



**CONCEPTION DE DEUX (2) PERIMETRES IRRIGUES DE 2 HA  
ET 0,6 HA POUR LA PRODUCTION MARAICHERE ET DE  
MORINGA SOUS MICROASPERSION PHOTOVOLTAIQUE A  
KAMBOINSE, PROVINCE DU KADIOGO**

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 (GEAAH)**

-----  
Présenté et soutenu publiquement le

**Tahirou SANOU (20200066)**

**Directeur de mémoire : Dr. Amadou KEITA**, Enseignant-Chercheur, Maitre de Conférences (CAMES), Laboratoire Eaux Hydro-Systèmes et Agriculture (LEHSA), Institut 2iE

**Encadrant 2iE : Dr Roland O. YONABA**, Enseignant-Chercheur, Maitre-Assistant (CAMES), Laboratoire Eaux Hydro-Systèmes et Agriculture (LEHSA), Institut 2iE

**M. Bassirou BOUBE** : Enseignant, 2iE

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : **Dr. Dial NIANG**

Membres et correcteurs : **M. Bassirou BOUBE**

**Mme. Rosella MANTORO**

**Promotion [2022-2023]**

## **DEDICACE**

Je dédie ce travail de mémoire à :

Mon regretté cher père SANOU Sagazé qui a toujours cru en moi, qu'il trouve en ce travail l'effort de ses sacrifices ;

Mon adorable mère KONATE Nana pour son amour, sa confiance, ses sacrifices et son soutien sans faille depuis toujours ;

Mon frère SANOGO Issa et son épouse TIEMTORE Cécile pour leurs confiances et leurs soutiens inconditionnels ;

Mes frères et sœurs pour leurs soutiens et leurs bénédictions

Mes neveux pour leur accompagnement et soutiens multiples ;

## **REMERCIEMENTS**

La réalisation de ce mémoire de fin d'études a été rendu possible grâce au concours appréciable d'un certain nombre de personnes physiques et morales. Il est donc pour moi un grand honneur et un réel plaisir de rendre hommage, de témoigner ma profonde reconnaissance et de formuler mes remerciements aux personnes qui ont apporté leur soutien et contribué à finaliser ce travail.

Je souhaiterais en premier lieu à remercier :

- L'institut 2iE pour sa brillante formation pleine d'innovation ;
- Mon directeur de mémoire, Dr. Amadou KEITA pour son encadrement, ses précieux conseils et sa disponibilité tout au long de la rédaction de ce mémoire ;
- Mon encadrant Dr. Roland YONABA pour son encadrement, ses précieux conseils et sa disponibilité tout au long de la rédaction de ce mémoire ;
- Mon second encadrant, M. Bassirou BOUBE, pour son appui et ses conseils ;
- Ma collègue de stage SAWADOGO Absétou pour sa collaboration et sa disponibilité ;
- Tout le corps professoral du 2iE pour leur dévouement dans la formation. Je tiens également à remercier et à adresser ma gratitude aux personnes suivantes, pour l'expérience enrichissante que j'ai eu la chance de vivre au sein de 2iE :
- CESSOUMA Abdoul Razak, CISSE Mansourou, KONDA Moussa, PORGO Denis Junior, OUAGRE Abel Oswald, OUEDRAOGO Marie Viviane, KOISSI Modest, tous les camarades et amis dont je n'ai pas mentionné leurs noms.

Par crainte d'avoir oublié quelqu'un, que toutes celles et tous ceux dont je suis redevable se voient ici vivement remerciés. Je vous témoigne ma gratitude reconnaissance.

## **RESUME**

L'objectif général de cette étude est de réaliser la **conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0,6 ha** respectivement pour la production maraîchère de l'oignon et la production de moringa sous micro-aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo. La méthodologie adoptée a commencé par une recherche documentaire, suivie par l'état des lieux et l'identification des sites d'études, et les mesures d'infiltration ainsi que les études techniques des différents aménagements. Les périmètres **maraichers (2 ha)** et de **moringa (0,6 ha)** ont été dimensionnés suivant la même méthode, donc principalement par : le choix de la variété (spéculation), le design préliminaire, le design final et le choix et dimensionnement de la source d'énergie, soit le pompage par micro-aspersion par pompage photovoltaïque, chacun approvisionné en eau par un forage de niveau dynamique **60 m** avec un débit d'équipement de **1,52 l/s/ha** et un débit du système de **10,56 m<sup>3</sup>/h** (pour l'aménagement de maraicher) et **5,28 m<sup>3</sup>/h** (pour le périmètre en moringa). Les forages des périmètres sont équipés de pompes immergées de type **Grundfos SQF**. Sur les deux sites nous avons un temps d'arrosage maximal **16 h/j** avec un tour d'eau qui est de **2 jours**. Le système retenu est la micro-aspersion et nos asperseurs sont de type « rotateur » la tête dirigée vers le haut. La pression nominale des asperseurs est de **1,5 bar**. Nous avons choisit des conduites de type PVC et PEHD avec une **classe de pression 4 bar (PN4)**. L'étude financière a permis de déterminer le coût à l'hectar qui s'élève a **17 659 980** francs CFA pour le périmètre maraicher et **7 845 775** francs CFA . Le coût global du projet s'élève à **43 722 393** francs CFA.

---

**1 – Moringa Oleifera**

**2 – Ferme Agricole Intégrée**

**3 – Micro-aspersion**

**4 - Maraichage**

**5 - Pompage photovoltaïque**

## **ABSTRACT**

The general objective of this study is to design two (2) irrigated perimeters of 2 ha and 0.6 ha respectively for market gardening and moringa production under photovoltaic micro-sprinklers in Kamboinsé, Kadiogo province. The methodology adopted started with a documentary research, followed by the inventory and identification of the study sites, and the infiltration measurements as well as the technical studies of the different developments. The market garden (2 ha) and moringa (0.6 ha) perimeters were sized according to the same method, therefore mainly by the choice of the variety (speculation), the preliminary design, the final design and the choice and sizing of the energy source, i.e. pumping by micro-sprinkler by photovoltaic pumping, each supplied with water by a borehole of dynamic level 60 m with an equipment flow rate of 1.52 l/s/ha and a system flow rate of 10.56 m<sup>3</sup>/h (for the market garden development) and 5.28 m<sup>3</sup>/h (for the moringa perimeter). The perimeter boreholes are equipped with Grundfos SQF submersible pumps. On both sites we have a maximum watering time of 16 h/d with a water turn of 2 days. The chosen system is the micro-sprinkler and our sprinklers are of the "rotator" type with the head directed upwards. The nominal pressure of the sprinklers is 1.5 bar. We have chosen PVC and HDPE pipes with a pressure class of 4 bar (PN4). The financial study determined the cost per hectare, which amounts to 17,659,980 CFA francs for the market garden perimeter and 7,289,117 CFA francs. The overall cost of the project is 42,609,077 CFA francs.

