimique, discontinuité texturale, forte perméabilité	Sols à aptitudes marginales inaptes (moyenne médiocre)	Pâturages, cultures fourragères, arboriculture, mil, arachides, niébé	

Source : VIVA-BENOUE



*Figure 9 : Sol argilo-limoneux dans la parcelle, (Source : DIDI TAMIBE RAISSA)*

## V.5. Etude technique du périmètre

### V.4.1. Choix du système d'irrigation

L'irrigation prévue par le projet pour la phase III (la rive gauche) est un réseau moderne d'irrigation sous pression qui sera alimentée par l'eau de la retenue du barrage, d'où l'étude des solutions à prendre en considération doit faire attention à deux questions importantes : le niveau moyen de l'eau au barrage qui est 20m supérieur, environ, au niveau des terrains les plus hauts du périmètre à aménager, et la grande qualité de l'eau. C'est pour cela qu'un système de micro-irrigation, permettant une agriculture industrielle ou semi-industrielle par des entrepreneurs et des compagnies agricoles d'une certaine dimension, pourrait être la meilleure solution pour maximiser le profit socioéconomique à retirer de l'investissement. Ainsi pour cette rive nous disposons plusieurs systèmes d'irrigation pouvant être mis en place à savoir le système goutte à goutte, le système californien et le système par aspersion qui fait l'objet de notre choix du système d'irrigation.

L'irrigation par aspersion est une technique d'apport d'eau artificielle qui simule la pluie naturelle. Son rôle est de projeter de l'eau sous forme de gouttelettes fines sur la surface irriguée ainsi que sur les cultures, ce système présente une grande efficacité d'application pouvant

atteindre jusqu'à 95% en termes d'économie d'eau (*Serra Wittling et al., 2020*). Il est à noter aussi qu'il s'adapte à toutes les pentes des terrains cultivables, qu'elles soient uniformes ou irrégulières, d'après la **FAO en 1990**. De nombreuses études externes et des entreprises évoluant dans ce secteur confirment la grande performance des asperseurs de type « **LWP 2450** », la robustesse de l'arroseur et leurs résistances face aux rayons ultra-violet dans les zones très ensoleillées, ce qui est notre cas, ainsi que la résistance aux engrais ou tout autre élément nutritif appliqué. Ces asperseurs fonctionnent à basse pression (1 à 2 bars) en plus de cela ils économisent beaucoup d'eau par rapport au système gravitaire. Ceci est en étroite parallèle avec les données du projet qui imposent une pression de 1,2 bars. Grace à une installation flexible, ce système s'adapte à tout type de terrain avec une variété de sols diverse tel que les sols sableux, limoneux ou argileux ce qui entre en accord avec le type de sol de notre site. Son entretien est facile et ne nécessite pas une qualification particulière.

#### **V.4.2. Choix de la spéculation**

Le choix de la spéculation a été imposé par le projet, il s'est porté sur la culture du soja du nom scientifique « *Glycine max* », c'est une plante qui mesure généralement entre 0,30 et 2m avec un système racinaire profond permettant une certaine tolérance à la sécheresse. Il est composé des feuilles trifoliées avec des fleurs petites le plus souvent blanches ou violettes autofertiles et Les fruits ou des graines sont rondes ou ovales contenues dans des gousses velues les plus longues ont 5 centimètres et elles ont 2 à 4 graines généralement de couleur jaune, brune, noire ou verte selon plusieurs variétés qui existent et se différencient par le port, la couleur des graines, la période de floraison. Il est une espèce de plante annuelle de la famille des légumineuses (*Fabaceae*), originaire d'Asie orientale, cultivé principalement pour ses graines riches en protéines et en huiles. Il a une diversité génétique prodigieuse, Il n'est pas considéré comme un légume sec mais comme un oléagineux par l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Le soja se cultive sous des climats à étés chauds. Ses conditions de croissance optimale nécessitent des températures moyennes de 20° à 30°C et un apport hydrique minimal de 400 à 500 mm de précipitations réparties tout au long de son cycle. Dans les régions plus arides, l'irrigation peut compenser ce déficit hydrique pour garantir une production satisfaisante.

Préférant des vertisols et sols légers bien drainés et riches en matière organique, le soja a une grande capacité de fixation biologique de l'azote, il améliore la fertilité du sol et possède un

cycle de développement qui varie entre 80 et 120 jours selon les variétés et les conditions climatiques. En termes de besoin en irrigation, sa phase critique (sensible au stress hydrique) c'est pendant la floraison et formation des gousses et comme méthode moderne d'irrigation qui correspond sont l'irrigation par aspersion et le goutte à goutte en fonction de la disponibilité de la ressource en eau.

Comme utilisation il intervient dans plusieurs domaines, dans l'alimentation humaine il est utilisé pour faire : la farine, le tofu, Dan fu (vietnamien), Teou fu ou Tou fu ho (chinois) , c'est un fromage, une protéine de pâte blanche précipités par un sel de calcium ou de l'eau de mer concentrée, , le lait, huile alimentaire, La fibre de soja (Okara, son de soja, fibres d'isolat de soja), coté alimentation animale on réalise des tourteaux riches en protéine pour l'élevage et dans l domaine industriel on fabrique le biocarburant, les plastiques biodégradables, l'encres etc. **(Soybean. Worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. Glen L. Hartman & Ellen D. West & Theresa K. Herman. 2011)** Les principaux producteurs de soja dans le monde sont les États-Unis, le Brésil, l'Argentine, l'Italie, la Chine et l'Inde également produit en Afrique au Nigéria, au Ghana, en Afrique du Sud, au Cameroun, au Burkina Faso, au Burundi, au Tchad, en Côte d'ivoire, au Kenya, au Togo, au Rwanda, en Tanzanie, en RDC, au Benin, etc. Le soja est une plante très riche en protéine (avec un taux plus élevé que celui du lait et de la viande), les analyses au laboratoire ont montré que les graines de soja dans l'alimentation humaine et les feuilles dans l'alimentation des animaux, ont une haute valeur nutritive. Il est cultivé dans les mêmes conditions que celles des autres légumineuses (niébé, arachide etc.) **(INADES. Formation, Yaoundé-Cameroun)**. Comme avantage il fixe l'azote grâce aux bactéries symbiotiques (rhizobium) présentes dans ses nodosités racinaires et enrichit le sol en azote, c'est un polyvalent économique fort potentiel sur les marchés alimentaires et industriels, assure une alternance culturale utile dans la rotation pour réduire les maladies du sol et améliore le rendement des cultures. Il existe plusieurs techniques de semis : semis sur billon sur un sol riche et noir, semis à plat sur ferrallitique pour les deux types de semis on prend 3 à 4 graines par poquet pour une profondeur de 4 à 5 cm. Pour semer un hectare de soja, l'agriculteur prépare 40 à 45 kilogrammes de semences. **(FAO, Soybeans Post-Harvest operations (A.R. Islas-Rubio, I. Higuera-Ciapara, 2002).**

La variété du soja choisie pour notre étude est le *Samsoy 2* qui est propice et adaptée aux conditions climatiques et pédologiques de notre localité et a une excellente tolérance aux

maladies (maladie de la rouille asiatique du soja), l'estimation des rendements possibles pour cette variété dans la zone de notre projet et avec des pratiques optimale d'irrigation et de fertilisation les rendements peuvent atteindre 2,5 à 3,5 tonnes/ha. Ci-après l'illustration de la plante de soja. L'annexe 13 montre le cycle de développement de la plante.



*Figure 10 : La plante de soja*

## V.6. Dimensionnement du périmètre

### V.5.1. Dimensionnement préliminaire

Après analyse et examination des données climatiques, pédologiques et hydriques de la plante faisant l'objet de notre étude, nous avons pu déterminer la réserve facilement utilisable, le besoin maximum de pointe en eau d'irrigation dont la plante a besoin, établir un calendrier d'arrosage, définir la dose brute et calculer le débit du système pour notre aménagement.

Les équations *I, II, III, IV, V, VI et VII (tableau N°4)* nous ont permis de calculer les données essentielles pour le dimensionnement du système d'irrigation, afin de d'assurer une couverture optimale des besoins en eau de la plante, une durée maximale d'irrigation journalière de 12 heures a été mise sur pieds. Pour garantir une bonne uniformité d'arrosage qui prend en compte la direction du vent nous avons programmé la disposition carrée du système. Concernant les espacements entre les lignes de la rampe et les asperseurs sont de 8 mètres respectivement. Ce

qui justifie le choix de notre configuration est le maintien d'une distribution homogène de l'eau sur toute la surface irriguée. Ainsi dans cette partie il sera question d'estimer les exigences hydriques de la plante du soja.

#### ❖ **Le soja**

D'après les calculs et les analyses effectués, il nous convient de dire que le mois de juin est le mois le plus contraignant en eau pour la culture de soja avec un besoin maximum d'eau de 110,88 mm/mois. Il est important de souligner que la culture du soja peut se faire en deux campagnes agricoles dans l'année, dans notre contexte la première campagne va du mois de mai au mois juillet et la seconde débutera au mois d'août pour s'achever en octobre. La valeur du besoin maximum durant la période de pointe représente les besoins essentiels en eau indispensable à la culture du soja. **Le tableau 10** ci-dessous récapitule les résultats relatifs aux calculs des besoins en eau du soja pendant les deux campagnes agricoles :

Tableau 10 : Les besoins en eau du Soja pendant les deux campagnes agricoles

	Première campagne						
Stades	Initial (15)	Croissance (15)	Mi-saison (40)			Final (15)	
Mois	Mai			Jun	Juillet		
Durée moyenne du mois	31			30	31		
Durée moyenne pour le stade	15	15	1	30	9	15	7
kc	0,4	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5	
Kc équivalent	0,97			1,5	0,88		
ET0 (mm/mois)	201,93			145,81	127,16		
ETM (mm/mois)	195,42			218,72	111,27		
Pluie (mm/mois)	108,4			134,8	205,3		
Pluie efficace (mm/mois)	86,72			107,84	164,24		
BE (mm/mois)	108,70			110,88	-52,98		
BE (mm/jour)	3,51			3,70	-1,71		
F (j)	45,32						
T(j)	3						
Dr (mm)	11,09						
Efficienc e d'application	0,85						
Db (mm)	13,04						

	Deuxième campagne						
Stades	Initial (15)		Croissance (15)		Mi-saison (40)		Final (15)
Mois	Aout			Septembre		Octobre	
Durée moyenne du mois	31			30		31	
Durée moyenne pour le stade	15	15	1	30	9	15	7
kc	0,4	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5	
Kc équivalent	0,97			1,5		0,88	
ET0 (mm/mois)	118,1			121,44		147,14	
ETM (mm/mois)	114,30			182,16		128,75	
Pluie (mm/mois)	247,9			190		63,3	
Pluie efficace (mm/mois)	149,6			132,2		56,9	
BE (mm/mois)	-35,31			49,96		71,85	
BE (mm/jour)	-1,14			1,61		2,32	
F (j)	72,27						
T(j)	3						
Dr (mm)	6,95						
Efficienc e d'application	0,85						
Db (mm)	8,18						

Lorsque nous avons fini avec les calculs des besoins en eau, la suite des calculs était de déterminer les paramètres mentionnés ci-haut, les résultats de ces calculs sont regroupés dans le **tableau 11**.

*Tableau 11 : Les paramètres essentiels pour le dimensionnement du périmètre*

<b>Résultat des paramètres clés pour le dimensionnement du périmètre</b>	
<b>Désignations</b>	<b>Valeurs</b>
Dose brute Bb (mm)	13,04
Tour d'eau T (j)	3
Temps maximal de travail Twmax (h)	12
Ecartement entre les rampes (m)	8
Temps par poste d'arrosage (h)	5
Nombre de poste d'arrosage	12
Débit d'équipement (l/s/ha)	1,01
Débit du système (m <sup>3</sup> /h)	100,3

#### **❖ Le découpage parcellaire**

La parcelle est structurée de telle sorte qu'on dispose d'un ingénieur de conception en Aménagement Hydro-Agricole et de deux techniciens supérieurs agropastoraux pour assurer la bonne gestion du périmètre. L'ingénieur assurera le rôle de la supervision, la coordination, la gestion totale, l'harmonisation, la direction du périmètre tout en veillant à ce que la dose maximale que doivent recevoir les plantes soit respectée et que l'irrigation du périmètre soit complète. Il interviendra au pres des agrobusiness et des autres investisseurs qui vont s'installer sur la rive gauche, en les proposant ou suggérant un plan d'aménagement déjà conçu en fonction du type de sol de la zone, quelle culture réaliser selon le système d'irrigation sous pression adéquate. Quant aux techniciens ils vont assister les exploitants industriels, s'occuperont de l'entretien et l'arrosage journalier des parcelles pour le bon fonctionnement du système. Ainsi le choix du découpage de la parcelle a pour but de mieux exploiter la superficie nette cultivable

qui est de 27,67 hectares tout en prenant en compte les 10% de la superficie brute. Les dimensions de la parcelle sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Dimensions des parcelles

Découpage parcellaire	
Longueur (m)	248
Largeur (m)	96
Aires (ha)	2,3

### ❖ L'organisation de l'arrosage

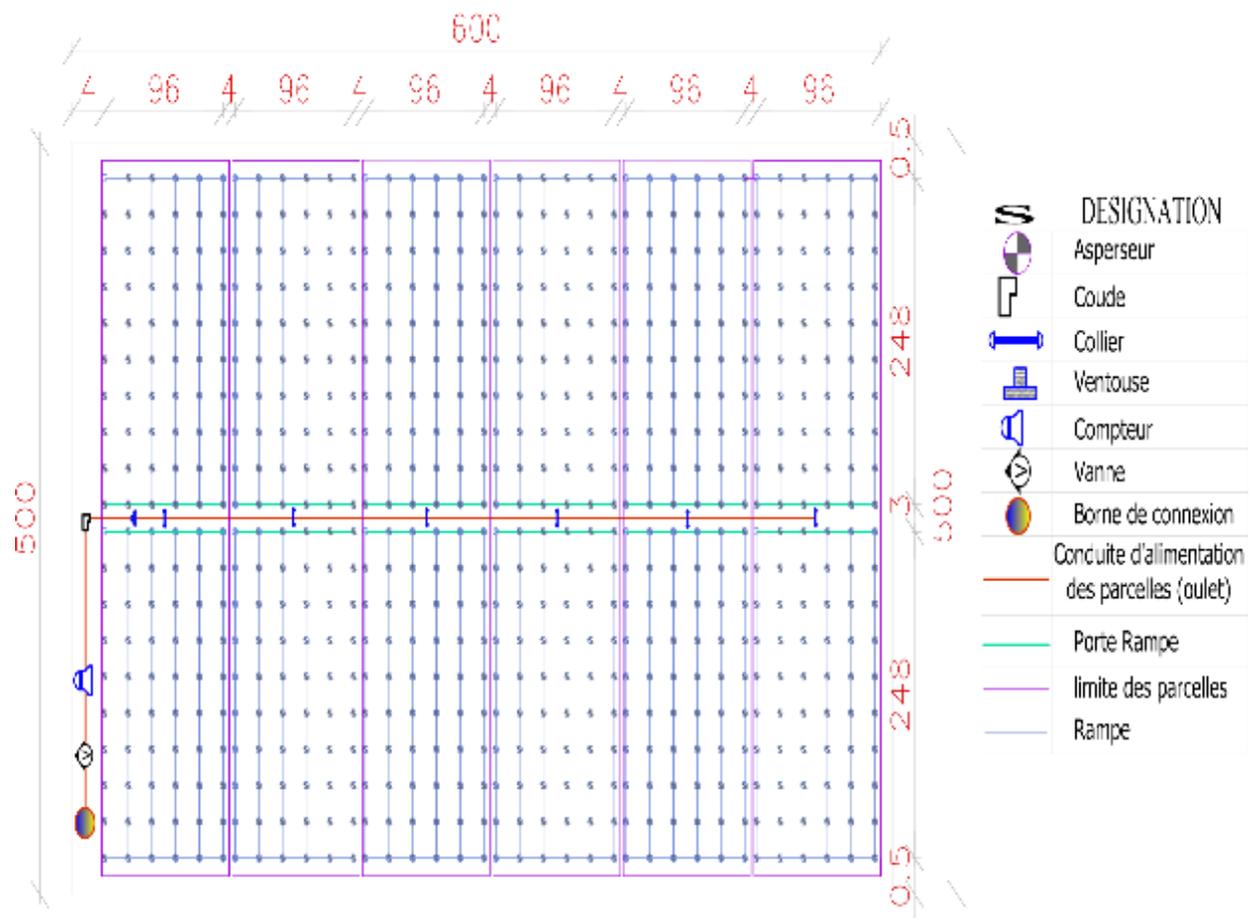
Pour simplifier et faciliter l'arrosage tout en garantissant l'uniformité optimale, la parcelle a été subdivisée en six (6) blocs égaux composés de douze (12) parcelles égales et constitués des portes rampes. Les parcelles sont disposées de façon à ce que le premier jour quatre (04) parcelles sont irriguées, par la suite le deuxième jour quatre (04) autres parcelles et enfin le troisième jour qui est le dernier jour on irrigue également quatre parcelles et le cycle recommence à zéro. Chaque bloc fonctionne indépendamment l'un de l'autre et l'arrosage de chaque bloc est effectué de manière individuelle. Une période de 5 heures d'arrosage est accordée à quatre (04) parcelles chaque jour avec une pause de 2 heures ce qui implique un nombre quotidien d'arrosage de quatre (04) postes avec l'application d'une dose brute de 13,04 mm pour une superficie de 2,30 hectares. Ci-après nous avons le tableau de l'organisation de l'arrosage du site et la figure du plan de l'aménagement de la parcelle.

Tableau 13 : Organisation de l'arrosage dans les parcelles

Organisation de l'arrosage				
Jours	Parcelles	Nombre de postes	Nombre total de poste par jour	Nombre de rampes en fonctionnement simultanée
Jour 1	Parcelle 1	1	4	10 rampes en fonctionnement simultané par poste
	Parcelle 2	1		
	Parcelle 3	1		
	Parcelle 4	1		
Jour2	Parcelle 5	1	4	

*Proposition d'un aménagement de 30 ha pour la culture de soja par irrigation sur la rive gauche de la Bénoué à Lagdo, région du nord (Cameroun)*

Jour 3	Parcelle 6	1	4	10 rampes en fonctionnement simultané par poste
	Parcelle 7	1		
	Parcelle 8	1		
	Parcelle 9	1		11 rampes en fonctionnement simultané par poste
	Parcelle 10	1		
	Parcelle 11	1		
Parcelle 12	1			



*Figure 11 : Plan de l'aménagement de la parcelle*

### ❖ Disposition des cultures

Pour notre aménagement nous avons opté pour la configuration carrée, car elle est la plus couramment utilisée parce qu'elle présente de nombreux avantages à savoir la facilité à mettre en œuvre, la prévention de tout contact indésirable entre les asperseurs, les rampes et les plantes. Cette disposition est illustrée dans la figure ci-dessous.