---

### **1 - Moringa Oleifera**

### **2 - Integrated Agricultural Farm**

### **3 - Micro-sprinklers**

### **4 - Maraichaige**

### **5 - Photovoltaic pumping**

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

## **LISTE DES ABBREVIATIONS**

<b>2iE</b>	: Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
<b>ACF</b>	: Action Contre la Faim
<b>AHA</b>	: Aménagement Hydro-Agricole.
<b>CBPV</b>	: Château d'eau+ Batteries + panneaux solaire Photovoltaïque
<b>ECOWAP</b>	: Politique agricole régionale de la CEDEAO
<b>FAI</b>	: Ferme Agricole Intégrée à 2iE
<b>FAO</b>	: Food and Agriculture Organizations
<b>H75</b>	: Hauteur Manométrique total de 75m
<b>HMT</b>	: Hauteur Manométrique Totale
<b>LiFePO4</b>	: Lithium Fer Phosphate
<b>ODD</b>	: Objectifs de développement durable
<b>PT</b>	: Prix Total
<b>PU</b>	: Prix Unitaire
<b>PVC</b>	: Polychlorure de Vinyle
<b>RFU</b>	: Reserve Facilement Utilisable.
<b>SWC</b>	: Soil Water Characteristics

## **SOMMAIRE**

Dédicace .....	i
Remerciements .....	ii
Résumé .....	iii
Abstract .....	iv
Liste des abréviations .....	v
Liste des tableaux .....	viii
Liste des figures .....	x
Fiche technique de l'étude.....	xi
Introduction .....	1
I. Présentation de la structure d'accueil et la zone d'étude .....	3
I.1. Présentation de la structure d'accueil.....	3
I.2. Présentation de la zone d'étude .....	3
II. Présentation du projet .....	6
II.1. Contexte et justification .....	6
II.2. Cadre contextuel de l'étude .....	7
II.3. Objectifs de l'étude .....	7
II.4. RESULTATS ATTENDUS .....	8
II.5. Données de base de l'étude.....	8
II.6. Organisation des aménagements.....	9
III. Méthodologie de l'étude.....	10
III.1. Méthodologie du travail.....	10
III.2. Méthodologie de dimensionnement des périmètres irrigués .....	11
IV. Résultats de l'étude .....	29
IV.1. Résultats du dimensionnement des périmètres irrigués .....	29
IV.2. La maisonnette .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
V. Etude financière du projet ET JUSTIFICATION DES CHOIX OPERES .....	54
V.2. IV.4 Notice d'impact environnemental du projet (NIE).....	58
VI. Compétences acquises pendant le stage.....	59
Conclusion.....	60
Recommandations .....	61
BIBLIOGRAPHIE .....	62

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

ANNEXES ..... 64

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Matériel utilisé pour les études de terrain .....	11
Tableau 2 : Logiciels utilisés pour les études techniques.....	12
Tableau 3 : Formule de calcul des paramètres du dimensionnement préliminaire .....	22
Tableau 4 : Formule de calcul des paramètres du dimensionnement final. ....	25
Tableau 5 : Récapitulatif de la caractérisation du sol des différents sites étudiés. ....	30
Tableau 6 : Résultats de l'essai granulométrique.....	30
Tableau 7 : Caractéristiques de l'oignon. ....	35
Tableau 8 : Découpage parcellaire. ....	35
Tableau 9 : Besoin en eau de l'oignon en campagne sèche.....	36
Tableau 10 : Résultats du design préliminaire. ....	39
Tableau 11 : Organisation de l'arrosage du périmètre maraîcher.....	40
Tableau 12 : Caractéristiques de l'asperseur retenu. ....	41
Tableau 13 : Caractéristiques des conduites. ....	42
Tableau 14 : Caractéristiques de la conduite de transport.....	43
Tableau 15 : Dimensions des différentes parcelles du périmètre moringa .....	45
Tableau 16 : Récapitulatif des résultats du dimensionnement préliminaire.....	46
Tableau 17 : Organisation de l'arrosage du périmètre moringa. ....	47
Tableau 18 : Caractéristiques des conduites du périmètre moringa.....	47
Tableau 19 : Caractéristiques de la conduite de transport.....	48
Tableau 20 : Caractéristiques de la pompe choisie. ....	49
Tableau 21 : Données de base pour le dimensionnement des batteries. ....	50
Tableau 22 : Sélection des batteries Tableau 23: Sélection des batteries .....	51
Tableau 24 : Données de base pour le dimensionnement du champ photovoltaïque.....	52

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

Tableau 25 : Résultat du dimensionnement du champ photovoltaïque du périmètre maraicher. .....	52
Tableau 26: Résultat du dimensionnement du champ photovoltaïque du périmètre moringa.	52
Tableau 27 : Récapitulatif du cadre du devis estimatif de l'aménagement du périmètre maraicher.....	55
Tableau 28 : Récapitulatif du cadre du devis estimatif de l'aménagement du périmètre moringa. .....	55
Tableau 29 : Cout de production et comptes d'exploitation du Moringa.....	57
Tableau 30 : justification des choix techniques fait pour le périmètre maraicher et moringa.	58

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Situation géographique de l'arrondissement Sig-Noghin : Localisation du village de Kamboinsé.....	4
Figure 2 : Localisation des périmètres irrigués .....	9
Figure 3 : Périmètre maraicher.....	13
Figure 4 : Périmètre de moringa.....	14
Figure 5 : Mise en place du double anneau et remplissage a rat.....	15
Figure 6: Mesures d'infiltrations au double anneau.....	15
Figure 7 : Tamisage des échantillons .....	16
Figure 8 : Tamis de différents mailles utilisés pour le tamisage .....	16
Figure 9 : Prélèvement d'échantillon de sol à l'aide de la tarière .....	17
Figure 10 : Echantillon placé dans l'étuve (105°C).....	17
Figure 11 : Lavage de l'échantillon et lecture au densimètre. ....	18
Figure 12 : Disposition parcellaire du périmètre maraicher (2 ha) .....	33
Figure 13 : Variété d'oignon retenue (le Violet de Galmi).....	34
Figure 14 : Asperseur retenu .....	41
Figure 15 : Disposition parcellaire du périmètre moringa oleifera. ....	44

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

## **FICHE TECHNIQUE DE L'ETUDE**

<b>Localisation</b>		
Communes concernées	Ouagadougou	
Provinces	Kadiogo	
Région	Centre	
Pays	Burkina Faso	
	<b>Périmètre maraîcher</b>	<b>Périmètre moringa</b>
Superficie d'un périmètre	2 ha	1
Nombre de périmètres	1	2 jours
Tour d'eau	2 jours	3
Nombre de poste par jour	5	2,67 h
Temps de poste	3,2 h	132 l/h
Débit asperseur	132 l/h	3
Nombre de parcelles	10	1

## **FICHE TECHNIQUE D'ETUDE : SECTION POMPAGE**

<b>Périmètre maraîcher</b>	
HMT	77,24m
Source d'énergie	Hybride (solaire associés aux batteries)
Caractéristiques des conduites	PVC et PEHD
<b>Périmètre moringa</b>	
HMT	77,24m
Source d'énergie	Hybride (solaire associés aux batteries)
Caractéristiques des conduites	PVC et PEHD

## **INTRODUCTION**

Le Burkina Faso est un pays majoritairement à vocation agricole. Le secteur rural, source de subsistance de plus de 80% de la population active, contribue à près de 38% à la constitution du produit intérieur brut (PIB) dont 17,4% par le sous-secteur de la production agricole. (DGESS/MAAH, 2014). Les performances de l'économie du pays sont étroitement liées à celle du secteur agricole qui du reste est tributaire de plusieurs problématiques, comme la pauvreté et la fragilité des sols. La pluviométrie est caractérisée par des fortes irrégularités interannuelles et spatio-temporelles (Ouedraogo et al. 2010). Ce qui a un impact direct sur le rendement et la production agricole. (Ouedraogo M. 2012).

Le Kadiogo, seule province de la région du centre du Burkina Faso, avec une population de 3 032 668 habitants en 2019 et renfermant 14,8% de l'ensemble de la population en 2019 n'est pas restée en marge de cette situation. En effet, sa population a augmenté de 76% entre 2006 et 2019 (INSD 2019). Une situation qui entraîne d'une part une augmentation des besoins alimentaires et d'autre part une réduction des espaces traditionnellement réservés à l'irrigation. Le grand défi du secteur agricole, pour les prochaines années, sera d'assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle d'une population de plus en plus croissante dans un contexte de développement durable impliquant particulièrement les collectivités locales et la jeunesse dans un processus de modernisation des exploitations agricoles. De façon spécifique, il s'agira de répondre aux questions suivantes : (i) Comment garantir une production importante hors saison de pluie et une disponibilité de produits maraichers nationaux à des moments de forte demande dans un contexte de dégradation accélérée des bases écologiques et de changement climatique ; (ii) Comment développer les filières agricoles et la liaison production-marché dans un contexte de concurrence déloyale sur le marché mondial dues à des subventions massives à certains agriculteurs par leurs Etats ; (iii) Comment assurer une maîtrise effective et une gestion de l'eau de production au regard de l'irrégularité et l'insuffisance des pluviométries et des multiples conflits constatés autour des ressources en eau.

En matière de production de moringa il s'agit de : (i) Comment assurer de façon durable la production du moringa en toute saison pour satisfaire les besoins ; (ii) Comment transformer, conserver et valoriser les produits agricoles sur le plan national.

La vulnérabilité due aux aléas climatiques, l'accroissement insuffisant de la productivité agricole et la faible diversification des revenus expliquent la persistance de l'insécurité alimentaire et économique des ménages ruraux. La mobilisation limitée des facteurs de

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

production (terre, eau, capital, travail) et la dégradation continue des ressources naturelles sont liées à la faiblesse des investissements privés et publics, mais aussi aux déficiences de l'organisation du cadre institutionnel et des capacités de gestion (FAO, 2006).

Le développement de l'irrigation est en croissance significative afin de participer à l'autosuffisance alimentaire et la réduction de la pauvreté, surtout en milieu rural. Ainsi, la tendance est l'accroissement des superficies aménagées des bas-fonds pour la production céréalière (maïs et riz) tandis que la production maraichère est une activité génératrice de revenus et essentiellement orientée vers l'accroissement du pouvoir d'achat des producteurs (FAO, 2015). Les superficies potentielles irrigables du Burkina Faso sont estimées entre 165 000 ha (MEE, 2001) et 233 500 ha (MAHRH, 2004) selon l'inclusion ou non de zones d'aménagements de sites antiérosifs. Le Centre Est a la plus forte potentialité d'irrigation après le Sud-Ouest, avec une superficie irrigable de plus 33 000 ha (FAO, 2015).

Le sujet de notre étude permet d'apporter des solutions inclusives et durables aux défis rencontrés dans le secteur agricole dans la région du Centre au Burkina Faso. Le système d'irrigation proposé pour les périmètres irrigués de notre étude est un système à maîtrise totale d'eau, innovant qui associe l'énergie solaire photovoltaïque aux batteries pour pomper l'eau du forage jusqu'aux pieds des cultures à travers un système de canalisations dont les organes terminaux sont des microasperseurs.

Pour réaliser notre étude, ce présent document est organisé suivant quatre principaux chapitres : le premier, porte sur la présentation du projet, le deuxième annonce l'étude qui constitue une partie du projet, le chapitre suivant présente le matériel et la méthodologie utilisés pour réaliser notre étude et la plus importante concerne les résultats obtenus des analyses de données et des dimensionnements.