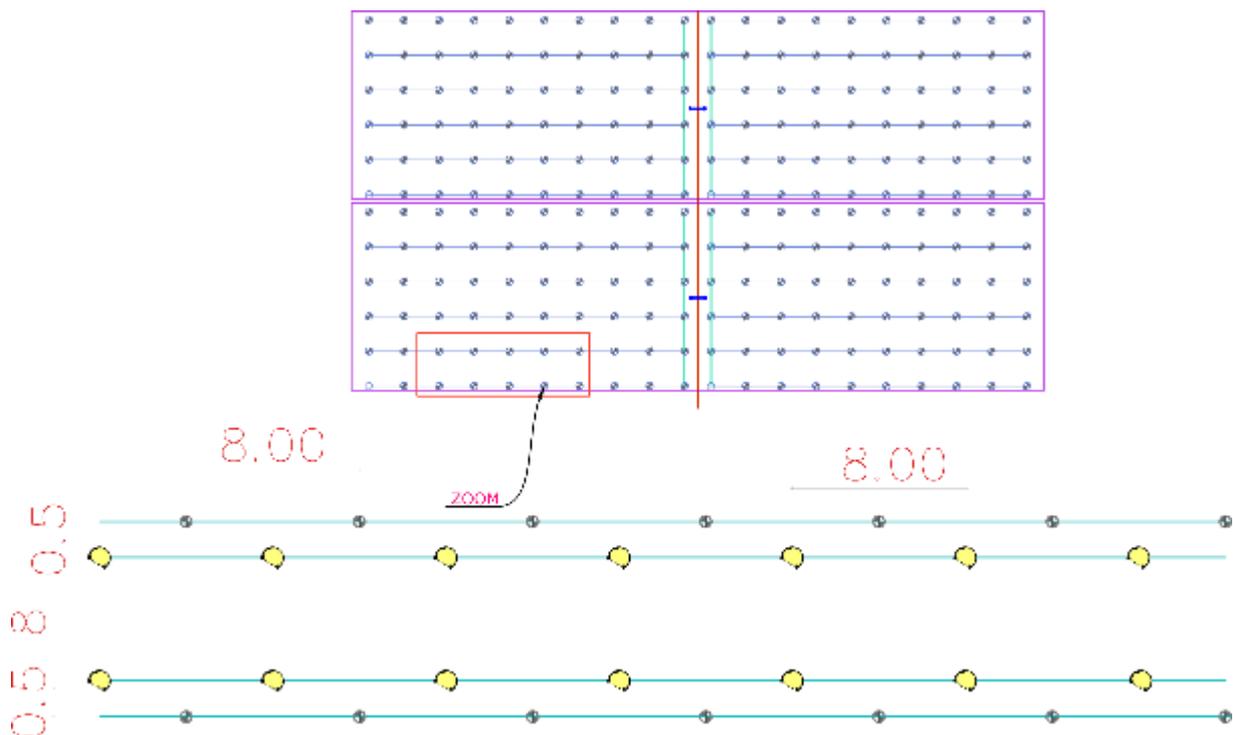


Figure 12 : Disposition des cultures

### V.5.2. Dimensionnement final

#### 1) Choix de l'asperseur

Le choix des asperseurs, s'est fait en comparant la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol ( $K_{sat}$ ) à la pluviométrie de l'asperseur. Ci-dessous nous avons le tableau 13 qui présente les différentes caractéristiques de l'asperseur et une illustration de l'asperseur choisi. Le catalogue

de cet asperseur ainsi que le tableau représentant les valeurs de la vitesse d'infiltration en fonction du type de sol sont annexés à ce document en annexes 11 et 15.

Tableau 14 : Les caractéristiques de  
l'asperseur

Caractéristiques de l'asperseur	
Type d'asperseur	LWP2450
Pnom Retenue (bar)	1
Pnom Retenue (m)	10
D mouillé maximal (m)	19
Qasp (l/h)	408
Pasp (mm/h)	6,4



Figure 13 :L'asperseur LWP2450

## 2) Dimensionnement des conduites

Pour cette partie il est important de noter que les travaux consistent en un raccordement par pipeline à la sortie du barrage de la rive gauche, transformant le canal en un tuyau sous pression. La conduite sous pression sera installée sous terre jusqu'à la zone du projet, sur une distance de 6,1 km. Ici, le réseau de pipelines se ramifiera en cinq blocs de parcelles commerciales. Chaque parcelle sera alimentée en eau par un compteur à prépaiement à 32 l/s et à une pression de 12,0 m (1,2 bars).

En ce qui concerne le dimensionnement des conduites en commun telles que les conduites de transport, les conduites secondaires et tertiaires le projet VIVA-BENOUE/AT-AUE ainsi que la mission de contrôle nous ont donné la consigne de ne pas réaliser ces dimensionnements car elles sont en cours de réalisation, mais de dimensionner celles qui entrent dans la parcelle de l'exploitant, à savoir, les conduites des rampes, porte-rampes, et les conduites d'alimentations de la parcelle (oulets). Dans le tableau 15 sont récapitulées les dimensions de ces conduites. (VIVA-BENOUE, 2020)

Pour un bon dimensionnement des conduites, il faut prendre en compte les caractéristiques suivantes : la vitesse d'écoulement qui est de 1,7 m/s maximum pour éviter les surpressions dans les conduites, le diamètre des conduites doit assurer le passage du débit de pointe sans toutefois créer d'énormes pertes de charge par friction, les pertes de charge globales ne doivent pas dépasser 20% de la pression nominale des asperseurs, la pression Nominale des Conduites est de 6 bars, les coefficients de Calmon Lechapt (a, n et m) dépendent de la nature et du diamètre de la conduite, généralement et dans notre cas les rampes et les porte rampes sont en Polyéthylène Haute Densité (PEHD), les conduites de transport et secondaires sont en béton tandis que les tertiaires sont en Polychlorure de Vinyle (PVC).

Tableau 15 : Dimensionnement des conduites

Conduites	Q(m <sup>3</sup> /h)	Longueur (m)	Dint (mm)	Dcom (mm)	Vr (m/s)	F	ΔH (m)
Rampes	12,648	248	51,31	75	0,80	0,37	0,95
Porte rampe	151,776	96	177,74	200	1,34	0,39	0,32
oulet	303,552	780	251,36	280	1,37	0,44	1,97
V (m/s)	1,7						

Tableau 16 : Dimensions des conduites

Conduites	Longueur (m)	Diametre (mm)
Conduite principale 1	3100	2400
Conduite principale 2	3000	2000
Conduite secondaire	1400	1600
Conduite tertiaire	3000	630, 500 et 400



Figure 14 : Les tuyaux tertiaire de diametre 400 mm

## VI. ETUDE FINANCIERE ET DE RENTABILITE DU PROJET

### VI.1. Estimation du coût de réalisation du projet ainsi que les mesures de gestion environnementale

Les quantités des travaux de l'aménagement ont été estimées à l'essentiel sur la base des plans des ouvrages établis par le projet. Dans le Tableau suivant sont résumées les quantités les plus importantes à prévoir dans le projet :

Les coûts des travaux ont été estimés en multipliant les quantités avec les prix unitaires. Dans le devis, les prix prennent en compte les travaux de préparation jusqu'à leur exécution y compris toutes autres sujétions. Le résumé des coûts est présenté dans le tableau ci-après, pour tenir compte de la zone de Lagdo tel que prévu dans la mercuriale. Le **tableau 17** suivant récapitule les différents coûts de réalisations. Les détails des devis quantitatifs et estimatifs sont consignés à l'annexe 2

Tableau 17 : Cout de realisation de l'aménagement

Récapitulatif du Devis estimatif et quantitatif	
Désignation	Valeurs
Préparation du terrain	<b>56 961 000</b>
Réseau d'irrigation	<b>33 682 800</b>
Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES)	<b>75 000 000</b>
Coûts MO/Installation (25% total)	<b>41 410 950</b>
<b>TOTAL INVESTISSEMENT</b>	<b>207 054 750</b>
Le <u>cout</u> à l'hectare est de <b>6 901 825</b>	

## VI.2. Etude de rentabilité du projet

### VI.2.1. Production prévisionnelle

En ce qui concerne la culture du soja, la densité recommandée est comprise entre 400 000 et 500 000 graines par hectare en irrigué. le rendement potentiel du soja pour un cycle moyen de 85 jours est entre 2,5 à 3,5 tonnes par hectare. (IRAD, 2017). Dans le but d'évaluer de manière exacte la valeur de la production, il est important de considérer les pertes post-récoltes. Ces pertes sont de nos jours estimées entre 20 et 40% (MINADER., 2007). Nous avons pris un taux de pertes post-récoltes de 20%. Les détails sont consignés dans le **tableau 18** ci-dessous.

Tableau 18: Production prévisionnelle

Production et valeur de la production								
Années	Superficie (ha)	Rendement (t/ha)	Production (t/campagne)	Nombre_campagne/an	Prix unitaire FCFA/kg	Valeurs brutes de la production (FCFA)	Pertes post récoltes	Valeurs nettes estimées de la production (FCFA)
année 1	30	3	90	2	350	63 000 000	12 600 000	50 400 000
Année 2		3	90	3	350	94 500 000	18 900 000	75 600 000
(n+3) ème		3	90	3	350	94 500 000	18 900 000	75 600 000

### VI.2.2. Charges d'exploitation

Les charges d'exploitation prennent en compte les salaires du personnel, les intrants et les imprévus de 10% du coût des intrants. Nous avons évalué les quantités des engrais et des produits phytosanitaires par campagne agricole. Ce qui donne un total des charges variables de 465 630 FCFA pour la première année et à la deuxième année le montant s'élève à 698 445 FCFA. Les tableaux suivants détaillent ces coûts.

Tableau 19 : Coûts des intrants à partir de la première année

Intrants pour l'exploitation première année						
Désignations	Unité	Prix unitaire	Nombre d'application / campagne	Nombre de campagne/année	Quantités/campagne	Total (FCFA)
Engrais NPK	Kg	400	1	2	300	240000
Urée	Kg	300	2		100	120000
Fongicide	L	150	3		1	900
Nématicide	L	10000	1		3	60000
Herbicides	L	300	2		2	2400
Imprevu (10%)						42
Total					330	465 630

Tableau 20 : Coûts des intrants à la deuxième année

Intrant pour l'exploitation à partir de la 3 <sup>ème</sup> année aux (n+3)						
Désignations	Unités	Prix unitaire	Nombre de fois/campagne	Nombre de campagne/année	Quantités/campagne	Total (FCFA)
Engrais NPK	Kg	400	1	3	300	360000
Urée	Kg	300	2		100	180000
Fongicide	L	150	3		1	1350
Nématicide	L	10000	1		3	90000
Herbicides	L	300	2		2	3600
Imprevu (10%)						63495
Total					698 445	

En ce qui concerne la rémunération du personnel, l'ingénieur percevra un salaire mensuel de 400 000 FCFA et les quatre techniciens bénéficieront un salaire mensuel de 100 000 FCFA ce qui implique une dépense annuelle de 6 000 000 FCFA. La charge totale de l'exploitation du périmètre est de 7 665 630 FCFA à la première année et à la deuxième année elle est de 7 898 445 FCFA, la dépense annuelle atteint 2 040 000 FCFA.

### **VI.2.3. Le compte d'exploitation**

Le compte d'exploitation nous a permis d'avoir les indicateurs qui sont entre autre la valeur actuelle nette, le taux de rentabilité interne (TRI), ainsi que la durée de retour sur investissement (DRI). Après calcul le TRI obtenu est égale à 10,65% en fonction des cas. Etant donné que le TRI est positif, il annule la VAN ce qui confirme la rentabilité du projet. Par conséquent le projet est productif sur une période de 6 ans. Les détails des calculs sont relayés à l'annexe 10.

Le **tableau 21** ci-dessous expose les résultats sur le TRI, accompagné de la DRI.

*Tableau 21 : Rentabilité de l'aménagement*

<b>Compte d'exploitation</b>	<b>Valeurs</b>
<b>Investissement en (FCFA)</b>	<b>207 054 750</b>
<b>TRI (%)</b>	<b>10,65%</b>
<b>DRI (ans)</b>	<b>6</b>

## VII. ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL DU PROJET

L'évaluation des impacts environnementaux et sociaux constitue une étape essentielle dans le processus de mise en œuvre d'un projet. Elle vise à identifier, analyser et anticiper les effets, qu'ils soient positifs ou négatifs, qu'un projet pourrait avoir sur son environnement naturel, humain et socio-économique. Cette démarche permet de garantir que les décisions relatives au projet intègrent les préoccupations liées à la préservation de l'environnement et du bien-être des communautés affectées. Elle repose sur des interactions entre les composantes du projet et les milieux récepteurs, tout en tenant compte des dynamiques locales et des normes de la réglementation en vigueur. Dans cette section nous présenterons une analyse détaillée des impacts environnementaux et sociaux identifiés en mettant en lumière leurs causes, leur ampleur, et les parties prenantes concernées.

Le corpus législatif existant est étoffé par le nombre de lois et de règlements en République du Cameroun. Elles découlent toutes de la loi N°96/06 du 18 janvier 1996 portant révision de la constitution du 2 juin 1972 qui stipule dans son préambule que « toute personne a droit à un environnement sain. La protection de l'environnement est un devoir pour tous. L'Etat veille à la défense et à la promotion de l'environnement ».

Cette loi adoptée le 5 août 1996, définit le cadre juridique général de gestion de l'environnement au Cameroun, y compris le droit pour toute personne d'être informée des effets négatifs des activités sur l'environnement ainsi que des mesures prises pour les prévenir ou les limiter. Elle prévoit la formulation, la coordination, la mise en œuvre et le suivi des politiques environnementales. Le Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable (MINEPDED) est chargé de l'application de cette loi. En vue de la gestion rationnelle de l'environnement et des ressources naturelles, un certain nombre de principes doivent être respectés (art. 9). Il est à noter qu'il existe trois catégories d'impact à savoir : catégorie A ; catégorie B et catégorie C.

Le projet de proposition d'un aménagement de 30 ha pour la culture de soja par irrigation à Lagdo, région du Nord au Cameroun est classé dans la catégorie B car il a une faible ampleur sur l'environnement et est moins dangereux sur la société, d'où la nécessité de réaliser une notice d'Impact Environnemental et Social (NIES).

## VII.1. Identification et évaluation des impacts

Phase du projet	Activités	Origine de l'impact	Présentation de l'impact	Milieu biophysique					Milieu socio-économique		
				Air	Eau	Sol	Faune	Flor	Emploi	Qualité de vie	Santé et sécurité
Phase de préparation	Abattage des arbres/Débroussaillage	Coupe des arbres/arbrustes et les herbes	Destruction de la végétation de la zone exposant le sol aux différentes agressions	*		*	*	*			
	Aménagement du site	Mise en place des matériaux et matériels d'exécution/coupe des arbres	Emission de poussière et de fumée des engins de travaux	*		*	*	*			
	Installations techniques	Mise en place des matériaux de construction et des engins	Emission de poussière et de fumée des engins de travaux et transport	*		*	*	*		*	*
Phase d'exécution des travaux	Sous solage	Modification des micro-habitants locaux, libération de poussière, émission	Émission de poussière due à la construction sur le site et déplacement des engins	*							

*Proposition d'un aménagement de 30 ha pour la culture de soja par irrigation sur la rive gauche de la Bénoué  
à Lagdo, région du nord (Cameroun)*

		de fumée et altération du sol								
	Nivellement		Destruction de la couche superficielle et les microorganismes vivants du sol	*						
	Installations de la base vie	Mise en place des matériaux de construction/coupe des arbres		*		*	*	*		
	Transport des matériaux et circulation des engins		Production de bruit sonore produit par les moteurs et émission de poussière	*						
	Mise en place des conduites et équipement d'irrigation					*		*		
	Utilisation d'intrant et produit phytosanitaire		Modification des paramètres physico-chimique du sol et rejet direct du déchet toxique			*				

	Irrigation	Augmentation de la productivité et du rendement, réduction d'énorme perte en eau et pratique de l'agriculture en toute saison de l'année	*	*					
	Récoltes et ventes	Génératrice des revenus					*		

## VII.2. Evaluation des impacts

### 1) Evaluation des impacts pendant l'aménagement

Milieu récepteur	Potentiel de l'impact	Nature	Intensité	Etendue	Durée	Importance de l'impact
Sol	Optimisation de la perméabilité du sol et de l'infiltration de l'eau dans le sol	P	M	Po	M	M
	Les déchets produits sur le chantier dégradent les propriétés physico-chimiques du sol	N	M	Po	M	Mi
Les eaux superficielles	Limitation du ruissellement des eaux en surface	P	M	Po	M	M
Air	Dégradation de l'air causée par les gaz d'échappement des engins émissent et production de la poussière lors des travaux	N	M	R	M	M

<b>Faune</b>	Dégradation des maisons causant leurs destructions et accentuant le phénomène de migration	N	M	L	C	Mi
<b>Flore</b>	Destruction de la végétation ainsi que le couvert végétal	N	M	Po	C	Mi
<b>Population abritant le projet</b>	Risque des accidents de chantier	N	M	Lo	C	Mi
	Réduction du taux de chômage par la création d'emploi et accroissement des sources de revenus	P	M	Lo	M	M
	Risque de propagation et prolifération des MST/VIH/SIDA	N	M	R	L	Mi

2) Evaluation de l'impact pendant l'exploitation

Milieu récepteur	Potentiel de l'impact	Nature	Intensité	Etendue	Durée	Importance de l'impact
<b>Faune</b>	Augmentation du niveau d'eau dans le sol qui est un atout pour les animaux de ce milieu	P	M	Lo	Lo	M
<b>Ecosystème</b>	Développement et apparition des nouvelles espèces vivant dans l'environnement	N	M	Lo	M	Mi
<b>Micro climat local</b>	Augmentation de l'humidité du milieu	P	F	Po	L	Mi
<b>Population abritant le projet</b>	Création d'emploi	P	M	Lo	M	M
	Risque de maladie et contamination dû à l'utilisation des produits phytosanitaire	N	F	P	L	M

	Amélioration de qualité des aliments sur le plan nutritionnel	P	M	R	L	M
<b>Système de production dans la zone locale, régionale, nationale et internationale</b>	Valorisation de la culture du soja sur le plan de la production, de la transformation et de la commercialisation	P	M	R	L	Mi

**Legende** : **Po** : ponctuelle, **P** : positive, **M** : moyenne ; **L** : Longue ; **C** : courte

**Mi** : Mineure, **F** : Faible ; **R** : Régional ; **Lo** : Locale ; **N** : Négative

### VII.3. Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES)

Le Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES) constitue un outil stratégique visant à identifier, prévenir, atténuer et compenser les impacts environnementaux et sociaux liés à la mise en œuvre d'un projet. Il s'inscrit dans une démarche globale le développement durable, en intégrant les préoccupations environnementales et sociales dès les premières phases du projet. Le PGES définit un cadre opérationnel pour garantir que les activités prévues respectent les normes légales, techniques et éthiques applicables, il inclut aussi des mesures de suivi et d'évaluation pour s'assurer de l'efficacité des actions mises en œuvre.

Pour éviter les impacts ci-dessus mentionnés, il est essentiel de mettre en place les mesures suivantes tout au long des diverses étapes de réalisation :

- L'observation des panneaux de signalisation sur le site de construction ;
- L'obligation de porter les équipements de protection individuelle (casque, chaussures de sécurité, gants, gilet, masques anti-poussières, etc.) pour les travailleurs et les visiteurs sur le chantier ;
- Minimiser la production de poussières résultant du déplacement des engins sur les voies en les arrosant régulièrement ;
- Favoriser une approche participative en intégrant les résidents locaux dans la réalisation de l'aménagement ;
- Eviter tout décapage pouvant dégrader la surface du périmètre ;

- Réduire au maximum les nuisances sonores pour le confort et le bien être des populations des villages environnants les périmètres ;
- Encourager et promouvoir l'hygiène, le vivre ensemble et la transparence tout au long de la réalisation des différentes phases du projet ;
- Instaurer la cellule de sensibilisation des violences basées sur le genre et mettre en place un comité de gestion des conflits ;

Pour les détails financiers de la mise en œuvre du PGES, ils seront présentés en annexe du document.