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

Cette section du mémoire permet de décrire la structure d'accueil du projet au sein de 2iE et de mettre l'accent sur une description détaillée du projet. Elle se présentera en deux (02) points, le premier portera sur la présentation de la structure d'accueil ensuite le deuxième point annoncera le projet et ses objectifs.

### **I.1. Présentation de la structure d'accueil**

Créé le 22 Février 2007, régie par la loi du 15 décembre 1992 et Basé au Burkina Faso, l'Institut 2iE est une association internationale reconnue d'utilité publique qui résulte de la fusion et restructuration des ex-écoles inter États EIER (École d'Ingénieurs de l'Équipement Rural) et ETSHER (École des Techniciens de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural) créées respectivement en 1968 et 1970 par 14 États d'Afrique de l'Ouest et Centrale.

L'Institut 2iE est un centre d'enseignement supérieur et de recherche membre de la Conférence des grandes écoles (CGE). Spécialisée dans les domaines de l'eau, de l'énergie, de l'environnement, du génie civil et des mines, ses diplômés d'ingénieur ont reçu l'accréditation de la Commission française des Titres d'Ingénieur (CTI) ce qui leur octroie une reconnaissance européenne à travers le label EUR-ACE.

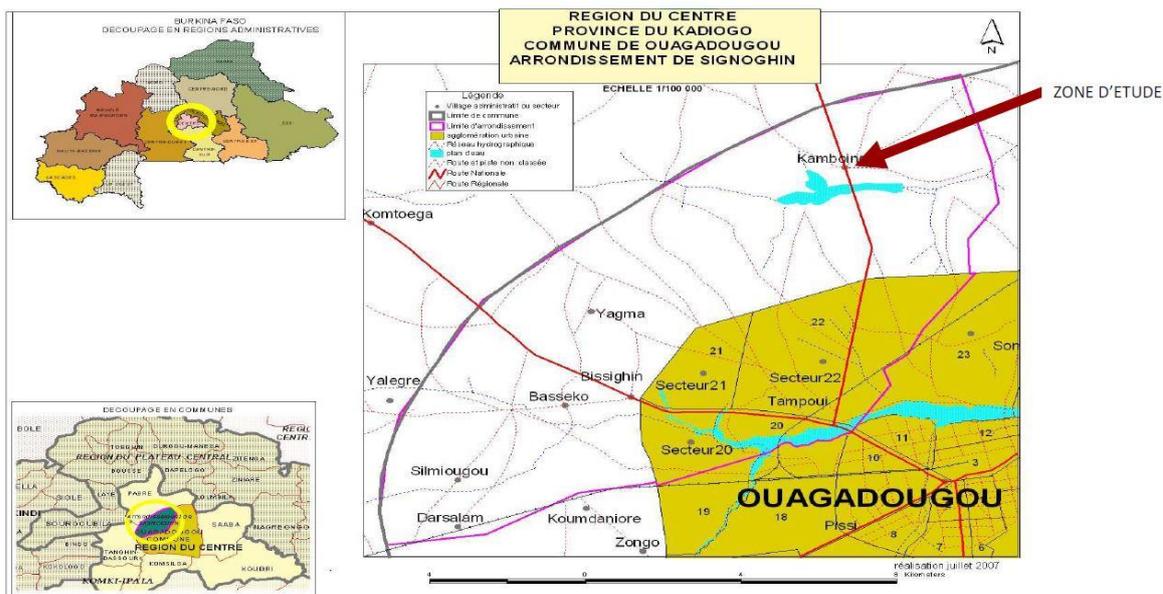
### **I.2. Présentation de la zone d'étude**

#### **I.2.1. Localisation**

La Figure 1 présente la situation de la zone d'étude.

*Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

**Carte 1:** Situation géographique de l'Arrondissement de Sig-Noghin : Localisation du village Kamboinsé



*Figure 1 : Situation géographique de l'arrondissement Sig-Noghin : Localisation du village de Kamboinsé*

### **I.2.2. Situation socio-démographique de la zone d'étude**

Le village Kamboinsé est situé dans la commune de Sig-Noghin qui est constituée de trois (03) secteurs et six (06) villages, l'étude s'est portée sur le village Kamboinsé dont les caractéristiques socio-démographiques se présentent comme suit :

#### **❖ Population**

La population du village Kamboinsé est de 9827 habitants et le nombre de ménages s'élève à 1795. Le nombre moyen de personnes par ménage est de 5 et la population est en majorité péri-urbaine.

(Source : Enquête socio-économique, 2011).

#### **❖ Climat et pluviométrie**

Situé dans la zone soudano-sahélienne, le village de Kamboinsé se caractérise par un climat tropical avec deux saisons principales. (Source : Enquête socio-économique, 2011)

La saison pluvieuse s'étend de juin à septembre, et est marquée par des vents humides de la mousson.

Les hauteurs d'eau sont rarement supérieures à 800mm par an. Les mois de juillet et d'août enregistrent les plus grandes quantités de pluies. (Source : Enquête socio-économique, 2011)

La saison sèche, la plus longue, va d'octobre à mai et est dominée par les vents d'harmattan.

La pluviométrie dans le village de Kamboinsé est très irrégulière d'une année à l'autre.

❖ **Sols**

Ce sont des sols essentiellement ferrugineux tropicaux, de type latérico-argileux reposant sur une grande masse de granites fissurés. Ces sols sont généralement pauvres, fragiles par conséquent vulnérables à l'érosion. (Source : Enquête socio-économique, 2011)

En plus l'étude de la texture des sols menée en utilisant la méthode du double anneau et l'essai granulométrique par tamisage et par sédimentométrie à montrer que, les types de sols au niveau de 2iE Kamboinsé se situent entre sols sablo-argileux et sablo-limoneux. (D'après SPAW).

❖ **Végétation**

Typique aux zones rurales, le couvert végétal est dominé par une savane arbustive claire parsemée de quelques grands arbres et une strate herbacée (arbres de taille moyenne : karité, néré, baobab ; arbustes notamment épineux et herbes) ; clairsemée du fait de son exploitation intense pour les besoins domestiques ; savane boisée aux abords de barrage. (Source : Enquête socio-économique, 2011).

❖ **Relief**

Le relief est celui du plateau mossi caractérisé par une pénéplaine peu élevée (300 à 400 m d'altitude) par rapport au niveau de la mer.