Composantes de suivi	Activités à mener	Paramètres et indicateurs de suivi	Périodes	Responsabilités
Santé publique et sécurité	Sensibilisation sur les VBG, IST/VIH- SIDA	Connaissances des types de maladies, d'harcelement et fréquence de sensibilisation	Avant et durant la phase d'exécution travaux	Comité de suivi
	Sensibilisation sur l'hygiène et l'assainissement	Etat de l'air ambiant, la qualité de l'eau de consommation et la propreté des lieux		
	Interdiction de la consommation d'alcool pendant les heures de travail	Absence de boisson alcoolisées et d'odeur d'alcool, certains comportements affichés par les employés		
	Sensibilisation des populations des villages environnant le site sur les risques associés à la présence du chantier	Fréquence de sensibilisation		
Emploi	Recrutement de la main d'œuvre locale	Effectif du personnel recruté	Pendant les travaux	L'entreprise
	Développement de certaines activités telles que le commercial			

## VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Parvenu au terme de notre travail, où il était question pour nous de faire une étude hydrographique du cours d'eau, évaluer les besoins en eau d'irrigation, proposer la conception technique d'un système d'irrigation par aspersion et proposer des solutions de mitigation des impacts environnementaux du projet. La méthodologie était d'effectuer une revue documentaire, décrire les matériels et logiciels qui nous ont permis de collecter et de traiter nos données. Après analyse de notre site, il revient de dire que cette étude a mis en évidence que, malgré des défis liés à la variabilité climatique, à la gestion de l'eau et aux caractéristiques pédologiques de la zone, des approches techniques adaptées et une gestion durable des ressources naturelles peuvent transformer ces contraintes en opportunités. La proposition de notre aménagement de 30ha a un coût global de **207 054 750 FCFA**, pour un système d'irrigation par aspersion pour la culture du soja dans la zone d'intervention des exploitants industriels. Il est fort pour nous d'admettre que cette mise en œuvre d'un système d'irrigation par aspersion performant et la valorisation des terres agricoles de Lagdo permettront non seulement d'améliorer la production de soja, mais également de poser les bases d'un développement socio-économique local à travers la structuration de la filière soja dans la localité et la région. De mettre fin à la lutte contre l'insécurité alimentaire et nutritionnelle tout en améliorant les conditions de vie des populations. Par ailleurs, ce projet vise à créer un cadre favorable pour attirer les investisseurs et les agro-industries dans la région qui permettront non seulement de stimuler la chaîne de valeur, mais aussi de créer des emplois, d'améliorer les revenus des agriculteurs et de dynamiser l'économie régionale. Cela passe par la mise en place d'infrastructures modernes, la promotion d'une agriculture durable et la mobilisation des communautés locales autour de ce projet. En conclusion, ce stage nous a permis de nous imprégner dans le monde professionnel, de palper du doigt les réalités du terrain que font face les ingénieurs et techniciens et nous a donné l'opportunité de mettre en pratique nos connaissances, en particulier celles liées à la constitution d'un dossier technique pour l'exécution d'un projet. Ce travail ouvre également la voie à des recherches futures sur l'optimisation des systèmes d'irrigation, l'adaptation aux changements climatiques et l'intégration des chaînes de valeur agricoles pour assurer une durabilité à long terme.

Pour une très bonne réussite financière, technique de notre projet d'aménagement, nous suggérons ces quelques recommandations au projet VIVA-BENOUE qui pourront améliorer la présente phase d'exécution des travaux . A cet effet nous promulguons ces recommandations :

- Pendant l'aménagement les parcelles des exploitants ont été détruite ce qui les prive d'une campagne agricole, pour compenser le projet a prévu la distribution des intrants : c'est dans ce sens que nous recommandons au projet de prévoir un dispositif de protection contre les produits chimiques lors de la distribution ;
- Offrir une formation aux exploitants sur le concept des AUE, leurs roles et importance tout en les familiarisant avec les divers équipements, assurant ainsi une gestion minutieuse de l'exploitation ;
- Inclure davantage les populations locales dans les travaux d'exécution du projet ;
- S'assurer que les travaux sont réalisés selon les normes requises, prévenant ainsi les problèmes résultant d'une exécution défectueuse ;
- Mettre sur pied un système qui s'occupera de la chaine de production, de transformation et de commercialisation des produits.
- Les parties prenantes, notamment le projet VIVA-BENOUE, les autorités locales, les bailleurs de fonds, et les acteurs du secteur privé, de collaborer pour transformer Lagdo en une référence en matiere de production agricole irriguée au Cameroun.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIE

- Fang, C., Du, H., Wang, L., Liu, B., & Kong, F. (2023). Mechanisms underlying key agronomic traits and implications for molecular breeding in soybean. *Journal of genetics and genomics*. <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2023.09.004>
- Keïta, 2021. (s. d.). *Cours irrigation par aspersion*.
- Marcel, K., Kabirou, S., Mouzoun, S., & Ibouaïma, Y. (2022). Gestion des stocks alimentaires dans les communes de Lokossa et de Dogbo au Sud-BENIN. *Espace Géographique et Société Marocaine*, 1(65). <https://revues.imist.ma/index.php/EGSM/article/download/35408/18068>
- SERRA-WITTLING, C., Molle, B., & Cheviron, B. (2020). La modernisation des systèmes d'irrigation en France : Quelles économies d'eau possibles à l'échelle de la parcelle? *Sciences Eaux & Territoires*, 34, 46-53.
- VIVA-BENOUE. (2019). *Réalisation des Etudes Détaillées (APD) et du Dossier d'Appel d'Offres International (DAOI) pour la Mise en Place d'un Système d'Irrigation et de Drainage de 11000 ha de Périmètres Agricoles à LAGDO (NOTE DE CONCEPTION PHASE III (INCLUANT DIGUES DE PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA BENOUE) No. 9)*.
- VIVA-BENOUE. (2020). *Réalisation des Etudes Détaillées (APD) et du Dossier d'Appel d'Offres International (DAOI) pour la Mise en Place d'un Système d'Irrigation et de Drainage de 11000 ha de Périmètres Agricoles à LAGDO [RAPPORT D'ETAPE TRIMESTRIEL]*.
- Mazur, V., & Verkholiuk, S. (2022). Research of soybean varieties according to the complex of economic-valuable peculiarities in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Збалансоване Природокористування*, 2, Article 2. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2022.261263>

## IX. Listes des annexes

<i>Annexe 1 : Les données des levés topographiques.....</i>	<i>xiv</i>
<i>Annexe 2 : Devis estimatif et quantitatif.....</i>	<i>xxx</i>
<i>Annexe 3 : Dévis pour la plantation.....</i>	<i>xxxii</i>
<i>Annexe 4 : Compte d'exploitation.....</i>	<i>xxxii</i>
<i>Annexe 5: Distribution des types de sols (%).....</i>	<i>xxxii</i>
<i>Annexe 6 : Projet d'irrigation lagdo phase III, sortie de la conduite principale.....</i>	<i>xvi</i>
<i>Annexe 7: Données climatiques de la station de Garoua.....</i>	<i>xvii</i>
<i>Annexe 8: Pluies efficaces.....</i>	<i>xvii</i>
<i>Annexe 9 : Valeurs de la RU définies par certains auteurs.....</i>	<i>xviii</i>
<i>Annexe 11: Les Bassins versants.....</i>	<i>xix</i>
<i>Annexe 12: Valeurs approximative de la vitesse d'infiltration et le tableau récapitulatif.....</i>	<i>xix</i>
<i>Annexe 13: Différentes étapes de la croissance du soja.....</i>	<i>xix</i>
<i>annexe 14 Les méthodes pour inciter les Agro-industriel à s'installer à Lagdo.....</i>	<i>xxi</i>
<i>Annexe 15 : Determination du débit du systeme.....</i>	<i>xxv</i>
<i>Annexe 16 : Dimensionnement preleminaire.....</i>	<i>xxvi</i>
<i>Annexe 17 : Catalogue de l'asperseur LPW 2450.....</i>	<i>xxvii</i>
<i>Annexe 18 : Dimensionnement des conduites.....</i>	<i>xxviii</i>
<i>Annexe 19 : Coût de mise en œuvre du Plan de Gestion Environnemental et Social.....</i>	<i>xxix</i>
<i>Annexe 21 :Ccarte du plan d'ensemble du perimetre avec localisation de la parcelle d'étude.....</i>	<i>xxii</i>

Annexe I : Les données des levés topographiques

Points	Longitude	Latitude	Altitude
1	349136.8548	1004449.721	191.2914
2	349136.8596	1004449.883	191.2984
3	349117.2081	1004445.823	191.3204
4	349097.6804	1004441.784	191.4694
5	349078.0773	1004437.747	191.5194
6	349058.5001	1004433.711	191.4134
7	349038.9451	1004429.683	191.4594
8	349019.3557	1004425.613	191.5504
9	348999.7325	1004421.574	191.5444
10	348980.1567	1004417.562	191.6234
11	348960.5782	1004413.506	191.6014
12	348940.9429	1004409.469	191.6624
13	348921.3496	1004405.431	191.7464
14	348901.8189	1004401.358	191.7604
15	348882.2136	1004397.318	192.0624
16	348862.6293	1004393.317	192.3734
17	348842.6596	1004389.16	192.5044
18	348823.0654	1004385.157	192.3844
19	348803.5208	1004381.133	192.1314
20	348783.9371	1004377.099	192.1124
21	348764.2833	1004373.018	192.1364
22	348744.7751	1004368.994	192.0494
23	348725.1629	1004364.932	192.2454
24	348705.6224	1004360.896	191.6674
25	348685.9856	1004356.894	191.7774
26	348686.0036	1004356.897	191.7764
27	348666.2731	1004352.829	191.7374
28	348625.3015	1004393.941	191.5664
29	348625.3008	1004393.939	191.5654
30	348605.6208	1004389.897	191.4774
31	348586.0781	1004385.842	191.4854
32	348566.5171	1004381.842	191.2834
33	348547.614	1004377.938	191.0304
34	348547.42	1004376.544	191.0224
35	348644.827	1004398.005	191.4334
36	348664.4319	1004401.999	191.5414
37	348684.0026	1004406.062	191.7574
38	348703.6245	1004410.106	191.9464
39	348723.1962	1004414.122	192.0464
40	348742.8397	1004418.204	191.1414
41	348762.3547	1004422.282	191.7554
42	348781.999	1004426.235	192.2404
43	348801.6019	1004430.299	192.2834
44	348821.1539	1004434.334	192.1614
45	348841.18	1004438.467	192.1064
46	348860.7347	1004442.496	191.9404
47	348880.3172	1004446.525	191.8264
48	348899.9026	1004450.627	191.6934
49	348919.4533	1004454.631	191.5164
50	348939.0826	1004458.633	191.5904
51	348958.679	1004462.68	191.5774
52	348978.2448	1004466.697	191.4554
53	348997.8275	1004470.757	191.4014
54	349017.3746	1004474.794	191.3204
55	349037.0663	1004478.829	191.2544
56	349056.6275	1004482.866	191.2914
57	349076.1851	1004486.904	191.3184
58	349095.761	1004490.939	191.2384
59	349115.4462	1004495.025	191.1074
60	349117.7532	1004495.492	191.1974
61	349112.714	1004500.464	191.1004
62	349097.1454	1004516.035	191.1734
63	349085.1164	1004513.537	190.8534
64	349065.4713	1004509.479	191.0464
65	349045.9205	1004505.456	191.2214
66	349026.2711	1004501.418	191.2874
67	349006.6619	1004497.4	191.3704

*Proposition d'un aménagement de 30 ha pour la culture de soja par irrigation sur la rive gauche de la Bénoué a Lagdo, région du nord (Cameroun)*

67	349006.6619	1004497.4	191.3704
68	348987.1394	1004493.343	191.3324
69	348967.5513	1004489.309	191.3834
70	348947.9297	1004485.28	191.5314
71	348928.2616	1004481.21	191.5674
72	348908.7476	1004477.181	191.6254
73	348889.1553	1004473.125	191.5734
74	348869.5936	1004469.14	191.8264
75	348849.903	1004465.03	191.9064
76	348830.4187	1004461.029	191.7874
77	348810.4083	1004456.905	191.7054
78	348790.7736	1004452.876	191.9374
79	348771.201	1004448.851	192.1064
80	348751.6727	1004444.795	191.9234
81	348732.0779	1004440.755	190.8594
82	348712.4251	1004436.759	191.7514
83	348692.8848	1004432.699	191.8604
84	348673.3014	1004428.626	191.8384
85	348653.6951	1004424.602	191.5374
86	348634.0865	1004420.56	191.2574
87	348614.4942	1004416.526	191.3144
88	348594.9158	1004412.467	191.3184
89	348575.3447	1004408.428	191.4774
90	348555.8	1004404.378	190.4054
91	348549.5864	1004403.12	191.2664
92	348549.7609	1004405.252	190.5754
93	348495.5668	1004395.53	191.0304
94	348495.5668	1004395.53	191.0304
95	348492.3413	1004391.431	191.0084
96	348477.3131	1004388.255	190.7784
97	348457.7558	1004384.188	190.7704
98	348438.1807	1004380.132	190.6904
99	348418.5555	1004376.124	190.5014
100	348398.9227	1004372.082	190.3104
101	348396.0455	1004371.455	190.1504
102	348400.2896	1004369.433	190.1824
103	348428.6569	1004355.026	190.2424
104	348431.0356	1004353.909	190.2414

105	348448.9506	1004357.541	190.4864
106	348469.2475	1004361.728	190.6434
107	348468.6966	1004361.112	190.5984
108	348455.4638	1004344.096	190.4334
109	348453.9211	1004342.248	190.3264
110	348386.2724	1004443.756	190.2104
111	348382.0984	1004452.413	190.0734
112	348374.4806	1004441.48	190.0304
113	348374.4806	1004441.48	190.0304
114	348405.8986	1004447.87	190.3034
115	348425.5091	1004451.904	190.5574
116	348445.0926	1004455.957	190.8104
117	348464.7078	1004460.003	190.6524
118	348484.2861	1004464.041	190.8834
119	348503.9458	1004468.098	191.0434
120	348523.4918	1004472.097	190.8804
121	348543.0457	1004476.128	191.0384
122	348543.0457	1004476.128	191.0384
123	348562.6752	1004480.184	190.8844
124	348582.2468	1004484.188	190.9294
125	348601.8484	1004488.282	190.4684
126	348621.3906	1004492.284	190.6734
127	348640.9704	1004496.324	190.8394
128	348640.9704	1004496.324	190.8394
129	348660.5662	1004500.366	190.9654
130	348680.1829	1004504.414	190.8124
131	348699.7639	1004508.431	190.9424
132	348719.3073	1004512.471	190.9314
133	348738.9385	1004516.496	191.1514
134	348758.5756	1004520.574	191.3264
135	348778.0734	1004524.597	191.2944
136	348798.1799	1004528.71	191.0714
137	348817.7764	1004532.774	191.0404
138	348837.4204	1004536.795	191.0764
139	348856.8931	1004540.829	191.0584
140	348876.6237	1004544.957	191.1474
141	348896.1476	1004548.911	191.1754
142	348915.7411	1004552.982	191.1044

*Proposition d'un aménagement de 30 ha pour la culture de soja par irrigation sur la rive gauche de la Bénoué a Lagdo, région du nord (Cameroun)*

143	348935.2546	1004556.989	191.0584
144	348954.9429	1004561.021	191.0334
145	348974.4864	1004565.121	191.0974
146	348994.0387	1004569.151	191.0534
147	349013.6568	1004573.171	191.0274
148	349033.3283	1004577.284	191.0594
149	349035.3783	1004577.639	191.0614
150	349031.0091	1004581.982	190.9884
151	349014.6682	1004598.17	190.9404
152	349002.9035	1004595.768	190.9494
153	348983.3799	1004591.76	190.9944
154	348963.814	1004587.635	191.0014
155	348944.19	1004583.67	190.9594
156	348924.5495	1004579.592	190.9524
157	348904.9898	1004575.539	190.9094
158	348885.3866	1004571.513	190.9544
159	348865.7607	1004567.485	190.8994
160	348846.1861	1004563.407	190.8004
161	348846.1821	1004563.42	190.8014
162	348826.6395	1004559.437	190.7954
163	348807.051	1004555.343	191.7784
164	348787.4924	1004551.321	190.7794
165	348767.4354	1004547.179	190.9464
166	348747.8153	1004543.158	190.8424
167	348728.2282	1004539.102	190.8394
168	348708.6486	1004535.054	190.6484
169	348689.0199	1004531.003	190.6784
170	348669.4319	1004526.997	190.5404
171	348649.8882	1004522.941	190.7354
172	348630.314	1004518.902	190.6174
173	348610.6807	1004514.88	190.5744
174	348591.069	1004510.805	190.7214
175	348571.5136	1004506.805	190.7064
176	348551.9442	1004502.787	190.8524
177	348532.3061	1004498.738	190.6204
178	348512.7275	1004494.651	190.8054
179	348512.7275	1004494.651	190.8054
180	348493.0969	1004490.63	190.7304
181	348473.5423	1004486.588	190.7464

182	348453.9705	1004482.574	190.8624
183	348434.3406	1004478.521	190.6404
184	348414.7754	1004474.496	190.4394
185	348395.1672	1004470.422	190.2614
186	348395.0032	1004470.826	190.2624
187	348394.5976	1004470.326	190.2234
188	348495.8908	1004615.109	190.2844
189	348497.0944	1004617.118	190.2884
190	348497.824	1004615.684	190.2754
191	348517.3218	1004619.705	190.1724
192	348537.3463	1004623.657	190.1714
193	348556.9312	1004627.705	189.9484
194	348576.4879	1004631.71	190.1224
195	348596.1255	1004635.786	189.9624
196	348615.6617	1004639.834	189.9134
197	348635.2316	1004643.874	189.9244
198	348654.8278	1004647.935	189.6474
199	348674.453	1004651.935	189.6624
200	348694.0634	1004655.991	189.6854
201	348713.6435	1004660.023	189.6954
202	348733.7044	1004664.143	189.6874
203	348753.3734	1004668.224	189.7474
204	348772.8845	1004672.292	189.8924
205	348792.485	1004676.291	189.9724
206	348812.0999	1004680.362	190.0624
207	348831.7888	1004684.333	190.0934
208	348831.7888	1004684.333	190.0934
209	348851.3073	1004688.435	190.2244
210	348870.8811	1004692.45	190.3244
211	348890.4908	1004696.474	190.4504
212	348910.0818	1004700.544	190.4854
213	348911.7216	1004700.86	190.4894
214	348908.2175	1004704.451	190.4794
215	348767.5322	1004844.664	189.9644
216	348756.5194	1004842.393	189.8634
217	348736.8983	1004838.351	189.7544
218	348717.3375	1004834.309	189.5864
219	348697.7492	1004830.273	189.2344
220	348678.1756	1004826.249	189.0884

*Proposition d'un aménagement de 30 ha pour la culture de soja par irrigation sur la rive gauche de la Bénoué a Lagdo, région du nord (Cameroun)*

221	348658.6089	1004822.211	189.0374
222	348638.348	1004818.049	189.0614
223	348618.7661	1004813.987	189.0224
224	348599.1572	1004809.96	189.0984
225	348579.5678	1004805.913	189.3554
226	348559.975	1004801.877	189.4654
227	348540.39	1004797.841	189.5004
228	348520.8095	1004793.808	189.6144
229	348508.4151	1004791.233	189.7644
230	348533.544	1004857.439	189.3914
231	348545.7087	1004873.285	189.3384
232	348546.827	1004874.683	189.3464
233	348547.3322	1004873.614	189.3074
234	348566.9544	1004877.633	189.2784
235	348586.537	1004881.671	189.2354
236	348606.108	1004885.717	189.0734
237	348626.4255	1004889.897	189.0054
238	348645.976	1004893.953	189.2554
239	348665.5688	1004897.999	189.4194
240	348685.1576	1004902.027	189.4764
241	348704.7407	1004906.069	189.5814
242	348705.8079	1004906.254	189.5814
243	348703.5565	1004908.514	189.5574
244	348663.9418	1004947.985	189.4214
245	348663.3232	1004947.837	189.3854
246	348662.6627	1004949.299	189.3924
247	348643.7691	1004943.801	189.3334
248	348624.1647	1004939.773	189.2904
249	348604.5604	1004935.722	189.1924
250	348591.9787	1004933.122	189.1954
251	348586.7279	1004926.328	189.0754
252	348600.5925	1004944.126	189.1774
253	349179.7597	1004433.866	191.3734
254	349167.329	1004431.327	190.9944
255	349147.4994	1004427.288	191.3684
256	349128.0045	1004423.283	191.5084
257	349108.4305	1004419.196	191.4494
258	349088.864	1004415.201	191.5574
259	349069.1981	1004411.119	191.3854