## **II. PRESENTATION DU PROJET**

### **II.1. Contexte et justification**

Dans la démarche de mise en œuvre de la FAI-2iE, divers aménagements relatifs à la production agricole sont envisagés. Il s'agit, entre autres, des aménagements de production sous irrigation. Sur l'espace K2 du campus de Kamboinsé, deux espaces de superficies 2 ha et 0,6 ha ont été identifiés respectivement pour la production maraichère et de moringa.

Ces deux cadres d'irrigation pourraient constituer des cadres de promotion à divers niveaux : dans un premier temps, ils pourront servir de champ d'application pédagogique pour les étudiants de l'Institut 2iE, mais aussi de plates formes de démonstration et/ou d'outil de formation pour les professionnels et chercheurs du domaine, sur le plan des technologies d'irrigation sous pression efficaces (économie d'eau), efficaces sur le long terme (manutention et gestion du matériel d'irrigation) et reposant sur solutions d'énergie renouvelables. En outre, ces plates formes de production pourraient aussi servir de support pour la recherche et l'innovation.

Les spéculations envisagées sur les deux aménagements sont essentiellement la maraicherculture (2 ha) et la production de moringa (0,6 ha). Le maraichage est l'une des principales activités rémunératrices de revenus au Burkina Faso. En milieu rural tout comme en zone urbaine, cette activité est beaucoup pratiquée, notamment autour des points d'eau, ce qui garantit une production hors saison de pluie, et la disponibilité de produits à des moments de forte demande. Quant au moringa (*moringa olifeira* – arbre à raifort), il s'agit d'un arbre des régions subtropicales, résistant à la sécheresse, initialement utilisé comme aliment en période de soudure, mais dont l'usage et la consommation s'est aujourd'hui très popularisé, en raison des multiples vertus nutritives, thérapeutiques et cosmétiques qui lui ont été découvertes.

Sur ces deux aménagements projetés sur la FAI-2iE, la question de l'eau est cruciale. Sous réserve de la disponibilité en eau souterraine (à débit minimal  $Q > 5 \text{ m}^3/\text{h}$ ), il est prévu de conduire l'irrigation en utilisant la micro-aspersion, qui se veut être une technique d'irrigation économe en eau, permettant de garantir l'uniformité dans l'application de la dose d'irrigation. Elle est également plus souple et plus résistante au colmatage (en comparaison au goutte à goutte), et permet de produire un microclimat bénéfique aux plantes cultivées (en raison du mode d'arrosage imitant la pluie). Ce mode d'irrigation devrait être associé à l'énergie solaire

*Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

photovoltaïque pour le pompage, afin d'intégrer des solutions à bases d'énergies renouvelables dans la pratique de l'irrigation et de permettre une meilleure rentabilité sur le long terme.

## **II.2. Cadre contextuel de l'étude**

Le secteur agricole est essentiel aux économies africaines, mais reste, de nos jours, tributaire de plusieurs problématiques, notamment la pauvreté et la fragilité des sols, le manque de ressource en eau pour l'irrigation et les aléas du changement et de la variabilité climatique. Cela est d'autant plus dommageable dans la mesure où ce secteur occupe une part très grande de la population active (à hauteur de 80% au Burkina Faso), et pourrait contribuer de façon significative à l'économie et à la production de richesse si cette agriculture devient irriguée, et soutenue par un écosystème d'activités de conservation, de transformation et de valorisation de ses produits.

L'Institut 2iE, engagé dans les questions relatives à l'eau et à sa maîtrise depuis sa création (dans les années 1960), a entrepris en 2020 de mettre en place une Ferme Agricole Intégrée (FAI-2iE) sur son campus de Kamboinsé. Ce projet est porté par une équipe multidisciplinaire d'enseignants de l'Institut 2iE, à laquelle s'associent des experts et praticiens de structures partenaires telles que ACF (Action Contre la Faim). Le projet de la FAI-2iE comporte divers volets, notamment la conception d'aménagements hydro-agricoles, la production végétale et animalière, de l'aménagement de parcs forestiers, de la transformation et de la conservation de produits végétaux et animaliers et la valorisation des déchets. En outre, la FAI-2iE permettrait d'offrir des services à la communauté, à travers la création d'emplois, la mise à disposition de produits agricoles bio et de haute qualité pour l'approvisionnement des collectivités et la génération de ressources additionnelles pour l'Institut 2iE.

## **II.3. Objectifs de l'étude**

### **II.3.1. Objectif général**

L'objectif du stage est de contribuer à l'élaboration d'un avant projet détaillé de la conception d'aménagements de périmètres irrigués dans la province du Kadiogo.

### **II.3.2. Objectifs Spécifiques**

- Analyser l'aptitude des sites identifiés à la production de moringa et à la production maraichère (en proposant des options de spéculations), tout en faisant ressortir les grandeurs

*Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

caractéristiques de ces spéculations et servant de données d'entrée à la conception des aménagements envisagés.

- Effectuer la conception technique des deux aménagements, intégrant les aspects de pompage, d'irrigation et d'énergie
- Produire une analyse financière intégrant l'évaluation du cout de réalisation des aménagements et l'estimation de leur rentabilité financière

#### **II.4. RESULTATS ATTENDUS**

- Dimensionnement et aménagement d'un (01) périmètre maraicher de 2 ha.
- Dimensionnement et aménagement d'un (01) périmètre de production de moringa de 0,6 ha.

#### **II.5. Donnés de base de l'étude**

Les données de base pour la réalisation de notre étude ont été obtenues par le biais des entretiens menées auprès de la population à travers des modèles bien définis de fiche d'évaluation rapide et de la consultation d'experts dans le domaine de l'aménagement à travers des documents écrits.

Il s'agit notamment de :

Au titre des manuels et supports de travail utilisés, nous avons :

- *Microaspersion par pompage photovoltaïque* (Amadou KEITA, 2020).
- *Irrigation par aspersion* (Amadou KEITA, 2018).

## II.6. Organisation des aménagements

La figure 2 présente l'organisation des aménagements.