260	349049.6306	1004407.056	191.4514
261	349030.0178	1004403.048	191.5894
262	349010.454	1004399.054	191.6784
263	348990.8612	1004394.967	191.7064
264	348971.3053	1004390.937	191.5834
265	348951.7704	1004386.877	191.6744
266	348932.0338	1004382.878	191.6834
267	348912.6243	1004378.831	191.7194
268	348892.8071	1004374.855	192.0134
269	348873.3497	1004370.74	192.4944
270	348853.3737	1004366.676	192.4594
271	348833.7994	1004362.605	192.5344
272	348814.2119	1004358.539	192.2464
273	348794.6612	1004354.534	190.9754
274	348775.0869	1004350.499	191.4804
275	348755.5143	1004346.444	192.0644
276	348735.8515	1004342.38	191.9664
277	348716.2907	1004338.351	191.9604
278	348696.6792	1004334.211	191.7524
279	348677.0497	1004330.316	191.6224
280	348657.4829	1004326.265	191.4674
281	348637.8862	1004322.201	191.3754
282	348625.4476	1004319.611	191.3514
283	348616.6379	1004321.82	191.2844
284	348592.2238	1004327.79	191.0554
285	348570.782	1004333.062	191.0094
286	348567.7941	1004333.863	190.9154
287	348587.9608	1004336.688	191.1204
288	348607.5697	1004340.701	191.2344
289	348627.2023	1004344.761	191.4444
290	348646.8338	1004348.756	191.4124
291	348616.314	1004367.359	191.5524
292	348596.7322	1004363.338	191.4614
293	348577.1874	1004359.269	191.2944
294	348557.583	1004355.177	191.0734
295	348545.6097	1004352.751	190.8474
296	348636.6298	1004371.581	191.4784
297	348655.7004	1004375.387	191.3234
298	348675.2788	1004379.449	191.7244

299	348694.8385	1004383.505	191.7874
300	348714.4979	1004387.524	191.6444
301	348733.926	1004391.575	191.8314
302	348753.569	1004395.662	192.0514
303	348773.2099	1004399.709	191.9394
304	348792.75	1004403.769	191.9874
305	348812.3351	1004407.769	192.2164
306	348831.9544	1004411.737	192.4234
307	348851.9196	1004415.811	192.3284
308	348871.4468	1004419.968	192.0224
309	348891.1322	1004423.969	191.7534
310	348910.7105	1004428.016	191.5924
311	348930.1672	1004432.084	191.9624
312	348949.8861	1004436.014	191.5034
313	348969.5192	1004440.164	191.4544
314	348988.9566	1004444.159	191.4774
315	349008.5686	1004448.257	191.3764
316	349028.1755	1004452.224	191.3274
317	349047.802	1004456.33	191.3274
318	349067.3132	1004460.309	191.2954
319	349086.973	1004464.334	191.4404
320	349106.5879	1004468.416	191.1704
321	349126.1409	1004472.405	190.8234
322	349138.3912	1004474.969	191.1104
323	349076.5164	1004536.62	190.9544
324	349074.2726	1004536.084	190.9284
325	349071.8997	1004541.18	190.9234
326	349054.705	1004532.097	191.0104
327	349035.1245	1004528.026	191.1594
328	349015.49	1004523.943	191.2024
329	348995.9262	1004519.996	191.2624
330	348976.3592	1004515.976	191.2584
331	348956.7683	1004511.851	191.2744
332	348937.2435	1004507.811	191.3914
333	348917.6172	1004503.812	191.5484
334	348897.994	1004499.881	191.5544
335	348878.426	1004495.669	191.4314
336	348858.7093	1004491.755	191.5164
337	348839.2572	1004487.673	191.5134

338	348819.7106	1004483.653	191.3814
339	348799.6665	1004479.512	191.4804
340	348780.0381	1004475.475	191.9134
341	348760.4221	1004471.392	191.9314
342	348740.9502	1004467.335	191.6574
343	348682.0351	1004455.195	191.6294
344	348701.8569	1004459.25	191.3664
345	348721.4245	1004463.352	191.4034
346	348662.4957	1004451.195	191.6064
347	348642.9659	1004447.199	191.2984
348	348623.3362	1004443.132	191.1734
349	348603.7708	1004439.1	191.0894
350	348584.1998	1004435.007	191.2064
351	348564.5305	1004430.991	191.2284
352	348544.9648	1004426.95	191.3134
353	348525.3893	1004422.879	191.2074
354	348521.5785	1004422.163	191.3554
355	348515.3444	1004420.909	191.3214
356	348505.7369	1004418.897	191.0724
357	348508.7731	1004412.462	191.3384
358	348486.2733	1004414.838	191.1774
359	348466.591	1004410.834	191.0774
360	348446.9049	1004406.822	190.8574
361	348427.4093	1004402.728	190.6014
362	348407.8076	1004398.702	190.4394
363	348388.1995	1004394.649	190.3964
364	348368.7052	1004390.608	190.1824
365	348371.9858	1004383.713	190.0614
366	348361.2132	1004389.07	190.0504
367	348343.8943	1004397.852	189.9464
368	348353.9866	1004412.332	190.1054
369	348356.6407	1004415.977	190.1134
370	348357.9349	1004413.154	190.1554
371	348377.4885	1004417.195	190.3494
372	348397.1038	1004421.292	190.2564
373	348416.7365	1004425.264	190.4294
374	348436.2887	1004429.355	190.7124
375	348455.8586	1004433.345	190.8424
376	348475.4524	1004437.404	191.0304

377	348495.0438	1004441.476	191.1284
378	348514.6152	1004445.45	191.0454
379	348534.2188	1004449.476	191.0924
380	348553.7739	1004453.587	190.9454
381	348573.464	1004457.618	191.1214
382	348593.083	1004461.615	190.6224
383	348612.639	1004465.651	191.0014
384	348632.2006	1004469.692	190.8124
385	348651.8061	1004473.716	191.1274
386	348671.4244	1004477.811	191.2624
387	348690.9477	1004481.819	191.0584
388	348710.5816	1004485.907	191.0204
389	348730.1765	1004489.931	191.3844
390	348749.719	1004493.98	191.6544
391	348769.3574	1004498.025	191.6464
392	348788.9306	1004502.006	191.3334
393	348808.9288	1004506.151	191.1074
394	348828.5521	1004510.251	191.1144
395	348848.1955	1004514.243	191.2364
396	348867.738	1004518.298	191.2564
397	348887.3777	1004522.315	191.3934
398	348906.8316	1004526.355	191.3624
399	348926.4742	1004530.347	191.3124
400	348946.0692	1004534.418	191.1604
401	348965.6752	1004538.454	191.2534
402	348985.1967	1004542.568	191.1864
403	349004.8947	1004546.573	191.1234
404	349024.4626	1004550.548	191.1844
405	349043.9672	1004554.622	191.1154
406	349055.9088	1004557.08	190.9294
407	348994.2582	1004618.744	190.8304
408	348992.2167	1004618.348	190.8244
409	348989.9314	1004622.834	190.8464
410	348972.5968	1004614.304	190.9144
411	348953.0312	1004610.257	190.8584
412	348933.4528	1004606.237	190.9204
413	348913.8188	1004602.167	190.8214
414	348894.202	1004598.142	190.7744
415	348874.5437	1004594.091	190.6994

416	348854.9555	1004590.089	190.7244
417	348835.3924	1004585.954	190.6024
418	348815.8962	1004581.942	190.5264
419	348796.2449	1004577.917	190.5664
420	348776.6985	1004573.892	190.6274
421	348756.5951	1004569.713	190.4854
422	348737.032	1004565.668	190.5194
423	348717.4762	1004561.681	190.4804
424	348697.923	1004557.666	190.4314
425	348678.2872	1004553.568	190.4924
426	348658.6989	1004549.539	190.2854
427	348639.1564	1004545.507	190.4344
428	348619.5103	1004541.43	190.4344
429	348599.9838	1004537.421	190.5234
430	348580.3188	1004533.405	190.5934
431	348560.7445	1004529.321	190.6454
432	348541.1585	1004525.305	190.4934
433	348521.5529	1004521.244	190.6064
434	348501.9767	1004517.238	190.5504
435	348482.3526	1004513.2	190.6984
436	348462.7649	1004509.164	190.5394
437	348443.1508	1004505.119	190.7474
438	348423.632	1004501.088	190.5224
439	348414.8325	1004499.245	190.4314
440	348471.7454	1004580.713	190.3734
441	348475.6092	1004586.214	190.3864
442	348489.342	1004588.981	190.3154
443	348508.9222	1004592.993	190.2054
444	348528.4898	1004597.063	190.2064
445	348548.0421	1004601.102	190.2514
446	348567.7564	1004605.134	190.2504
447	348587.2696	1004609.195	190.3114
448	348606.9066	1004613.21	190.1344
449	348626.4947	1004617.282	189.9834
450	348646.031	1004621.32	189.6494
451	348665.6368	1004625.356	189.8044
452	348685.1791	1004629.384	189.8004
453	348704.741	1004633.434	189.9124
454	348724.4869	1004637.47	189.8584

*Proposition d'un aménagement de 30 ha pour la culture de soja par irrigation sur la rive gauche de la Bénoué a Lagdo, région du nord (Cameroun)*

455	348744.4601	1004641.551	189.8144
456	348764.1362	1004645.672	189.9124
457	348783.7102	1004649.684	190.0144
458	348803.4364	1004653.738	190.0924
459	348822.939	1004657.741	190.1654
460	348842.4709	1004661.834	190.2004
461	348862.0566	1004665.862	190.3544
462	348881.6307	1004669.86	190.4784
463	348901.2521	1004673.879	190.5164
464	348920.8002	1004677.951	190.5694
465	348932.2303	1004680.305	190.6694
466	348891.1724	1004721.458	190.4224
467	348879.6932	1004719.099	190.3264
468	348860.1078	1004714.969	190.1984
469	348840.5309	1004710.958	190.1954
470	348820.9955	1004706.964	189.9864
471	348801.2865	1004702.891	189.9924
472	348781.7117	1004698.891	189.8494
473	348762.1346	1004694.84	189.8704
474	348742.722	1004690.833	189.6594
475	348722.9057	1004686.756	189.6084
476	348702.838	1004682.618	189.5614
477	348683.2651	1004678.599	189.5674
478	348663.6647	1004674.513	189.5444
479	348644.1187	1004670.499	189.7354
480	348624.4782	1004666.47	189.8274
481	348604.9293	1004662.39	189.7954
482	348585.2909	1004658.41	189.8444
483	348565.6729	1004654.266	189.9644
484	348546.1133	1004650.254	189.9784
485	348526.6367	1004646.264	189.7394
486	348516.0048	1004644.091	189.9404
487	348522.8917	1004653.983	189.5664
488	348531.2842	1004665.78	189.9154
489	348534.8091	1004719.381	189.6954
490	348534.9975	1004722.426	189.6434
491	348553.143	1004726.09	189.3064
492	348572.7381	1004730.091	189.2014
493	348592.2193	1004734.117	189.2194

494	348611.9044	1004738.164	189.2154
495	348631.4324	1004742.258	189.2404
496	348651.0709	1004746.283	189.2554
497	348670.6694	1004750.324	189.3234
498	348690.8067	1004754.512	189.3044
499	348710.4312	1004758.452	189.3214
500	348729.9775	1004762.606	189.4314
501	348749.618	1004766.556	189.5014
502	348769.2233	1004770.588	189.6154
503	348788.8047	1004774.65	189.7594
504	348808.3853	1004778.694	189.8194
505	348828.016	1004782.84	190.0084
506	348829.3329	1004783.052	189.9524
507	348826.3534	1004786.128	189.9844
508	348788.2105	1004824.125	189.9574
509	348785.4283	1004826.904	189.9604
510	348786.8666	1004823.859	189.9644
511	348767.2318	1004819.85	189.8794
512	348747.634	1004815.82	189.7694
513	348728.1361	1004811.746	189.5144
514	348708.4727	1004807.673	189.3214
515	348688.8768	1004803.701	189.1584
516	348669.372	1004799.619	189.1684
517	348649.1109	1004795.463	189.0804
518	348629.4412	1004791.45	189.0844
519	348609.8769	1004787.396	189.1634
520	348590.2587	1004783.317	189.1944
521	348570.7328	1004779.291	189.4574
522	348551.1963	1004775.297	189.6894
523	348536.4579	1004772.251	189.8274
524	348538.2165	1004771.016	189.7224
525	348528.5596	1004777.625	189.7774
526	348496.7653	1004799.084	189.7184
527	348491.2706	1004802.804	189.6904
528	348493.6293	1004805.817	189.6484
529	348500.2008	1004814.336	189.6374
530	348510.1018	1004816.323	189.6104
531	348529.7085	1004820.398	189.6324
532	348549.2988	1004824.46	189.4794

*Proposition d'un aménagement de 30 ha pour la culture de soja par irrigation sur la rive gauche de la Bénoué a Lagdo, région du nord (Cameroun)*

533	348568.8425	1004828.527	189.3094
534	348588.4849	1004832.512	189.1544
535	348608.067	1004836.518	189.0034
536	348627.6287	1004840.62	188.9534
537	348647.6835	1004844.696	189.0904
538	348667.4525	1004848.824	189.0394
539	348686.9693	1004852.877	189.1064
540	348706.6682	1004856.863	189.3204
541	348726.1467	1004860.937	189.6184
542	348745.8522	1004864.969	189.7964
543	348747.0163	1004865.248	189.7654
544	348744.47	1004867.626	189.7594
545	348642.7757	1004969.101	189.3364
546	348632.6078	1004967.066	189.2674
547	348615.3388	1004963.509	189.1584
548	348613.8491	1004961.497	189.1694
549	348627.1643	1004978.633	189.1374
550	348629.7936	1004982	189.1204
551	348857.1593	1004321.244	192.4525
552	348851.0754	1004326.366	192.5714
553	348847.4524	1004329.431	192.6827
554	348831.8219	1004321.614	191.9495
555	348818.0069	1004314.673	191.6895
556	348813.9805	1004313.848	192.4423
557	348814.4523	1004312.91	192.506
558	348797.0815	1004304.207	192.3123
559	348779.7048	1004295.508	192.2397
560	348762.4279	1004286.655	192.114
561	348751.9771	1004281.176	191.7216
562	348745.179	1004277.628	192.0248
563	348744.2975	1004279.595	191.6702
564	348727.9374	1004268.696	192.0783
565	348710.743	1004259.65	191.8308
566	348693.4673	1004250.768	191.5779
567	348688.7403	1004248.241	191.5623
568	348676.2178	1004241.793	191.4604
569	348674.5601	1004245.297	191.5766
570	348654.9389	1004241.293	191.3938
571	348658.9411	1004232.86	191.4223

572	348641.7341	1004223.849	191.2732
573	348635.3259	1004237.196	191.0862
574	348615.7402	1004233.171	190.8196
575	348625.2907	1004215.281	191.1691
576	348624.4962	1004214.858	191.2035
577	348624.3336	1004215.109	191.2587
578	348607.2596	1004205.92	191.3388
579	348604.8025	1004211.056	191.3668
580	348599.0812	1004223.04	191.2467
581	348599.4928	1004229.799	191.0713
582	348598.3971	1004209.721	191.3283
583	348597.8486	1004201.029	191.0627
584	348600.0415	1004239.558	190.7964
585	348610.0804	1004245.128	190.6782
586	348627.1408	1004254.513	191.0678
587	348629.6632	1004255.891	191.1043
588	348644.1994	1004263.873	191.3456
589	348646.3576	1004259.352	191.3309
590	348665.9275	1004263.413	191.3093
591	348661.2002	1004273.292	191.4062
592	348678.253	1004282.638	191.5811
593	348685.5395	1004267.438	191.5671
594	348705.0964	1004271.548	191.7543
595	348724.7188	1004275.526	191.9225
596	348716.1331	1004293.602	191.8685
597	348696.4704	1004289.533	191.6427
598	348695.2978	1004292.001	191.594
599	348687.4693	1004287.695	191.5238
600	348700.0649	1004294.61	191.7401
601	348735.6438	1004297.653	191.9805
602	348755.2841	1004301.69	192.2783
603	348774.8606	1004305.749	191.4817
604	348794.4638	1004309.8	192.2856
605	348805.3899	1004331.934	192.4073
606	348785.8044	1004327.902	192.3489
607	348766.1949	1004323.892	192.0654
608	348746.6169	1004319.814	192.0439
609	348727.0298	1004315.778	191.776
610	348707.4463	1004311.738	191.7249

*Proposition d'un aménagement de 30 ha pour la culture de soja par irrigation sur la rive gauche de la Bénoué a Lagdo, région du nord (Cameroun)*

611	348667.0829	1004306.151	191.4399
612	348672.0269	1004304.448	191.5643
613	348687.861	1004307.705	191.5285
614	348824.9877	1004335.992	192.4955
615	348844.5807	1004340.033	192.1973
616	348864.1804	1004344.056	192.6247
617	348884.1224	1004348.19	192.3937
618	348903.7008	1004352.196	192.1061
619	348923.3006	1004356.243	191.7845
620	348942.8708	1004360.299	191.8306
621	348962.4536	1004364.326	191.6373
622	348982.0458	1004368.365	191.7292
623	349001.6413	1004372.406	191.8297
624	349002.1895	1004372.554	191.7708
625	349097.125	1004516.003	191.1491
626	349085.0753	1004513.548	190.8648
627	349065.4239	1004509.487	191.0339
628	349045.8475	1004505.475	191.1501
629	349026.2614	1004501.421	191.2583
630	349006.6901	1004497.385	191.3386
631	348973.5673	1004639.278	190.7618
632	348961.8552	1004636.847	190.7687
633	348942.2667	1004632.823	190.7367
634	348922.6742	1004628.782	190.7395
635	348903.0933	1004624.736	190.7169
636	348883.4758	1004620.708	190.6506
637	348863.9044	1004616.651	190.5413
638	348844.3176	1004612.627	190.4746
639	348824.7398	1004608.569	190.3829
640	348805.1441	1004604.539	190.3106
641	348785.5697	1004600.503	190.3157
642	348765.9695	1004596.468	190.2701
643	348745.8894	1004592.321	190.2655
644	348726.2835	1004588.277	190.3708
645	348706.7052	1004584.236	190.3351
646	348687.1062	1004580.211	190.2583
647	348667.5201	1004576.165	190.1741
648	348647.9263	1004572.128	190.0465
649	348628.3504	1004568.075	190.1445