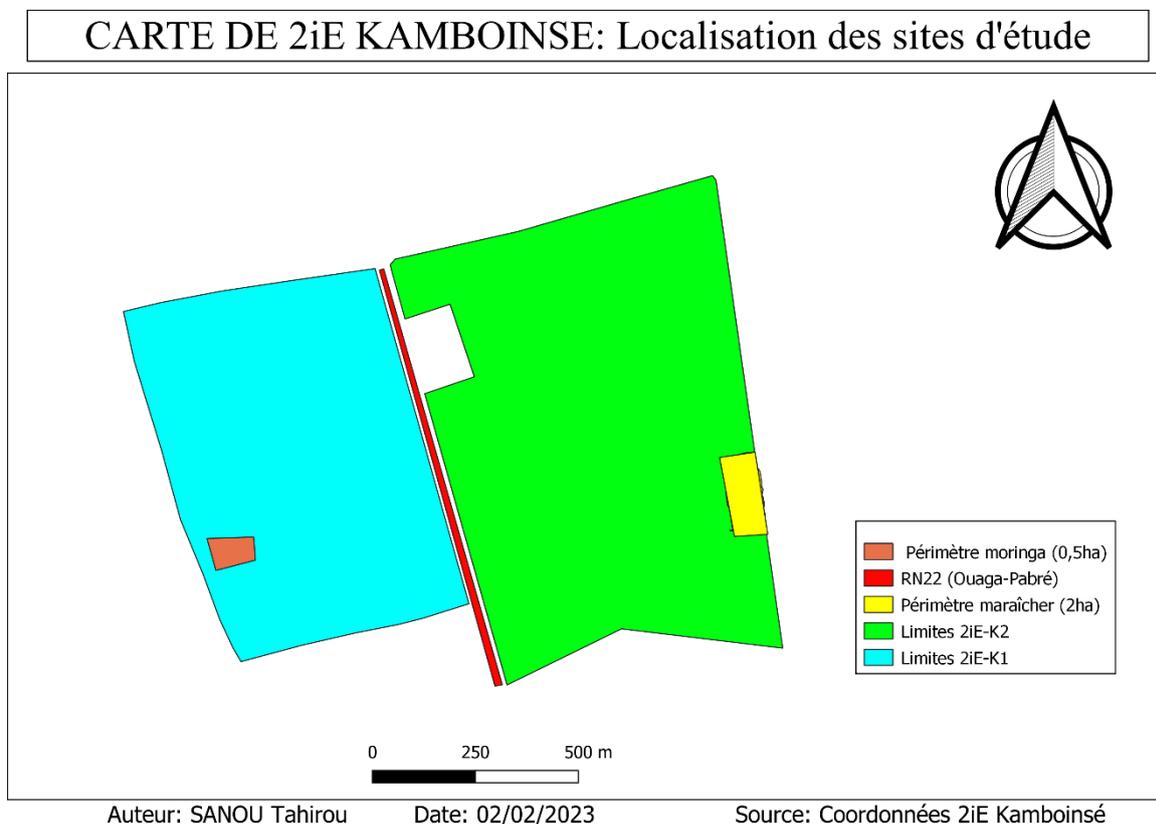


Figure 2 : Localisation des périmètres irrigués

### II.6.1. Le périmètre maraîcher et le périmètre moringa

L'aménagement type couvre une superficie de 2 ha pour le périmètre maraîcher et de 0,6 ha pour le périmètre moringa et est composée de deux parties : le réseau d'irrigation et l'unité de pompage solaire photovoltaïque.

De façon générale les différents systèmes seront actionnés par un ensemble de panneaux solaires monocristallins et de batteries LiFePo4.

Pour chaque aménagement, l'unité de pompage comprend un forage de 60 m de profondeur (**hypothèse de calcul**) ayant un débit moyen de 5 m<sup>3</sup>/h (débit minimum). Le forage sera muni d'une électropompe qui sera muni par un ensemble de batteries solaires de grande durée de vie

*Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

(8 à 10 ans). La micro-aspersion par pompage solaire photovoltaïque permettra de simplifier l'organisation de l'arrosage, de réduire la pénibilité du travail d'irrigation tout en permettant l'utilisation rationnelle de l'eau.

### **III. METHODOLOGIE DE L'ETUDE**

Le projet entendant contribuer à l'émergence du secteur agricole, a travers la réalisation des périmètre irrigués. Les activités initiées par le projet se sont focalisées autour de l'aménagement, d'un périmètre maraicher photovoltaïques, d'un périmètre de production de moringa photovoltaïques. Chaque périmètre maraicher, production de moringa sera muni d'un forage, d'un château d'eau monté a une hauteur recommandée et aura pour role de stocker l'eau pour l'irrigation.

Dans cette partie, nous présenterons les étapes de l'étude, le matériel ainsi que les méthodes de calcul utilisées.

#### **III.1. Méthodologie du travail**

La démarche méthodologique adoptée pour réaliser cette étude a été organisée comme suit :

##### **III.1.1. Recherche documentaire**

Cette étape nous a permis de faire des recherches sur des documents relatifs à des travaux similaires réalisés dans la zone du projet, des documents traitant du même sujet, ainsi que des cours et autres documents de référence sur l'aménagement des périmètres irrigués photovoltaïques. Ces documents ont essentiellement été collectés à la bibliothèque numérique de 2iE, et sur internet.

##### **III.1.2. Visite et mesures d'infiltration sur le terrain**

Réparties en deux périodes les travaux de visite de terrain se sont déroulés comme suit :

- **Du 05 septembre au 10 septembre 2022** : durant cette période, nous avons procédé à des séries d'identification et délimitation de nos sites. Sous la supervision des responsables du site de 2iE Kamboinsé, des représentants de laboratoire pédologie de 2ie, des représentants du projet FAI-2ie nous avons identifié un (1) périmètre maraicher et un (01) périmètre moringa ;
- **Du 01 Octobre au 31 Octobre 2022** : réalisation des tests d'infiltration et des essais d'analyse granulométrique par tamisage et par sédimentation, cette étape nous a permis

*Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

d'apprécier l'environnement du site à aménager (aspect physique du site) et de collecter des données afin de mieux orienter nos choix techniques pour la conception. Durant cette période, nous avons réalisé des mesures d'infiltration sur un total de deux (02) sites tous situés à 2iE Kamboinsé à savoir K1 (périmètre moringa) et K2 (périmètre maraicher). Sur le site du périmètre maraicher, les mesures ont été faites sur vingt-deux (22) points et quatre (04) points ont fait l'objet d'analyse granulométrique par tamisage et par sédimentation. Sur le site du périmètre de moringa, nous avons réalisés neuf (09) zones de mesures d'infiltration.