650	348608.762	1004564.037	190.1578
651	348589.1485	1004560.008	190.4176
652	348569.5601	1004555.963	190.1225
653	348549.9859	1004551.921	190.3268
654	348530.3906	1004547.889	190.4251
655	348510.784	1004543.855	190.2297
656	348491.1966	1004539.804	190.4741
657	348471.6128	1004535.768	190.4911
658	348452.0266	1004531.74	190.5901
659	348435.0874	1004528.233	190.4071
660	348433.3633	1004525.748	190.3899
661	348420.5795	1004507.462	190.3822
662	348446.1618	1004544.076	190.528
663	348455.2846	1004557.234	190.4439
664	348458.988	1004562.338	190.4308
665	348460.895	1004558.346	190.2821
666	348480.4519	1004562.347	190.3637
667	348500.076	1004566.423	190.3632
668	348519.629	1004570.464	190.3282
669	348539.2711	1004574.491	190.3318
670	348558.859	1004578.54	190.2252
671	348578.4019	1004582.539	190.3025
672	348597.9847	1004586.643	190.2067
673	348617.6212	1004590.666	190.0814
674	348637.2643	1004594.725	189.9869
675	348656.8444	1004598.723	189.9689
676	348676.3626	1004602.783	190.1968
677	348695.9803	1004606.815	190.1326
678	348715.5843	1004610.86	190.181
679	348735.1552	1004614.924	190.0589
680	348755.2423	1004619.033	189.9914
681	348774.8441	1004623.079	190.1016
682	348794.4391	1004627.111	190.1613
683	348814.015	1004631.166	190.2005
684	348833.6391	1004635.173	190.3156
685	348853.1973	1004639.242	190.3946
686	348872.8117	1004643.266	190.5462
687	348892.3792	1004647.295	190.5834
688	348911.9414	1004651.363	190.6829

689	348931.5311	1004655.413	190.6685	727	348721.0999	1004735.914	189.4462
690	348951.1155	1004659.447	190.6958	728	348740.6674	1004739.936	189.571
691	348952.9774	1004659.811	190.6608	729	348760.2853	1004744.064	189.6345
692	348949.0998	1004663.677	190.6969	730	348779.9053	1004748.097	189.6827
693	348870.512	1004741.995	190.1881	731	348799.576	1004752.142	189.791
694	348868.851	1004741.575	190.2093	732	348819.077	1004756.149	189.858
695	348867.2942	1004744.949	190.2176	733	348838.73	1004760.196	190.0261
696	348849.4369	1004737.616	190.1292	734	348850.037	1004762.498	190.0548
697	348829.7884	1004733.571	189.96	735	348808.7711	1004803.588	189.9804
698	348810.1417	1004729.513	189.8461	736	348797.6336	1004801.296	189.9083
699	348790.6518	1004725.544	189.7984	737	348778.033	1004797.199	189.8193
700	348790.6033	1004725.571	189.8035	738	348758.4599	1004793.243	189.6912
701	348771.0756	1004721.419	189.7239	739	348738.9205	1004789.191	189.5632
702	348751.4583	1004717.427	189.6493	740	348719.2325	1004785.135	189.3915
703	348731.9352	1004713.373	189.5764	741	348719.2111	1004785.135	189.3923
704	348712.3259	1004709.347	189.4909	742	348699.8286	1004781.079	189.4253
705	348712.309	1004709.369	189.4987	743	348680.1672	1004777.053	189.2331
706	348692.1009	1004705.149	189.425	744	348659.9335	1004772.839	189.2151
707	348672.5719	1004701.125	189.4652	745	348640.2736	1004768.837	189.1439
708	348652.9224	1004697.123	189.411	746	348620.5693	1004764.779	189.1486
709	348633.3314	1004693.07	189.4662	747	348601.1147	1004760.766	189.1615
710	348613.8007	1004689.027	189.5414	748	348581.5452	1004756.756	189.1814
711	348594.148	1004684.982	189.4924	749	348561.9198	1004752.704	189.3902
712	348574.5708	1004680.942	189.8354	750	348542.3389	1004748.644	189.5864
713	348555.0048	1004676.912	189.7469	751	348536.6741	1004747.5	189.4945
714	348535.3975	1004672.858	189.7828	752	348537.4643	1004758.615	189.6399
715	348531.6886	1004672.109	189.8543	753	348506.8107	1004823.1	189.692
716	348532.1213	1004679.562	189.7693	754	348520.2801	1004840.217	189.4995
717	348533.3831	1004697.264	189.7035	755	348523.1678	1004843.876	189.6239
718	348544.1951	1004699.46	189.6027	756	348538.4754	1004847	189.3806
719	348563.9908	1004703.591	189.5232	757	348558.1084	1004851.053	189.3761
720	348583.3909	1004707.555	189.3935	758	348577.6861	1004855.049	189.2948
721	348603.0351	1004711.573	189.3221	759	348597.2677	1004859.139	189.203
722	348622.5672	1004715.642	189.3052	760	348616.8749	1004863.139	188.9923
723	348642.2171	1004719.706	189.3575	761	348637.12	1004867.374	188.9903
724	348661.7918	1004723.715	189.3703	762	348656.7791	1004871.485	189.0714
725	348681.3792	1004727.737	189.3491	763	348676.2852	1004875.468	189.3039
726	348701.5557	1004731.934	189.4013	764	348695.864	1004879.438	189.5174

765	348715.4645	1004883.487	189.6507
766	348726.3834	1004885.787	189.7259
767	348685.2386	1004926.814	189.5145
768	348674.5146	1004924.528	189.5061
769	348654.8426	1004920.582	189.4378
770	348635.2688	1004916.493	189.342
771	348615.6529	1004912.489	189.2965
772	348595.3556	1004908.308	189.1402
773	348575.7578	1004904.302	189.2433
774	348568.6193	1004902.809	189.275
775	348573.4679	1004909.158	189.2428
776	349179.7597	1004433.866	191.3734
777	349167.329	1004431.327	190.9944
778	349147.4994	1004427.288	191.3684
779	349128.0045	1004423.283	191.5084
780	349108.4305	1004419.196	191.4494
781	349088.864	1004415.201	191.5574
782	349069.1981	1004411.119	191.3854
783	349049.6306	1004407.056	191.4514
784	349030.0178	1004403.048	191.5894
785	349010.454	1004399.054	191.6784
786	348990.8612	1004394.967	191.7064
787	348971.3053	1004390.937	191.5834
788	348951.7704	1004386.877	191.6744
789	348932.0338	1004382.878	191.6834
790	348912.6243	1004378.831	191.7194
791	348892.8071	1004374.855	192.0134
792	348873.3497	1004370.74	192.4944
793	348853.3737	1004366.676	192.4594
794	348833.7994	1004362.605	192.5344
795	348814.2119	1004358.539	192.2464
796	348794.6612	1004354.534	190.9754
797	348775.0869	1004350.499	191.4804
798	348755.5143	1004346.444	192.0644
799	348735.8515	1004342.38	191.9664
800	348716.2907	1004338.351	191.9604
801	348696.6792	1004334.211	191.7524
802	348677.0497	1004330.316	191.6224

803	348657.4829	1004326.265	191.4674
804	348637.8862	1004322.201	191.3754
805	348625.4476	1004319.611	191.3514
806	348616.6379	1004321.82	191.2844
807	348592.2238	1004327.79	191.0554
808	348570.782	1004333.062	191.0094
809	348567.7941	1004333.863	190.9154
810	348587.9608	1004336.688	191.1204
811	348607.5697	1004340.701	191.2344
812	348627.2023	1004344.761	191.4444
813	348646.8338	1004348.756	191.4124
814	348616.314	1004367.359	191.5524
815	348596.7322	1004363.338	191.4614
816	348577.1874	1004359.269	191.2944
817	348557.583	1004355.177	191.0734
818	348545.6097	1004352.751	190.8474
819	348636.6298	1004371.581	191.4784
820	348655.7004	1004375.387	191.3234
821	348675.2788	1004379.449	191.7244
822	348694.8385	1004383.505	191.7874
823	348714.4979	1004387.524	191.6444
824	348733.926	1004391.575	191.8314
825	348753.569	1004395.662	192.0514
826	348773.2099	1004399.709	191.9394
827	348792.75	1004403.769	191.9874
828	348812.3351	1004407.769	192.2164
829	348831.9544	1004411.737	192.4234
830	348851.9196	1004415.811	192.3284
831	348871.4468	1004419.968	192.0224
832	348891.1322	1004423.969	191.7534
833	348910.7105	1004428.016	191.5924
834	348930.1672	1004432.084	191.9624
835	348949.8861	1004436.014	191.5034
836	348969.5192	1004440.164	191.4544
837	348988.9566	1004444.159	191.4774
838	349008.5686	1004448.257	191.3764
839	349028.1755	1004452.224	191.3274
840	349047.802	1004456.33	191.3274

841	349067.3132	1004460.309	191.2954
842	349086.973	1004464.334	191.4404
843	349106.5879	1004468.416	191.1704
844	349126.1409	1004472.405	190.8234
845	349138.3912	1004474.969	191.1104
846	349076.5164	1004536.62	190.9544
847	349074.2726	1004536.084	190.9284
848	349071.8997	1004541.18	190.9234
849	349054.705	1004532.097	191.0104
850	349035.1245	1004528.026	191.1594
851	349015.49	1004523.943	191.2024
852	348995.9262	1004519.996	191.2624
853	348976.3592	1004515.976	191.2584
854	348956.7683	1004511.851	191.2744
855	348937.2435	1004507.811	191.3914
856	348917.6172	1004503.812	191.5484
857	348897.994	1004499.881	191.5544
858	348878.426	1004495.669	191.4314
859	348858.7093	1004491.755	191.5164
860	348839.2572	1004487.673	191.5134
861	348819.7106	1004483.653	191.3814
862	348799.6665	1004479.512	191.4804
863	348780.0381	1004475.475	191.9134
864	348760.4221	1004471.392	191.9314
865	348740.9502	1004467.335	191.6574
866	348682.0351	1004455.195	191.6294
867	348701.8569	1004459.25	191.3664
868	348721.4245	1004463.352	191.4034
869	348662.4957	1004451.195	191.6064
870	348642.9659	1004447.199	191.2984
871	348623.3362	1004443.132	191.1734
872	348603.7708	1004439.1	191.0894
873	348584.1998	1004435.007	191.2064
874	348564.5305	1004430.991	191.2284
875	348544.9648	1004426.95	191.3134
876	348525.3893	1004422.879	191.2074
877	348521.5785	1004422.163	191.3554
878	348515.3444	1004420.909	191.3214
879	348505.7369	1004418.897	191.0724

880	348508.7731	1004412.462	191.3384
881	348486.2733	1004414.838	191.1774
882	348466.591	1004410.834	191.0774
883	348446.9049	1004406.822	190.8574
884	348427.4093	1004402.728	190.6014
885	348407.8076	1004398.702	190.4394
886	348388.1995	1004394.649	190.3964
887	348368.7052	1004390.608	190.1824
888	348371.9858	1004383.713	190.0614
889	348361.2132	1004389.07	190.0504
890	348343.8943	1004397.852	189.9464
891	348353.9866	1004412.332	190.1054
892	348356.6407	1004415.977	190.1134
893	348357.9349	1004413.154	190.1554
894	348377.4885	1004417.195	190.3494
895	348397.1038	1004421.292	190.2564
896	348416.7365	1004425.264	190.4294
897	348436.2887	1004429.355	190.7124
898	348455.8586	1004433.345	190.8424
899	348475.4524	1004437.404	191.0304
900	348495.0438	1004441.476	191.1284
901	348514.6152	1004445.45	191.0454
902	348534.2188	1004449.476	191.0924
903	348553.7739	1004453.587	190.9454
904	348573.464	1004457.618	191.1214
905	348593.083	1004461.615	190.6224
906	348612.639	1004465.651	191.0014
907	348632.2006	1004469.692	190.8124
908	348651.8061	1004473.716	191.1274
909	348671.4244	1004477.811	191.2624
910	348690.9477	1004481.819	191.0584
911	348710.5816	1004485.907	191.0204
912	348730.1765	1004489.931	191.3844
913	348749.719	1004493.98	191.6544
914	348769.3574	1004498.025	191.6464
915	348788.9306	1004502.006	191.3334
916	348808.9288	1004506.151	191.1074
917	348828.5521	1004510.251	191.1144
918	348848.1955	1004514.243	191.2364

*Proposition d'un aménagement de 30 ha pour la culture de soja par irrigation sur la rive gauche de la Bénoué a Lagdo, région du nord (Cameroun)*

919	348867.738	1004518.298	191.2564
920	348887.3777	1004522.315	191.3934
921	348906.8316	1004526.355	191.3624
922	348926.4742	1004530.347	191.3124
923	348946.0692	1004534.418	191.1604
924	348965.6752	1004538.454	191.2534
925	348985.1967	1004542.568	191.1864
926	349004.8947	1004546.573	191.1234
927	349024.4626	1004550.548	191.1844
928	349043.9672	1004554.622	191.1154
929	349055.9088	1004557.08	190.9294
930	348994.2582	1004618.744	190.8304
931	348992.2167	1004618.348	190.8244
932	348989.9314	1004622.834	190.8464
933	348972.5968	1004614.304	190.9144
934	348953.0312	1004610.257	190.8584
935	348933.4528	1004606.237	190.9204
936	348913.8188	1004602.167	190.8214
937	348894.202	1004598.142	190.7744
938	348874.5437	1004594.091	190.6994
939	348854.9555	1004590.089	190.7244
940	348835.3924	1004585.954	190.6024
941	348815.8962	1004581.942	190.5264
942	348796.2449	1004577.917	190.5664
943	348776.6985	1004573.892	190.6274
944	348756.5951	1004569.713	190.4854
945	348737.032	1004565.668	190.5194
946	348717.4762	1004561.681	190.4804
947	348697.923	1004557.666	190.4314
948	348678.2872	1004553.568	190.4924
949	348658.6989	1004549.539	190.2854
950	348639.1564	1004545.507	190.4344
951	348619.5103	1004541.43	190.4344
952	348599.9838	1004537.421	190.5234
953	348580.3188	1004533.405	190.5934
954	348560.7445	1004529.321	190.6454
955	348541.1585	1004525.305	190.4934
956	348521.5529	1004521.244	190.6064

957	348501.9767	1004517.238	190.5504
958	348482.3526	1004513.2	190.6984
959	348462.7649	1004509.164	190.5394
960	348443.1508	1004505.119	190.7474
961	348423.632	1004501.088	190.5224
962	348414.8325	1004499.245	190.4314
963	348471.7454	1004580.713	190.3734
964	348475.6092	1004586.214	190.3864
965	348489.342	1004588.981	190.3154
966	348508.9222	1004592.993	190.2054
967	348528.4898	1004597.063	190.2064
968	348548.0421	1004601.102	190.2514
969	348567.7564	1004605.134	190.2504
970	348587.2696	1004609.195	190.3114
971	348606.9066	1004613.21	190.1344
972	348626.4947	1004617.282	189.9834
973	348646.031	1004621.32	189.6494
974	348665.6368	1004625.356	189.8044
975	348685.1791	1004629.384	189.8004
976	348704.741	1004633.434	189.9124
977	348724.4869	1004637.47	189.8584
978	348744.4601	1004641.551	189.8144
979	348764.1362	1004645.672	189.9124
980	348783.7102	1004649.684	190.0144
981	348803.4364	1004653.738	190.0924
982	348822.939	1004657.741	190.1654
983	348842.4709	1004661.834	190.2004
984	348862.0566	1004665.862	190.3544
985	348881.6307	1004669.86	190.4784
986	348901.2521	1004673.879	190.5164
987	348920.8002	1004677.951	190.5694
988	348932.2303	1004680.305	190.6694
989	348891.1724	1004721.458	190.4224
990	348879.6932	1004719.099	190.3264
991	348860.1078	1004714.969	190.1984
992	348840.5309	1004710.958	190.1954
993	348820.9955	1004706.964	189.9864
994	348801.2865	1004702.891	189.9924
995	348781.7117	1004698.891	189.8494

*Proposition d'un aménagement de 30 ha pour la culture de soja par irrigation sur la rive gauche de la Bénoué a Lagdo, région du nord (Cameroun)*

996	348762.1346	1004694.84	189.8704
997	348742.722	1004690.833	189.6594
998	348722.9057	1004686.756	189.6084
999	348702.838	1004682.618	189.5614
1000	348683.2651	1004678.599	189.5674
1001	348663.6647	1004674.513	189.5444
1002	348644.1187	1004670.499	189.7354
1003	348624.4782	1004666.47	189.8274
1004	348604.9293	1004662.39	189.7954
1005	348585.2909	1004658.41	189.8444
1006	348565.6729	1004654.266	189.9644
1007	348546.1133	1004650.254	189.9784
1008	348526.6367	1004646.264	189.7394
1009	348516.0048	1004644.091	189.9404
1010	348522.8917	1004653.983	189.5664
1011	348531.2842	1004665.78	189.9154
1012	348534.8091	1004719.381	189.6954
1013	348534.9975	1004722.426	189.6434
1014	348553.143	1004726.09	189.3064
1015	348572.7381	1004730.091	189.2014
1016	348592.2193	1004734.117	189.2194
1017	348611.9044	1004738.164	189.2154
1018	348631.4324	1004742.258	189.2404
1019	348651.0709	1004746.283	189.2554
1020	348670.6694	1004750.324	189.3234
1021	348690.8067	1004754.512	189.3044
1022	348710.4312	1004758.452	189.3214
1023	348729.9775	1004762.606	189.4314
1024	348749.618	1004766.556	189.5014
1025	348769.2233	1004770.588	189.6154
1026	348788.8047	1004774.65	189.7594
1027	348808.3853	1004778.694	189.8194
1028	348828.016	1004782.84	190.0084
1029	348829.3329	1004783.052	189.9524
1030	348826.3534	1004786.128	189.9844
1031	348788.2105	1004824.125	189.9574
1032	348785.4283	1004826.904	189.9604
1033	348786.8666	1004823.859	189.9644
1034	348767.2318	1004819.85	189.8794

1035	348747.634	1004815.82	189.7694
1036	348728.1361	1004811.746	189.5144
1037	348708.4727	1004807.673	189.3214
1038	348688.8768	1004803.701	189.1584
1039	348669.372	1004799.619	189.1684
1040	348649.1109	1004795.463	189.0804
1041	348629.4412	1004791.45	189.0844
1042	348609.8769	1004787.396	189.1634
1043	348590.2587	1004783.317	189.1944
1044	348570.7328	1004779.291	189.4574
1045	348551.1963	1004775.297	189.6894
1046	348536.4579	1004772.251	189.8274
1047	348538.2165	1004771.016	189.7224
1048	348528.5596	1004777.625	189.7774
1049	348496.7653	1004799.084	189.7184
1050	348491.2706	1004802.804	189.6904
1051	348493.6293	1004805.817	189.6484
1052	348500.2008	1004814.336	189.6374
1053	348510.1018	1004816.323	189.6104
1054	348529.7085	1004820.398	189.6324
1055	348549.2988	1004824.46	189.4794
1056	348568.8425	1004828.527	189.3094
1057	348588.4849	1004832.512	189.1544
1058	348608.067	1004836.518	189.0034
1059	348627.6287	1004840.62	188.9534
1060	348647.6835	1004844.696	189.0904
1061	348667.4525	1004848.824	189.0394
1062	348686.9693	1004852.877	189.1064
1063	348706.6682	1004856.863	189.3204
1064	348726.1467	1004860.937	189.6184
1065	348745.8522	1004864.969	189.7964
1066	348747.0163	1004865.248	189.7654
1067	348744.47	1004867.626	189.7594
1068	348642.7757	1004969.101	189.3364
1069	348632.6078	1004967.066	189.2674
1070	348615.3388	1004963.509	189.1584
1071	348613.8491	1004961.497	189.1694
1072	348627.1643	1004978.633	189.1374
1073	348629.7936	1004982	189.1204

*Proposition d'un aménagement de 30 ha pour la culture de soja par irrigation sur la rive gauche de la Bénoué a Lagdo, région du nord (Cameroun)*

1074	348857.1593	1004321.244	192.4525
1075	348851.0754	1004326.366	192.5714
1076	348847.4524	1004329.431	192.6827
1077	348831.8219	1004321.614	191.9495
1078	348818.0069	1004314.673	191.6895
1079	348813.9805	1004313.848	192.4423
1080	348814.4523	1004312.91	192.506
1081	348797.0815	1004304.207	192.3123
1082	348779.7048	1004295.508	192.2397
1083	348762.4279	1004286.655	192.114
1084	348751.9771	1004281.176	191.7216
1085	348745.179	1004277.628	192.0248
1086	348744.2975	1004279.595	191.6702
1087	348727.9374	1004268.696	192.0783
1088	348710.743	1004259.65	191.8308
1089	348693.4673	1004250.768	191.5779
1090	348688.7403	1004248.241	191.5623
1091	348676.2178	1004241.793	191.4604
1092	348674.5601	1004245.297	191.5766
1093	348654.9389	1004241.293	191.3938
1094	348658.9411	1004232.86	191.4223
1095	348641.7341	1004223.849	191.2732
1096	348635.3259	1004237.196	191.0862
1097	348615.7402	1004233.171	190.8196
1098	348625.2907	1004215.281	191.1691
1099	348624.4962	1004214.858	191.2035
1100	348624.3336	1004215.109	191.2587
1101	348607.2596	1004205.92	191.3388
1102	348604.8025	1004211.056	191.3668
1103	348599.0812	1004223.04	191.2467
1104	348599.4928	1004229.799	191.0713
1105	348598.3971	1004209.721	191.3283
1106	348597.8486	1004201.029	191.0627
1107	348600.0415	1004239.558	190.7964
1108	348610.0804	1004245.128	190.6782
1109	348627.1408	1004254.513	191.0678
1110	348629.6632	1004255.891	191.1043
1111	348644.1994	1004263.873	191.3456
1112	348646.3576	1004259.352	191.3309

1113	348665.9275	1004263.413	191.3093
1114	348661.2002	1004273.292	191.4062
1115	348678.253	1004282.638	191.5811
1116	348685.5395	1004267.438	191.5671
1117	348705.0964	1004271.548	191.7543
1118	348724.7188	1004275.526	191.9225
1119	348716.1331	1004293.602	191.8685
1120	348696.4704	1004289.533	191.6427
1121	348695.2978	1004292.001	191.594
1122	348687.4693	1004287.695	191.5238
1123	348700.0649	1004294.61	191.7401
1124	348735.6438	1004297.653	191.9805
1125	348755.2841	1004301.69	192.2783
1126	348774.8606	1004305.749	191.4817
1127	348794.4638	1004309.8	192.2856
1128	348805.3899	1004331.934	192.4073
1129	348785.8044	1004327.902	192.3489
1130	348766.1949	1004323.892	192.0654
1131	348746.6169	1004319.814	192.0439
1132	348727.0298	1004315.778	191.776
1133	348707.4463	1004311.738	191.7249
1134	348667.0829	1004306.151	191.4399
1135	348672.0269	1004304.448	191.5643
1136	348687.861	1004307.705	191.5285
1137	348824.9877	1004335.992	192.4955
1138	348844.5807	1004340.033	192.1973
1139	348864.1804	1004344.056	192.6247
1140	348884.1224	1004348.19	192.3937
1141	348903.7008	1004352.196	192.1061
1142	348923.3006	1004356.243	191.7845
1143	348942.8708	1004360.299	191.8306
1144	348962.4536	1004364.326	191.6373
1145	348982.0458	1004368.365	191.7292
1146	349001.6413	1004372.406	191.8297
1147	349002.1895	1004372.554	191.7708
1148	349097.125	1004516.003	191.1491
1149	349085.0753	1004513.548	190.8648
1150	349065.4239	1004509.487	191.0339
1151	349045.8475	1004505.475	191.1501

1152	349026.2614	1004501.421	191.2583
1153	349006.6901	1004497.385	191.3386
1154	348973.5673	1004639.278	190.7618
1155	348961.8552	1004636.847	190.7687
1156	348942.2667	1004632.823	190.7367
1157	348922.6742	1004628.782	190.7395
1158	348903.0933	1004624.736	190.7169
1159	348883.4758	1004620.708	190.6506
1160	348863.9044	1004616.651	190.5413
1161	348844.3176	1004612.627	190.4746
1162	348824.7398	1004608.569	190.3829
1163	348805.1441	1004604.539	190.3106
1164	348785.5697	1004600.503	190.3157
1165	348765.9695	1004596.468	190.2701
1166	348745.8894	1004592.321	190.2655
1167	348726.2835	1004588.277	190.3708
1168	348706.7052	1004584.236	190.3351
1169	348687.1062	1004580.211	190.2583
1170	348667.5201	1004576.165	190.1741
1171	348647.9263	1004572.128	190.0465
1172	348628.3504	1004568.075	190.1445
1173	348608.762	1004564.037	190.1578
1174	348589.1485	1004560.008	190.4176
1175	348569.5601	1004555.963	190.1225
1176	348549.9859	1004551.921	190.3268
1177	348530.3906	1004547.889	190.4251
1178	348510.784	1004543.855	190.2297
1179	348491.1966	1004539.804	190.4741
1180	348471.6128	1004535.768	190.4911
1181	348452.0266	1004531.74	190.5901
1182	348435.0874	1004528.233	190.4071
1183	348433.3633	1004525.748	190.3899
1184	348420.5795	1004507.462	190.3822
1185	348446.1618	1004544.076	190.528
1186	348455.2846	1004557.234	190.4439
1187	348458.988	1004562.338	190.4308
1188	348460.895	1004558.346	190.2821
1189	348480.4519	1004562.347	190.3637
1190	348500.076	1004566.423	190.3632

1191	348519.629	1004570.464	190.3282
1192	348539.2711	1004574.491	190.3318
1193	348558.859	1004578.54	190.2252
1194	348578.4019	1004582.539	190.3025
1195	348597.9847	1004586.643	190.2067
1196	348617.6212	1004590.666	190.0814
1197	348637.2643	1004594.725	189.9869
1198	348656.8444	1004598.723	189.9689
1199	348676.3626	1004602.783	190.1968
1200	348695.9803	1004606.815	190.1326
1201	348715.5843	1004610.86	190.181
1202	348735.1552	1004614.924	190.0589
1203	348755.2423	1004619.033	189.9914
1204	348774.8441	1004623.079	190.1016
1205	348794.4391	1004627.111	190.1613
1206	348814.015	1004631.166	190.2005
1207	348833.6391	1004635.173	190.3156
1208	348853.1973	1004639.242	190.3946
1209	348872.8117	1004643.266	190.5462
1210	348892.3792	1004647.295	190.5834
1211	348911.9414	1004651.363	190.6829
1212	348931.5311	1004655.413	190.6685
1213	348951.1155	1004659.447	190.6958
1214	348952.9774	1004659.811	190.6608
1215	348949.0998	1004663.677	190.6969
1216	348870.512	1004741.995	190.1881
1217	348868.851	1004741.575	190.2093
1218	348867.2942	1004744.949	190.2176
1219	348849.4369	1004737.616	190.1292
1220	348829.7884	1004733.571	189.96
1221	348810.1417	1004729.513	189.8461
1222	348790.6518	1004725.544	189.7984
1223	348790.6033	1004725.571	189.8035
1224	348771.0756	1004721.419	189.7239
1225	348751.4583	1004717.427	189.6493
1226	348731.9352	1004713.373	189.5764
1227	348712.3259	1004709.347	189.4909
1228	348712.309	1004709.369	189.4987
1229	348692.1009	1004705.149	189.425

1230	348672.5719	1004701.125	189.4652
1231	348652.9224	1004697.123	189.411
1232	348633.3314	1004693.07	189.4662
1233	348613.8007	1004689.027	189.5414
1234	348594.148	1004684.982	189.4924
1235	348574.5708	1004680.942	189.8354
1236	348555.0048	1004676.912	189.7469
1237	348535.3975	1004672.858	189.7828
1238	348531.6886	1004672.109	189.8543
1239	348532.1213	1004679.562	189.7693
1240	348533.3831	1004697.264	189.7035
1241	348544.1951	1004699.46	189.6027
1242	348563.9908	1004703.591	189.5232
1243	348583.3909	1004707.555	189.3935
1244	348603.0351	1004711.573	189.3221
1245	348622.5672	1004715.642	189.3052
1246	348642.2171	1004719.706	189.3575
1247	348661.7918	1004723.715	189.3703
1248	348681.3792	1004727.737	189.3491
1249	348701.5557	1004731.934	189.4013
1250	348721.0999	1004735.914	189.4462
1251	348740.6674	1004739.936	189.571
1252	348760.2853	1004744.064	189.6345
1253	348779.9053	1004748.097	189.6827
1254	348799.576	1004752.142	189.791
1255	348819.077	1004756.149	189.858
1256	348838.73	1004760.196	190.0261
1257	348850.037	1004762.498	190.0548
1258	348808.7711	1004803.588	189.9804
1259	348797.6336	1004801.296	189.9083
1260	348778.033	1004797.199	189.8193
1261	348758.4599	1004793.243	189.6912
1262	348738.9205	1004789.191	189.5632
1263	348719.2325	1004785.135	189.3915
1264	348719.2111	1004785.135	189.3923
1265	348699.8286	1004781.079	189.4253
1266	348680.1672	1004777.053	189.2331
1267	348659.9335	1004772.839	189.2151
1268	348640.2736	1004768.837	189.1439

1269	348620.5693	1004764.779	189.1486
1270	348601.1147	1004760.766	189.1615
1271	348581.5452	1004756.756	189.1814
1272	348561.9198	1004752.704	189.3902
1273	348542.3389	1004748.644	189.5864
1274	348536.6741	1004747.5	189.4945
1275	348537.4643	1004758.615	189.6399
1276	348506.8107	1004823.1	189.692
1277	348520.2801	1004840.217	189.4995
1278	348523.1678	1004843.876	189.6239
1279	348538.4754	1004847	189.3806
1280	348558.1084	1004851.053	189.3761
1281	348577.6861	1004855.049	189.2948
1282	348597.2677	1004859.139	189.203
1283	348616.8749	1004863.139	188.9923
1284	348637.12	1004867.374	188.9903
1285	348656.7791	1004871.485	189.0714
1286	348676.2852	1004875.468	189.3039
1287	348695.864	1004879.438	189.5174
1288	348715.4645	1004883.487	189.6507
1289	348726.3834	1004885.787	189.7259
1290	348685.2386	1004926.814	189.5145
1291	348674.5146	1004924.528	189.5061
1292	348654.8426	1004920.582	189.4378
1293	348635.2688	1004916.493	189.342
1294	348615.6529	1004912.489	189.2965
1295	348595.3556	1004908.308	189.1402
1296	348575.7578	1004904.302	189.2433
1297	348568.6193	1004902.809	189.275
1298	348573.4679	1004909.158	189.2428

Annexe 2 : Devis estimatif et quantitatif

DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF					
Numero	Désignation	Unité	Quantité	P.U (FCFA)	Prix total
Serie 100	<b>Préparation du terrain</b>				
101	Pétits arbres	U	102	8000	816 000
102	Grands arbres	U	43	15 000	645 000
103	Sous solage	ha	30	850 000	25 500 000
104	Nivellement et planage	ha	30	1 000 000	30 000 000
	<b>Total serie:100</b>				<b>56 961 000</b>
Serie 200	<b>Réseau d'irrigation</b>				
201	Asperseur LWP 2450	U	4464	6550	29 239 200
202	Conduites des portes rampes en PEHD DN 200 mm	U	12	3000	36 000
203	Conduites des oulets en PVC de DN 280 mm		1	200 000	200 000
204	Conduites des rampes en polyéthylène DN 75 mm	U	144	2500	360 000
205	Le metre cube d'eau à payer	m3	4760	800	3 808 000
205	Pieces de connexion ( vannes, té, coudes, bouchons, réducteurs, adaptateurs...)	%	10%		39600
	<b>Total serie : 200</b>				<b>33 682 800</b>
Serie 300	<b>Plan de Gestion Environnnemental et Social (PGES)</b>				
	<b>Total serie : 300</b>				<b>75 000 000</b>
Serie 400	<b>Couts MO/installation (30% du cout total)</b>				
	<b>Total serie : 400</b>				<b>41 410 950</b>
	<b>TOTAL INVESTISSEMENT</b>				<b>207 054 750</b>

Annexe 3 : Dévis pour la plantation

Investissement Plantation				
Désignatin	Unité	Prix unitaire (FCFA)	Nombre/campagne	Prix total FCFA
graines	Kg	700	250 000	175 000 000
Investissement Plantation				175 000 000

Annexe 4 : Compte d'exploitation

Compte d'exploitation	TRI, VAN et DRI ( les chiffres sont en milliers de FCFA)									
	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10
Chiffres d'affaires	50 400	75 600	75 600	75 600	75 600	75 600	75 600	75 600	75 600	75 600
Charges variables	466	698	698	698	698	698	698	698	698	698
Charges fixes	7 200	7 200	7 200	7 200	7 200	7 200	7 200	7 200	7 200	7 200
Résultat d'exploitation	42 734	67 702	67 702	67 702	67 702	67 702	67 702	67 702	67 702	67 702
Flux cumulés	42 734	110 436	178 137	245 839	313 541	381 242	448 944	516 645	584 347	652 048
Flux actualisés	23 741	20 896	11 609	6 449	3 583	1 1 991	1 106	1 614	1 341	1 190
Flux actualisés cumulés	223 741	284 637	296 245	340 695	375 278	382 0 55	390 374	393 988	395 330	3980 00
Investissement	382 055									
VAN (TRI)	0									
Taux de rentabilité d'investissement TRI	0,1065									
Taux de rentabilité d'investissement TRI(%)	10,65									
DRI (ans)	6									

Annexe 5: Distribution des types de sols (%)

Sols	Argiles	Limons Fins	Limons Grossiers	Sables Fins	Sables Grossiers	Classe	Aire	Pourcentage
Vertisol	52.78	19.65	6.58	8.73	12.22	A	<b>1,972</b>	34 %
Vertique	18.17	14.98	13.8	39.24	13.53	Ls	<b>1,634</b>	28 %
Légers de la Terrasse	13.97	12.92	9.25	26.69	37.01	Ls	<b>1,412</b>	25 %
Légers du lit Majeur	36	29	11	22	2	La	<b>736</b>	13 %

Annexe 6 : Projet d'irrigation lagdo phase III, sortie de la conduite principale



PROJET D'IRRIGATION LAGDO PHASE III

LEVES TOPOGRAPHIQUES AU NIVEAU DE LA PRISE D'EAU, EMPLACEMENT DE LA SORTIE DE LA CONDUITE, BARRAGE LAGDO, source (VIVA-BENOUE)

Annexe 7: Données climatiques de la station de Garoua

Mois	Min Temp	Max Temp						
	°C	°C	Humidité %	Vent km/jour	Insolation Heures	Rad MJ/m <sup>2</sup> /jour	ET0 mm/jour	ET0 mm/mois
<b>Janvier</b>	17.5	34.4	25	104	8	19.3	4.7	145.56
<b>Février</b>	20.5	37.3	25	138	8.5	21.3	5.89	164.82
<b>Mars</b>	24.7	39.8	25	190	7.5	20.9	7.3	226.22
<b>Avril</b>	26.4	39.5	50	242	7	20.4	7.21	215.99
<b>Mai</b>	24.9	36.5	55	233	7.3	20.3	6.51	201.93
<b>Juin</b>	23.2	33.2	76	216	6.8	19.1	4.86	145.81
<b>Juillet</b>	22.2	31.1	81	207	5.5	17.4	4.1	127.16
<b>Août</b>	22	30.7	83	181	4.9	16.7	3.81	118.10
<b>Septembre</b>	21.9	31.5	81	156	5.8	18.1	4.05	121.44
<b>Octobre</b>	22.2	34.2	78	156	7.9	20.6	4.75	147.14
<b>Novembre</b>	19.2	36	50	121	8.6	20.3	5.09	152.68
<b>Décembre</b>	17.3	34.8	35	95	8.5	19.5	4.57	141.58
<b>Moyenne</b>	<b>21.8</b>	<b>34.9</b>	<b>55</b>	<b>170</b>	<b>7.2</b>	<b>19.5</b>	<b>5.24</b>	<b>1908.44</b>

Sources : CLIMWAT/CROPWAT for FAO

Annexe 8: Pluies efficaces

Mois	Pluie	Pluie efficace
	mm	mm
<b>Janvier</b>	0	0
<b>Février</b>	0	0
<b>Mars</b>	2	2
<b>Avril</b>	44.1	41
<b>Mai</b>	108.4	89.6
<b>Juin</b>	134.8	105.7
<b>Juillet</b>	205.3	137.9
<b>Août</b>	247.9	149.6
<b>Septembre</b>	190	132.2

<b>Octobre</b>	63.3	56.9
<b>Novembre</b>	1.6	1.6
<b>Décembre</b>	0	0
<b>Total</b>	997.4	716.5

Sources : CLIMWAT/CROPWAT for FAO

Annexe 9 : Valeurs de la RU définies par certains auteurs

Selon Israelson et Hansen (1967)		Selon Withers et Vipond (1974)	
Type de sol	RU (mm/m)	Type de sol	RU (mm/m)
Sableux	70-100	Sableux	55
Sablo-limoneux	90-150	Sable fin	80
Limoneux	140-190	Sablo-limoneux	120
Argilo-limoneux	170-220 = (195)	Argilo-limoneux	150
Limono-argileux	180-230	Argileux	235
Argileux	200-250		

Source : SAWA & al., 2001

Annexe 10: Les Bassins versants

➤ Bassin versant N°1

<b>Superficie du Bassin Versant (km<sup>2</sup>)</b>		3 497,00000	10 Km <sup>2</sup> < S < 200 Km <sup>2</sup> → Petit Bassin Versant
<b>Périmètre (km)</b>		379,00000	
<b>Longueur du cours d'eau le plus long (m)</b>		135 000,00000	
<b>Indice de Gravelius (KG)</b>	$K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}}$	1,80795	KG ≈ 1,2 > 1 → Bassin Versant de forme allongée et le réseau hydrographique est de type dendritique
<b>Longueur du rectangle équivalent</b>	$L = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16S}}{2\sqrt{\pi S}}$	168,78082	L > 25Km → n = ?
<b>Longueur des affluents (Km)</b>		11 003,43400	
<b>Densité de drainage (Km/Km<sup>2</sup>)</b>	$D_d = \frac{\sum L_t}{S}$	3,18514	
<b>Pente moyenne (m/Km)</b>	$I = \frac{\Delta H}{S^{0,5}}$	5,80024	

<b>Indice Global de pente Ig (m/Km)</b>	$I_g = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L_{eq}}$	1,09610	
<b>Dénivelée Spécifique (m)</b>	$D_s = I_g \times S^{0,5}$	64,81812	250m < Ds < 279m → Relief Fort et on peut considérer la pente transversale à 2% de la pente moyenne
<b>Pente transversale It (m/Km)</b>	$I_t = 5\%I$	0,29001	
<b>Ig corrigé (m/Km)</b>	$I_{gcorr} = \frac{(n-1)I_g + I_t}{n}$	1,55813	L'indice global de pente étant petit nous avons décidé de conduire le reste des calculs avec Ig=3m/Km
<b>Ig (m/Km)</b>		3,00000	Valeur choisie
<b>Coefficient d'abattement</b>	$A = 1 - \left[ \frac{(161 - 0,042 \times P_{an})}{1000} \times \log(115,32) \right]$	0,57622	
<b>Pluie moyenne décennale Pm10 (mm)</b>		74,90815	
<b>Coefficient de ruissellement pour P = 70 mm Kr70</b>	$Kr = \frac{a}{(S + b)} + c$	10,54667	

<b>Coefficient de ruissellement pour P = 100 mm Kr100</b>		12,07108	
<b>Coefficient de ruissellement Kr10</b>	Interpolation	13,59550	
<b>Temps de base Tb10 (min)</b>	$T_b = a \times S^{0,35} + b$	4 597,43883	a=250, b=300 (voir bulletin 54 de la FAO: Crues et apports)
<b>Débit moyen de la crue Qm10 (m³/s)</b>		12 936,60352	
<b>Temps de montée Tm10 (min)</b>	$T_m = a \times S^{0,35} + b$	1 988,97553	a=100; b=75
<b>Lame d'eau ruissellée Lr10 (mm)</b>		10,18413	
<b>Volume ruisselé Vr10 (m³)</b>		35 613 918,16471	
<b>Débit moyen de ruissellement Qmr10 (m³/s)</b>		129,10782	Prenons une valeur du coefficient de pointe $\alpha = 2,6$