### **III.1.3. Dimensionnement des périmètres irrigués**

Durant cette étape, nous avons procédé au traitement des données collectées et aux analyses des différentes options techniques envisageables afin de choisir le dimensionnement le mieux adapté à notre projet et dont les résultats seront optimaux et viables à long terme.

### **III.1.4. Rédaction du mémoire technique**

Cette étape a consisté à produire un document présentant la synthèse de la méthodologie et des résultats obtenus à l'issue de l'étude.

## **III.2. Méthodologie de dimensionnement des périmètres irrigués**

Dans le cadre de notre projet, nous avons deux types de périmètres à mettre en place : le périmètre maraicher et le périmètre moringa. La superficie allouer à l'aménagement du périmètre maraicher est de 2ha et celle allouer à l'aménagement du périmètre moringa est de 0,6 ha.

### **III.2.1. Matériel utilisé**

Le matériel et les logiciels utilisés dans le cadre de ce projet sont listés dans le tableau 1 et le tableau 2. Le tableau 1 présente le matériel et les logiciels utilisés pendant les études de terrain et le tableau 2 synthétise ceux utilisés pour réaliser les études techniques.

*Tableau 1 : Matériel utilisé pour les études de terrain*

Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

Type d'essai	Outil	Description
Localisation de points/polygones	GPS Field Area MEasure	Application mobile Android de géoréférencement
Test d'infiltration	Double anneau de Muntz	Mesure de la conductivité hydraulique à saturation
Analyse granulométrique par tamisage et par sédimentation	NFP 18-540 ; NF P 94-057	Ces matériels ont été utilisé pour réaliser l'analyse granulométrique par tamisage et par sédimentation sur le périmètre irrigué.

Tableau 2 : Logiciels utilisés pour les études techniques

Désignation	Description
Google Earth	Logiciel permettant de géolocaliser et représenter des points, surface, distance sur une carte. Il a été utilisé pour l'implantation spatiale des sites et sur des cartes.
QGIS	Logiciel permettant de géolocaliser et représenter des points, surface, distance sur une carte. Il a été utilisé pour l'implantation spatiale des sites et sur des cartes.
AutoCAD	AutoCAD est un logiciel de dessin technique pluridisciplinaire en 2D et 3D. il nous a permis de dessiner la disposition des batteries, panneaux, les plans des réseaux ainsi que la maisonnette et la clôture.
CLIMWAT et CROPWAT	Logiciels de FAO, ils nous ont permis de déterminer les besoins en eau des plantes.
SWC (Soil, Water Characteristic)	Ce logiciel nous a permis de caractériser les sols des différents sites.
Microsoft Office (Excel, Word, Power Point)	Progiciel, ses outils nous ont permis de faire les calculs de dimensionnement et de rédiger le rapport de mémoire
Zotero	Logiciel permettant de d'ajouter des citations et de générer une bibliographie sur Word.
Minitab	Minitab permet d'obtenir la valeur de l'infiltrations après traitement des valeurs obtenues suite aux mesures d'infiltrations.

### III.2.2. Analyse des propriétés hydrodynamiques des sols

L'étude pédologique nous a permis de déterminer le potentiel des sols présents sur le site en tant que support viable pour les cultures, la texture des sols ainsi que leurs propriétés hydrodynamiques. Pour mener à bien cette étude, la méthode pour laquelle nous avons opté est

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

celle du double anneau ; c'est une méthode basée sur les mesures de l'infiltration de l'eau dans le sol en fonction des pas de temps bien définis.

Pour mener à bien cette étude, une sortie de terrain d'une durée de quinze (15) jours a été effectuée. Durant cette période, un total deux (02) sites a été évalué.

### III.2.3. Quadrillage de la zone

Pour commencer, nous avons ratissé les zones concernées par l'étude afin d'apprécier de visu la variation des types de sol. Par la suite, les doubles anneaux ont été placés sur les points sélectionnés tout en veillant à la représentativité spatiale des mesures. Vingt-deux (22) mesures ont été réalisées sur le site du périmètre maraîcher et dix (10) mesures ont été faites sur le site du périmètre de moringa.

Les figure 2 et figure 3 ci-dessous présentent un aperçu de cette opération de quadrillage