<b>Débit maximal de pointe Qr10 (m³/s)</b>		<b>335,68033</b>	Qr10 ≈ Qr10 calculée par la méthode ORSTORM qui est de 17,507m³/s
<b>Volume d'écoulement retardé Vret10 (m³)</b>		2 777 885,61685	
<b>Volume de crue décennale Vc10 (m³)</b>		38 391 803,78156	
<b>Dégradation Spécifique (m³/Km²/an)</b>		114,97510	Formule de GOTTSCHALK (USA)
<b>Volume de dépôt solide (m³)</b>		6 031 018,71447	Nous prenons un temps de 15 ans à partir de laquelle il faudrait faire un currage de la retenue
<b>Dégradation Spécifique (m³/Km²/an)</b>		163,50868	Formule EIER-CIEH (GRESILLON)
<b>Volume de dépôt solide (m³)</b>		8 576 847,56838	Nous prenons un temps de 15 ans à partir de laquelle il faudrait faire un currage de la retenue
	8 576 847,56838		C'est le volume à déduire dans le tracé de la courbe d'exploitation

➤ Bassin versant N°2

<b>Superficie du Bassin Versant (km<sup>2</sup>)</b>		8 247,00000	10 Km <sup>2</sup> < S < 200 Km <sup>2</sup> → Petit Bassin Versant
<b>Périmètre (km)</b>		517,44900	
<b>Longueur du cours d'eau le plus long (m)</b>		157 000,41300	
<b>Indice de Gravelius (KG)</b>	$K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}}$	1,60737	KG ≈ 1,2 > 1 → Bassin Versant de forme allongée et le réseau hydrographique est de type dendritique
<b>Longueur du rectangle équivalent</b>	$L = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16S}}{2\sqrt{\pi S}}$	221,49038	L > 25Km → n = ?
<b>Longueur des affluents (Km)</b>		2 443,72842	
<b>Densité de drainage (Km/Km<sup>2</sup>)</b>	$D_d = \frac{\sum L_t}{S}$	0,31535	
<b>Pente moyenne (m/Km)</b>	$I = \frac{\Delta H}{S^{0,5}}$	7,55399	
<b>Indice Global de pente Ig (m/Km)</b>	$I_g = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L_{eq}}$	1,21901	
<b>Dénivelée Spécifique (m)</b>	$D_s = I_g \times S^{0,5}$	110,70237	250m < Ds < 279m → Relief Fort et on peut considérer la pente transversale à 5% de la pente moyenne

<b>Pente transversale <math>I_t</math> (m/Km)</b>	$I_t = 5\%I$	0,37770	
<b>Ig corrigé (m/Km)</b>	$I_{gcorr} = \frac{(n-1)I_g + I_t}{n}$	1,75125	L'indice global de pente étant petit nous avons décidé de conduire le reste des calculs avec $I_g=3m/Km$
<b>Ig (m/Km)</b>		3,00000	Valeur choisie
<b>Coefficient d'abattement</b>	$A = 1 - \left[ \frac{(161 - 0,042 \times P_{an})}{1000} \times \log(115,32) \right]$	0,53166	
<b>Pluie moyenne décennale <math>P_{m10}</math> (mm)</b>		69,11554	
<b>Coefficient de ruissellement pour P = 70 mm Kr70</b>		10,51985	
<b>Coefficient de ruissellement pour P = 100 mm Kr100</b>	$Kr = \frac{a}{(S+b)} + c$	12,03024	
<b>Coefficient de ruissellement Kr10</b>	Interpolation	13,54064	
<b>Temps de base <math>T_b</math>10 (min)</b>	$T_b = a \times S^{0,35} + b$	6 120,07441	a=250, b=300 (voir bulletin 54 de la FAO: Crues et apports)
<b>Débit moyen de la crue <math>Q_{m10}</math> (m<sup>3</sup>/s)</b>		21 060,59021	
<b>Temps de montée <math>T_m</math>10 (min)</b>	$T_m = a \times S^{0,35} + b$	2 598,02977	a=100; b=75

Lame d'eau ruissellée Lr10 (mm)		9,35868	
Volume ruisselé Vr10 (m <sup>3</sup> )		77 181 065,44368	
Débit moyen de ruissellement Qmr10 (m <sup>3</sup> /s)		210,18553	Prenons une valeur du coefficient de pointe $\alpha = 2,6$
Débit maximal de pointe Qr10 (m <sup>3</sup> /s)		<b>546,48238</b>	Qr10 $\approx$ Qr10 calculée par la méthode ORSTORM qui est de 17,507m <sup>3</sup> /s
Volume d'écoulement retardé Vret10 (m <sup>3</sup> )		6 020 123,10461	
Volume de crue décennale Vc10 (m <sup>3</sup> )		83 201 188,54828	
Dégradation Spécifique (m <sup>3</sup> /Km <sup>2</sup> /an)		105,52218	Formule de GOTTSCHALK (USA)
Volume de dépôt solide (m <sup>3</sup> )		13 053 621,08822	Nous prenons un temps de 15 ans à partir de laquelle il faudrait faire un currage de la retenue
Dégradation Spécifique (m <sup>3</sup> /Km <sup>2</sup> /an)		170,67536	Formule EIER-CIEH (GRESILLON)
Volume de dépôt solide (m <sup>3</sup> )		21 113 394,96387	Nous prenons un temps de 15 ans à partir de laquelle il faudrait faire un currage de la retenue

➤ Bassin versant N3

Superficie du Bassin Versant (km <sup>2</sup> )		6 573,00000	10 Km <sup>2</sup> < S < 200 Km <sup>2</sup> → Petit Bassin Versant
Périmètre (km)		536,50000	
Longueur du cours d'eau le plus long (m)		130 450,00000	
Indice de Gravelius (KG)	$K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}}$	1,86674	KG ≈ 1,2 > 1 → Bassin Versant de forme allongée et le réseau hydrographique est de type dendritique
Longueur du rectangle équivalent	$L = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16S}}{2\sqrt{\pi S}}$	240,97310	L > 25Km → n = ?
Longueur des affluents (Km)		59,55000	
Densité de drainage (Km/Km <sup>2</sup> )	$D_d = \frac{\sum L_t}{S}$	0,02891	
Pente moyenne (m/Km)	$I = \frac{\Delta H}{S^{0,5}}$	14,73961	
Indice Global de pente Ig (m/Km)	$I_g = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L_{eq}}$	2,86339	
Dénivelée Spécifique (m)	$D_s = I_g \times S^{0,5}$	232,14661	250m < Ds < 279m → Relief Fort et on peut considérer la pente transversale à 2% de la pente moyenne
Pente transversale It (m/Km)	$I_t = 5\%I$	0,73698	

<b>Ig corrigé (m/Km)</b>	$I_{gcorr} = \frac{(n-1)I_g + I_t}{n}$	4,06351	L'indice global de pente étant petit nous avons décidé de conduire le reste des calculs avec $I_g=3m/Km$
<b>Ig (m/Km)</b>		3,00000	Valeur choisie
<b>Coefficient d'abattement</b>	$A = 1 - \left[ \frac{(161 - 0,042 \times P_{an})}{1000} \times \log(115,32) \right]$	0,54344	
<b>Pluie moyenne décennale Pm10 (mm)</b>		70,64737	
<b>Coefficient de ruissellement pour P = 70 mm Kr70</b>		10,52489	
<b>Coefficient de ruissellement pour P = 100 mm Kr100</b>	$Kr = \frac{a}{(S+b)} + c$	12,03792	
<b>Coefficient de ruissellement Kr10</b>	Interpolation	13,55095	
<b>Temps de base Tb10 (min)</b>	$T_b = a \times S^{0,35} + b$	5 671,97212	a=250, b=300 (voir bulletin 54 de la FAO: Crues et apports)
<b>Débit moyen de la crue Qm10 (m³/s)</b>		18 527,28560	
<b>Temps de montée Tm10 (min)</b>	$T_m = a \times S^{0,35} + b$	2 418,78885	a=100; b=75
<b>Lame d'eau ruissellée Lr10 (mm)</b>		9,57339	

<b>Volume ruisselé Vr10 (m<sup>3</sup>)</b>		62 925 896,61390	
<b>Débit moyen de ruissellement Qmr10 (m<sup>3</sup>/s)</b>		184,90305	Prenons une valeur du coefficient de pointe $\alpha = 2,6$
<b>Débit maximal de pointe Qr10 (m<sup>3</sup>/s)</b>		480,74793	Qr10 $\approx$ Qr10 calculée par la méthode ORSTORM qui est de 17,507m <sup>3</sup> /s
<b>Volume d'écoulement retardé Vret10 (m<sup>3</sup>)</b>		4 908 219,93588	
<b>Volume de crue décennale Vc10 (m<sup>3</sup>)</b>		67 834 116,54978	
<b>Dégradation Spécifique (m<sup>3</sup>/Km<sup>2</sup>/an)</b>		107,94362	Formule de GOTTSCHALK (USA)
<b>Volume de dépôt solide (m<sup>3</sup>)</b>		10 642 701,36727	Nous prenons un temps de 15 ans à partir de laquelle il faudrait faire un currage de la retenue
<b>Dégradation Spécifique (m<sup>3</sup>/Km<sup>2</sup>/an)</b>		168,75016	Formule EIER-CIEH (GRESILLON)
<b>Volume de dépôt solide (m<sup>3</sup>)</b>		16 637 922,29427	Nous prenons un temps de 15 ans à partir de laquelle il faudrait faire un currage de la retenue

➤ **Bassin versant N°4**

<b>Superficie du Bassin Versant (km<sup>2</sup>)</b>		6 837,00000	10 Km <sup>2</sup> < S < 200 Km <sup>2</sup> → Petit Bassin Versant
<b>Périmètre (km)</b>		571,60000	
<b>Longueur du cours d'eau le plus long (m)</b>		175 000,00000	

<b>Indice de Gravelius (KG)</b>	$K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}}$	1,95009	KG ≈ 1,2 > 1 → Bassin Versant de forme allongée et le réseau hydrographique est de type dendritique
<b>Longueur du rectangle équivalent</b>	$L = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16S}}{2\sqrt{\pi S}}$	259,44789	L > 25Km → n = ?
<b>Longueur des affluents (Km)</b>		2 029,60600	
<b>Densité de drainage (Km/Km<sup>2</sup>)</b>	$D_d = \frac{\sum L_t}{S}$	0,32245	
<b>Pente moyenne (m/Km)</b>	$I = \frac{\Delta H}{S^{0,5}}$	17,24593	
<b>Indice Global de pente Ig (m/Km)</b>	$I_g = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L_{eq}}$	3,81580	
<b>Dénivelée Spécifique (m)</b>	$D_s = I_g \times S^{0,5}$	315,51343	250m < Ds < 279m → Relief Fort et on peut considérer la pente transversale à 2% de la pente moyenne
<b>Pente transversale It (m/Km)</b>	$I_t = 5\%I$	0,86230	
<b>Ig corrigé (m/Km)</b>	$I_{gcorr} = \frac{(n-1)I_g + I_t}{n}$	5,37516	L'indice global de pente étant petit nous avons décidé de conduire le reste des calculs avec Ig=7m/Km
<b>Ig (m/Km)</b>		7,00000	Valeur choisie
<b>Coefficient d'abattement</b>		0,54140	

	$A = 1 - \left[ \frac{(161 - 0,042 \times P_{an})}{1000} \times \log(115,32) \right]$		
<b>Pluie moyenne décennale Pm10 (mm)</b>		70,38149	
<b>Coefficient de ruissellement pour P = 70 mm Kr70</b>		14,53487	
<b>Coefficient de ruissellement pour P = 100 mm Kr100</b>	$Kr = \frac{a}{(S + b)} + c$	15,04375	
<b>Coefficient de ruissellement Kr10</b>	Interpolation	15,55264	
<b>Temps de base Tb10 (min)</b>	$T_b = a \times S^{0,35} + b$	5 747,21802	a=250, b=300 (voir bulletin 54 de la FAO: Crues et apports)
<b>Débit moyen de la crue Qm10 (m³/s)</b>		21 746,37316	
<b>Temps de montée Tm10 (min)</b>	$T_m = a \times S^{0,35} + b$	2 448,88721	a=100; b=75
<b>Lame d'eau ruissellée Lr10 (mm)</b>		10,94618	
<b>Volume ruisselé Vr10 (m³)</b>		74 839 010,63677	
<b>Débit moyen de ruissellement Qmr10 (m³/s)</b>		217,02967	Prenons une valeur du coefficient de pointe $\alpha = 2,6$
<b>Débit maximal de pointe Qr10 (m³/s)</b>		<b>564,27715</b>	Qr10 $\approx$ Qr10 calculée par la méthode ORSTORM qui est de 17,507m³/s

<b>Volume d'écoulement retardé Vret10 (m³)</b>		5 837 442,82967	
<b>Volume de crue décennale Vc10 (m³)</b>		80 676 453,46644	
<b>Dégradation Spécifique (m³/Km²/an)</b>		107,51939	Formule de GOTTSCHALK (USA)
<b>Volume de dépôt solide (m³)</b>		11 026 650,99545	Nous prenons un temps de 15 ans à partir de laquelle il faudrait faire un currage de la retenue
<b>Dégradation Spécifique (m³/Km²/an)</b>		169,08275	Formule EIER-CIEH (GRESILLON)
<b>Volume de dépôt solide (m³)</b>		17 340 281,22681	Nous prenons un temps de 15 ans à partir de laquelle il faudrait faire un currage de la retenue
<b>Volume de dépôt solide (m³)</b>		17 340 281,22681	C'est le volume à déduire dans le tracé de la courbe d'exploitation

➤ **Bassin versant N°5**

<b>Superficie du Bassin Versant (km²)</b>		3 705,00000	10 Km² < S < 200 Km² → Petit Bassin Versant
<b>Périmètre (km)</b>		375,85000	
<b>Longueur du cours d'eau le plus long (m)</b>		110 025,24560	
<b>Indice de Gravelius (KG)</b>	$K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}}$	1,74187	KG ≈ 1,2 > 1 → Bassin Versant de forme allongée et le réseau hydrographique est de type dendritique
<b>Longueur du rectangle équivalent</b>	$L = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16S}}{2\sqrt{\pi S}}$	165,54428	L > 25Km → n = ?

<b>Longueur des affluents (Km)</b>		1 161,30175	
<b>Densité de drainage (Km/Km<sup>2</sup>)</b>	$D_d = \frac{\sum L_t}{S}$	0,34314	
<b>Pente moyenne (m/Km)</b>	$I = \frac{\Delta H}{S^{0,5}}$	28,37254	
<b>Indice Global de pente Ig (m/Km)</b>	$I_g = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L_{eq}}$	3,02034	
<b>Dénivelée Spécifique (m)</b>	$D_s = I_g \times S^{0,5}$	183,84420	250m < Ds < 279m → Relief Fort et on peut considérer la pente transversale à 2% de la pente moyenne
<b>Pente transversale It (m/Km)</b>	$I_t = 5\%I$	1,41863	
<b>Ig corrigé (m/Km)</b>	$I_{gcorr} = \frac{(n-1)I_g + I_t}{n}$	4,50000	L'indice global de pente étant petit nous avons décidé de conduire le reste des calculs avec Ig=3m/Km
<b>Ig (m/Km)</b>		3,00000	Valeur choisie
<b>Coefficient d'abattement</b>	$A = 1 - \left[ \frac{(161 - 0,042 \times P_{an})}{1000} \times \log(115,32) \right]$	0,57322	
<b>Pluie moyenne décennale Pm10 (mm)</b>		74,51805	
<b>Coefficient de ruissellement pour P = 70 mm Kr70</b>	$Kr = \frac{a}{(S + b)} + c$	10,54406	

<b>Coefficient de ruissellement pour P = 100 mm Kr100</b>		12,06711	
<b>Coefficient de ruissellement Kr10</b>	Interpolation	13,59017	
<b>Temps de base Tb10 (min)</b>	$T_b = a \times S^{0,35} + b$	4 686,24868	a=250, b=300 (voir bulletin 54 de la FAO: Crues et apports)
<b>Débit moyen de la crue Qm10 (m³/s)</b>		13 371,05209	
<b>Temps de montée Tm10 (min)</b>	$T_m = a \times S^{0,35} + b$	2 024,49947	a=100; b=75
<b>Lame d'eau ruissellée Lr10 (mm)</b>		10,12713	
<b>Volume ruisselé Vr10 (m³)</b>		37 521 003,09271	
<b>Débit moyen de ruissellement Qmr10 (m³/s)</b>		133,44363	Prenons une valeur du coefficient de pointe $\alpha = 2,6$
<b>Débit maximal de pointe Qr10 (m³/s)</b>		346,95345	Qr10 $\approx$ Qr10 calculée par la méthode ORSTORM qui est de 17,507m³/s
<b>Volume d'écoulement retardé Vret10 (m³)</b>		2 926 638,24123	
<b>Volume de crue décennale Vc10 (m³)</b>		40 447 641,33394	
<b>Dégradation Spécifique (m³/Km²/an)</b>		114,31271	Formule de GOTTSCHALK (USA)
<b>Volume de dépôt solide (m³)</b>		6 352 928,94734	Nous prenons un temps de 15 ans à partir de laquelle il faudrait faire un currage de la retenue

Dégradation Spécifique (m <sup>3</sup> /Km <sup>2</sup> /an)		163,98172	Formule EIER-CIEH (GRESILLON)
Volume de dépôt solide (m <sup>3</sup> )		9 113 283,91902	Nous prenons un temps de 15 ans à partir de laquelle il faudrait faire un currage de la retenue
Volume de dépôt solide (m <sup>3</sup> )		9 113 283,91902	C'est le volume à déduire dans le tracé de la courbe d'exploitation

➤ Bassin versant N°6

Superficie du Bassin Versant (km <sup>2</sup> )		981,34780	10 Km <sup>2</sup> < S < 200 Km <sup>2</sup> → Petit Bassin Versant
Périmètre (km)		222,19000	
Longueur du cours d'eau le plus long (m)		36 206,00000	
Indice de Gravelius (KG)	$K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}}$	2,00082	KG ≈ 1,2 > 1 → Bassin Versant de forme allongée et le réseau hydrographique est de type dendritique
Longueur du rectangle équivalent	$L = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16S}}{2\sqrt{\pi S}}$	101,41881	L > 25Km → n = ?
Longueur des affluents (Km)		3 035 446,93000	
Densité de drainage (Km/Km <sup>2</sup> )	$D_d = \frac{\sum L_t}{S}$	3 093,17771	
Pente moyenne (m/Km)	$I = \frac{\Delta H}{S^{0,5}}$	9,19350	

<b>Indice Global de pente Ig (m/Km)</b>	$I_g = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L_{eq}}$	0,86769	
<b>Dénivelée Spécifique (m)</b>	$D_s = I_g \times S^{0,5}$	27,18164	250m < Ds < 279m → Relief Fort et on peut considérer la pente transversale à 2% de la pente moyenne
<b>Pente transversale It (m/Km)</b>	$I_t = 5\%l$	0,45968	
<b>Ig corrigé (m/Km)</b>	$I_{gcorr} = \frac{(n-1)I_g + I_t}{n}$	1,31014	L'indice global de pente étant petit nous avons décidé de conduire le reste des calculs avec Ig=3m/Km
<b>Ig (m/Km)</b>		3,00000	Valeur choisie
<b>Coefficient d'abattement</b>	$A = 1 - \left[ \frac{(161 - 0,042 \times P_{an})}{1000} \times \log(115,32) \right]$	0,64221	
<b>Pluie moyenne décennale Pm10 (mm)</b>		83,48780	
<b>Coefficient de ruissellement pour P = 70 mm Kr70</b>		10,66427	
<b>Coefficient de ruissellement pour P = 100 mm Kr100</b>	$Kr = \frac{a}{(S+b)} + c$	12,24966	
<b>Coefficient de ruissellement Kr10</b>	Interpolation	13,83506	
<b>Temps de base Tb10 (min)</b>	$T_b = a \times S^{0,35} + b$	3 036,62188	a=250, b=300 (voir bulletin 54 de la FAO: Crues et apports)

<b>Débit moyen de la crue Qm10 (m³/s)</b>		6 233,79698	
<b>Temps de montée Tm10 (min)</b>	$T_m = a \times S^{0,35} + b$	1 364,64875	a=100; b=75
<b>Lame d'eau ruissellée Lr10 (mm)</b>		11,55058	
<b>Volume ruisselé Vr10 (m³)</b>		11 335 140,29163	
<b>Débit moyen de ruissellement Qmr10 (m³/s)</b>		62,21354	Prenons une valeur du coefficient de pointe $\alpha = 2,6$
<b>Débit maximal de pointe Qr10 (m³/s)</b>		161,75521	Qr10 $\approx$ Qr10 calculée par la méthode ORSTORM qui est de 17,507m³/s
<b>Volume d'écoulement retardé Vret10 (m³)</b>		884 140,94275	
<b>Volume de crue décennale Vc10 (m³)</b>		12 219 281,23437	
<b>Dégradation Spécifique (m³/Km²/an)</b>		130,55426	Formule de GOTTSCHALK (USA)
<b>Volume de dépôt solide (m³)</b>		1 921 787,06041	Nous prenons un temps de 15 ans à partir de laquelle il faudrait faire un currage de la retenue
<b>Dégradation Spécifique (m³/Km²/an)</b>		153,44303	Formule EIER-CIEH (GRESILLON)
<b>Volume de dépôt solide (m³)</b>		2 258 714,70152	Nous prenons un temps de 15 ans à partir de laquelle il faudrait faire un currage de la retenue
<b>Volume de dépôt solide (m³)</b>		2 258 714,70152	C'est le volume à déduire dans le tracé de la courbe d'exploitation

➤ Bassin versant N°7

Superficie du Bassin Versant (km <sup>2</sup> )		1 011,00000	10 Km <sup>2</sup> < S < 200 Km <sup>2</sup> → Petit Bassin Versant
Périmètre (km)		233,60000	
Longueur du cours d'eau le plus long (m)		48 895,00000	
Indice de Gravelius (KG)	$K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}}$	2,07249	KG > 1 → Bassin Versant de forme allongée et le réseau hydrographique est de type dendritique
Longueur du rectangle équivalent	$L = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16S}}{2\sqrt{\pi S}}$	107,38530	L > 25Km → n = ?
Longueur des affluents (Km)		361,14000	
Densité de drainage (Km/Km <sup>2</sup> )	$D_d = \frac{\sum L_t}{S}$	0,40557	
Pente moyenne (m/Km)	$I = \frac{\Delta H}{S^{0,5}}$	17,67505	
Indice Global de pente Ig (m/Km)	$I_g = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L_{eq}}$	1,07091	
Dénivelée Spécifique (m)	$D_s = I_g \times S^{0,5}$	34,05090	250m < D <sub>s</sub> < 279m → Relief Fort et on peut considérer la pente transversale à 2% de la pente moyenne
Pente transversale It (m/Km)	$I_t = 5\%I$	0,88375	

<b>Ig corrigé (m/Km)</b>	$I_{gcorr} = \frac{(n-1)I_g + I_t}{n}$	1,72246	L'indice global de pente étant petit nous avons décidé de conduire le reste des calculs avec Ig=3m/Km
<b>Ig (m/Km)</b>		3,00000	Valeur choisie
<b>Coefficient d'abattement</b>	$A = 1 - \left[ \frac{(161 - 0,042 \times P_{an})}{1000} \times \log(115,32) \right]$	0,64067	
<b>Pluie moyenne décennale Pm10 (mm)</b>		83,28682	
<b>Coefficient de ruissellement pour P = 70 mm Kr70</b>		10,65953	
<b>Coefficient de ruissellement pour P = 100 mm Kr100</b>	$Kr = \frac{a}{(S+b)} + c$	12,24248	
<b>Coefficient de ruissellement Kr10</b>	Interpolation	13,82543	
<b>Temps de base Tb10 (min)</b>	$T_b = a \times S^{0,35} + b$	3 065,80719	a=250, b=300 (voir bulletin 54 de la FAO: Crues et apports)
<b>Débit moyen de la crue Qm10 (m³/s)</b>		6 341,29259	
<b>Temps de montée Tm10 (min)</b>	$T_m = a \times S^{0,35} + b$	1 376,32287	a=100; b=75
<b>Lame d'eau ruissellée Lr10 (mm)</b>		11,51476	

<b>Volume ruisselé Vr10 (m<sup>3</sup>)</b>		11 641 425,38030	
<b>Débit moyen de ruissellement Qmr10 (m<sup>3</sup>/s)</b>		63,28635	Prenons une valeur du coefficient de pointe $\alpha = 2,6$
<b>Débit maximal de pointe Qr10 (m<sup>3</sup>/s)</b>		164,54452	Qr10 $\approx$ Qr10 calculée par la méthode ORSTORM qui est de 17,507m <sup>3</sup> /s
<b>Volume d'écoulement retardé Vret10 (m<sup>3</sup>)</b>		908 031,17966	
<b>Volume de crue décennale Vc10 (m<sup>3</sup>)</b>		12 549 456,55997	
<b>Dégradation Spécifique (m<sup>3</sup>/Km<sup>2</sup>/an)</b>		130,16620	Formule de GOTTSCHALK (USA)
<b>Volume de dépôt solide (m<sup>3</sup>)</b>		1 973 970,44996	Nous prenons un temps de 15 ans à partir de laquelle il faudrait faire un currage de la retenue
<b>Dégradation Spécifique (m<sup>3</sup>/Km<sup>2</sup>/an)</b>		153,67159	Formule EIER-CIEH (GRESILLON)
<b>Volume de dépôt solide (m<sup>3</sup>)</b>		2 330 429,61749	Nous prenons un temps de 15 ans à partir de laquelle il faudrait faire un currage de la retenue
<b>Volume de dépôt solide (m<sup>3</sup>)</b>		2 330 429,61749	C'est le volume à déduire dans le tracé de la courbe d'exploitation

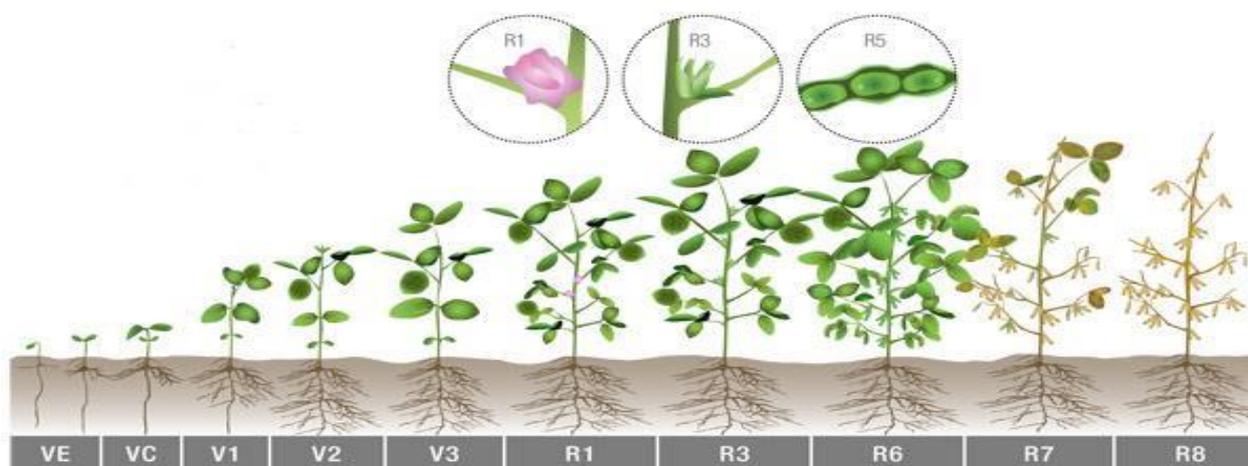
Annexe 11: Valeurs approximative de la vitesse d'infiltration et le tableau récapitulatif

Type de sol	Vitesse d'infiltration de base (mm/h)
Argile	1-7
Argilo-limoneux Sable fin-limoneux	7-15
Sablo-limoneux	15-25
Sableux	>40

RU (mm/m)	195
RU (cm/m)	19,5
Zr (m)	1
P	0,67
RFU (mm)	130
Ksat (mm/h)	11

Source : Adapté de SAWA &

Annexe 12: Différentes étapes de la croissance du soja



Source: Soybean Growth and Management Quick Guide, (McWilliams, D.A., D.R. Berglund, and G.J. Endres, 1999).

annexe 13 Les méthodes pour inciter les Agro-industriel à s'installer à Lagdo

Critères/éléments	Méthodes	Buts	Les principaux acteurs	Exemple de quelques entreprises et pays qui évoluent dans le secteur du soja
<b>Avantages compétitifs de la localité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eventuel agricole : relever les conditions climatiques favorables et la prendre en compte de la disponibilité des terres fertiles adaptées à la culture du soja dans la zone de Lagdo ;</li> <li>• Présenter le potentiel de la ressource en eau (barrage polyvalent de Lagdo) ; qui offre des grandes opportunités pour l'irrigation et la production agricole stable ;</li> <li>• Mettre en avant la proximité des marchés : la capacité d'approvisionner du soja déjà transformé aux industries locales, de l'exporter vers d'autres régions du pays.</li> </ul>	Amener l'attention des investisseurs sur les atouts spécifiques de la zone	Autorités locales, le gouvernement (ministères), ONG, les projets.	<p><b>Au Cameroun :</b></p> <p>Soyobean Processing Industry (Soproicam), basée à Douala, elle fait dans la transformation du soja en huile raffiné et en tourteaux pour l'alimentation animale ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cameroon Development corporation (CDC), elle fait dans la transformation de l'huile de palme et du soja ;</li> </ul>
<b>Incitations économiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baisser les coûts sur les taxes et subventions : travailler en synergie avec les autorités locales pour proposer des avantages fiscaux aux exploitants industriels qui s'installent ;</li> <li>• Créer les Possibilités d'accéder aux financements : mettre sur pied des partenariats avec des banques et des</li> </ul>	Diminuer les coûts initiaux pour les investisseurs et booster leurs intérêt	Le Gouvernement camerounais, les établissements Bancaires, les bailleurs de fonds et autres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Société coopératives locales : il s'agit des coopératives agricoles dans le nord et l'Adamaoua qui se sont spécialisées dans la</li> </ul>

	<p>bailleurs de fonds pour faciliter leur contact avec les crédits agricoles ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Facilité les dispositions des subventions pour les intrants : Alimenter les variétés des semences de soja améliorées et des équipements agricoles subventionnés pour amortir les coûts d'installation.</li> </ul>		établissements financiers.	production et la transformation artisanale de soja.
<b>Réalisation des infrastructures de soutien</b>	<p>Construire les routes (les routes nationales) : en améliorant les routes reliant Lagdo aux grands centres de commercialisation et d'exportation pour réduire les charges logistiques ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Assurer l'accès à l'énergie et à l'irrigation : garantir un accès stable et continu de l'eau et de l'électricité pour un bon fonctionnement des usines et des parcelles agricoles.</li> </ul>	Garantir un environnement adéquat et propice pour la production, la transformation et la commercialisation du soja.	Ministères des travaux publiques, les Collaborations public-privé	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <b>En Afrique :</b></li> <li>Olam International (Nigeria et autres pays africains) est une multinationale qui évoluent dans la production et la transformation du soja en Afrique, tout en mettant l'accent sur la chaîne de valeur complète ;</li> <li>Green Gold Farms (Ghana) : concentré sur la production durable de soja et sa transformation pour l'alimentation humaine et animale.</li> <li>Zambeef products (Zambie) : l'une des plus grandes entreprises agricoles en Afrique, Zambeef produit et transforme</li> </ul>
<b>Marketing et sensibilisation ciblé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programmer régulièrement des campagnes de promotion : assister à des expositions agricoles, organiser des colloques ou séminaires et des visites de terrain pour présenter les atouts que regorge Lagdo ;</li> <li>Présenter des rapports (études de cas) : partager des success story des autres investisseurs des régions similaires pour</li> </ul>	Rendre la localité attractive et visible auprès des agro-industries.	Projet VIVA-BENOUE, chambres de commerce et d'industrie, ONG locale et ailleurs.	

	inspirer confiance aux investisseurs potentiels.			le soja en huile et en aliments pour les animaux.
<b>Partenariats et valorisation des opportunités de production, transformation et commercialisation du soja à Lagdo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promouvoir la Collaboration public-privé (PPP) : tisser des partenariats entre les petits producteurs locaux et les grandes entreprises pour assurer un approvisionnement constant et à tout moment du soja ;</li> <li>• Encourager la transformation locale : proposer un plan d'affaires démontrant les marges potentielles et la demande galopante de ces produits dans la région et à l'extérieur</li> </ul>	Renforcer l'impact économique de la production et assurer un marché pour les producteurs locaux.	Agro-industries, producteurs locaux, nationaux et internationaux.	<p>❖ <b>Dans le monde :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargill (Etats-Unis) : c'est une très grande entreprise agroalimentaire à l'échelle mondiale qui produit, transforme et commercialise du soja pour les huiles alimentaires et tourteaux pour bétails ;</li> <li>• Archer Daniels Midland (ADM) au États-Unis, elle est spécialisée dans la transformation du soja en divers produits, y compris les protéines végétales, l'huile et d'autres sous-produits également.</li> <li>• Bunge (États-Unis) : elle exporte énormément ses</li> </ul>

				<p>produits (huiles végétale, protéine végétale...) vers l'Europe et l'Asie et fait dans la production et la transformation du soja et du canola.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Louis Dreyfus Company (LDC) c'est une entreprise clé dans concernant le commerce international du soja, elle intervient également dans la transformation des matières premières agricoles. A l'origine basée en Asane, mais aujourd'hui à Amsterdam Pays-Bas</li></ul>
--	--	--	--	--

Annexe 14 : Détermination du débit du système

<b>Dimensionnement de la parcelle</b>	<b>Valeurs</b>
Superficie nette (ha)	27,6768
Nombre de parcelle	12
Longueur périmètre (m)	528
Largeur périmètre (m)	496
Temps par poste d'arrosage Ts (h)	5
Dose brute Db (mm)	13,04
E rampe (m)	8
E asperseur (m)	8
N_outlet	1
L_outlet (m)	680
L rampe	248
Nasp/rp	31
Qrp (l/h)	12648
Nrp_simul_ini	12
Longueur porte rampes (m)	88
Nprp final	12
Nrp/prp	12
Nrp final	144
Nombre de rampes simultanées finale	24
Nombre de rampe simultanées finale retenu	24
Q prp (l/h)	151776
Nasperseur final	4464
Qe(l/s/ha)	1,006
Qsysteme (m3/h)	100,3

Annexe 15 : Dimensionnement préliminaire

<b>Dimensionnement préliminaire</b>	
<b>Dose brute Db (mm)</b>	<b>13,04</b>
<b>Tour d'eau T(j)</b>	<b>3</b>
<b>Espacement rampe (m)</b>	<b>8</b>
<b>Espacement aspereur (m)</b>	<b>8</b>
<b>Long_peri(m)</b>	<b>576</b>
<b>Larg_peri(m)</b>	<b>496</b>
<b>Lpar (m)</b>	<b>248</b>
<b>lpar (m)</b>	<b>96</b>
<b>Nb_rampe</b>	<b>144</b>
<b>Temps de travail (Twmax) en h</b>	<b>10</b>
<b>temps de poste Ts (h)</b>	<b>2,0454902</b>
<b>Nb_rp_sim</b>	<b>9,8183529</b>
<b>Nb_poste/j</b>	<b>4,8888037</b>
<b>q_asp(l/h)</b>	<b>408</b>

Annexe 16 : Catalogue de l'asperseur LPW 2450

TABLEAU DE PERFORMANCES

TAILLE BUSE (MM)	CODE COULEUR	PRESSION DE FONCTIONN. (BAR)	DÉBIT (L/H)	DIAMÈTRE ARROSE* (MI)	PRÉCIPITATION (MM/H)				
					ESPACEMENT (M X M)				
					8 X 8	8 X 10	9 X 9	9 X 10	10 X 10
2.0 + 1.8	Blanc + Vert	1.0	286	17	4.5	3.6	3.5	3.2	2.9
		1.5	350	20	5.5	4.4	4.3	3.9	3.5
		2.0	404	21	6.3	5.1	5.0	4.5	4.0
2.2 + 1.8	Marron + Vert	1.0	310	18	4.8	3.9	3.8	3.4	3.1
		1.5	380	20	5.9	4.8	4.7	4.2	3.8
		2.0	439	21	6.9	5.5	5.4	4.9	4.4
2.5 + 1.8	Violet + Vert	1.0	408	19	6.4	5.1	5.0	4.5	4.1
		1.5	450	21	7.0	5.6	5.6	5.0	4.5
		2.0	577	22	9.0	7.2	7.1	6.4	5.8

\* au moins 0.5 mm/h

\*\* Tableau de performances préparé dans des conditions de laboratoire. Arroseur à 1.0 mètre au dessus du sol

CU = ou > que 92%    CU = ou > 88% et < 92%    CU = ou > 86% et < 88%    CU < 86%

CONDITIONNEMENT

MODÈLE	QUANTITÉ P/ CARTON UNITÉ	TAILLE CARTON (CM X CM X CM)	POIDS CARTON (KG)	NB CARTONS P/PALETTE	TOTAL UNITÉS P/PALETTE	POIDS PALETTE (KG)
LWP 2450	200	54 x 22 x 48	13.0	20	4000	270

LWP 2450 CODE CATALOGUES

TAILLE BUSE (MM)	CODE COULEUR	DÉBIT (L/H) *	CODE CATALOGUE	ILLUSTRATION
2.0 + 1.8	Blanc + Vert	350	60100-004000	
2.2 + 1.8	Marron + Vert	380	60100-004001	
2.5 + 1.8	Violet + Vert	450	60100-004002	

\* Pression nominale de fonctionnement à 1.5 bar de pression.

Annexe 17 : Dimensionnement des conduites

Conduites	Q(m <sup>3</sup> /h)	Longueur m)	Dint (mm)	Dcom (mm)	Vr (m/s)	F	ΔH (m)
Rampes	12,648	248	51,31	75	0,80	0,37	0,95
Porte rampe	151,776	96	177,74	200	1,34	0,39	0,32
oulet	303,552	780	251,36	280	1,37	0,44	1,97
V (m/s)	1,7						

	a	m	n
<b>Tubes en plastiques</b>	<b>0,001101</b>	<b>4,88</b>	<b>1,84</b>

Annexe 18 : Coût de mise en œuvre du Plan de Gestion Environnemental et Social

Mésures	Unités	Quantités	Coûts unitaires en FCFA	Coûts totaux
Le suivi mensuel de la mise en œuvre du PGES par le service forestier	Mois	24	100 000	2 400 000
Matériels de soins	U	FFT		40 750 000
Reboisement	U	FFT		20 750 000
Total HT				61 500 000
TVA (18%)				13 500 000
Total TTC				75 000 000

Annexe 19 : Carte du plan d'ensemble du perimetre avec localisation de la parcelle d'étude