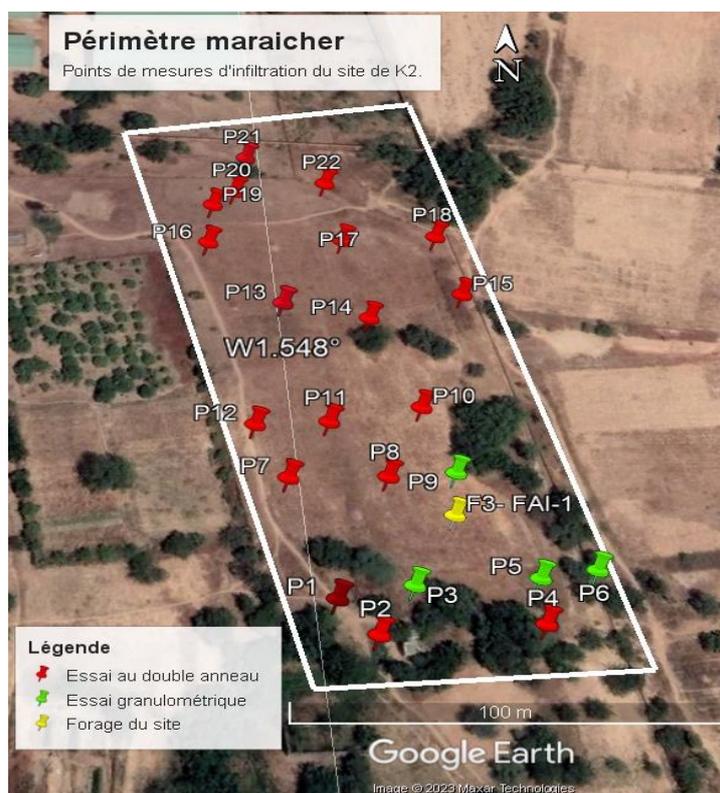


Figure 3 : Périmètre maraîcher

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

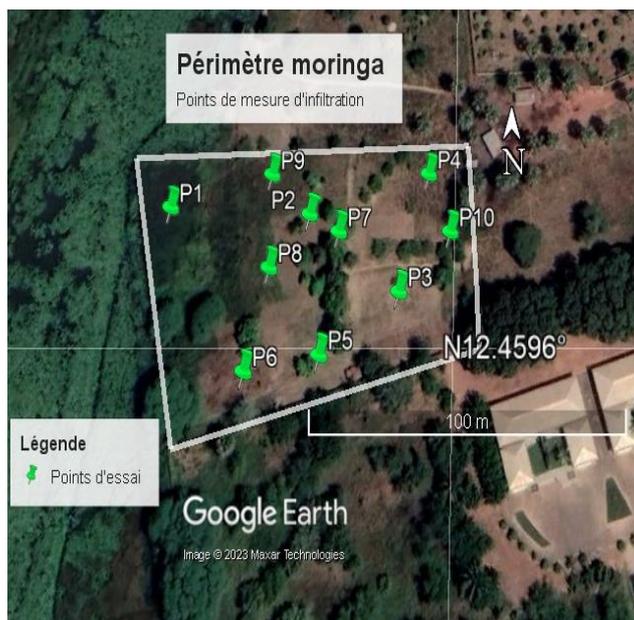


Figure 4 : Périmètre de moringa

### III.2.4. Mesures d'infiltration

La méthode utilisée est celle des mesures d'infiltration avec comme dispositif le double anneau. Les mesures d'infiltration permettent de caractériser la capacité d'infiltration d'un sol en écoulement unidirectionnel (vertical). On s'intéresse à la conductivité hydraulique du sol à saturation ( $K_{sat}$ ).

Les deux anneaux sont disposés de façon concentrique sur le sol, puis enfoncés de 5 cm en utilisant un chevron et un marteau. L'enfoncement est réalisé de façon lente et régulière, pour éviter de perturber le sol au voisinage des anneaux. Les deux anneaux doivent être au même niveau et leur horizontalité est contrôlée avec le niveau à bulle. Le principe du double anneau est de suivre l'évolution du niveau d'eau en fonction du temps dans l'anneau interne pour connaître la vitesse d'infiltration sur chaque pas de temps. (Source : protocole de Mutz)

Les figure 5 et figure 6 présentent les étapes de cette opération.

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.



Figure 5 : Mise en place du double anneau et remplissage a rat



Figure 6: Mesures d'infiltrations au double anneau

### **III.3.5 Analyse granulométrique par tamisage et par sédimentation**

L'opération se fait par tamisage après avoir éliminé à l'eau les fillers ( $< 80 \mu\text{m}$ ). Les pourcentages ainsi obtenus sont exprimés sous forme d'un graphique appelé courbe granulométrique. A partir de cette courbe, un certain nombre d'indicateurs permettent de caractériser la distribution granulométrique du matériau.

Les figures 7 et 8 présentent certaines étapes de cette opération



*Figure 7 : Pesage des échantillons*



*Figure 8 : Tamis de différents mailles utilisés pour le tamisage*

*Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

La sédimentométrie intervient dans le cadre de l'analyse granulométrique des fines d'un sol. Un sol est généralement composé d'un mélange de particules graveleuses (sable, gravier) et de particules fines (silt et argile). Or avec des particules de sol dont le diamètre équivalent est inférieur à 0,08 mm, l'utilisation de tamis est physiquement impossible. On procède alors à une analyse granulométrique par sédimentation.

Les figures 9,10 et 11 représentent des étapes de cette analyse.



*Figure 9 : Prélèvement d'échantillon de sol à l'aide de la tarière*



*Figure 10 : Echantillon placé dans l'étuve (105°C)*



Figure 11 : Lavage de l'échantillon et lecture au densimètre.

### III.2.5. Traitement de données

Le traitement des données a consisté à caractériser le sol en déterminant les valeurs de la conductivité hydraulique  $k_{sat}$  et la texture des sols. La conductivité hydraulique  $k_{sat}$  est déterminée par application de la méthode aux moindres carrés aux données de l'infiltration cumulée. Cette opération a été réalisée à l'aide du logiciel de statistique Minitab (voir annexe 2). L'infiltration cumulée ( $I_t$ ) est donnée par la formule (1).

Avec :

$$I_t = K_{sat} * t + \frac{1}{b} (i_0 - K_{sat}) * (1 - e^{-bt})$$

$I_t(mm)$  : hauteur cumulée d'eau infiltrée

$K_{sat} (mm/h)$  : conductivité hydraulique fixée à 1 au départ

$t(h)$  : temps cumulé

b : paramètre d'ajustement de la courbe de régression fixé à 1 au départ

$i_0$  : vitesse d'infiltration initiale fixée à 1 au départ

La perméabilité d'un sol est étroitement liée à sa texture et à sa structure. On observe en effet différentes classes de perméabilité selon les différents types de sols. Les caractéristiques du sol (classe de texture et humidités caractéristiques) ont été déterminées en introduisant les valeurs des conductivités hydrauliques dans le logiciel SWC (Soil Water Characteristics). Le logiciel fournit également les proportions des différents constituants du sol en place grâce aux triangles de textures. (Voir annexe 2).

### **III.2.6. Source d'approvisionnement en eau pour le fonctionnement du système**

Du fait du manque d'eau dans la zone de notre projet en général et de l'absence de ressource en eau naturelle à proximité de nos différents aménagements en particulier, nous avons opté pour l'utilisation des eaux souterraines à travers la réalisation des forages équipés de pompes électriques pour l'approvisionnement de nos systèmes. Les eaux souterraines sont pour la plupart de bonne qualité et leur disponibilité sont plus constantes que celles des eaux de surface. De plus, elles sont la plupart du temps facile à traiter et exemptes de microbes.

### **III.2.7. Quelques avantages de la micro-aspersion**

Le système retenu pour notre projet est la Microaspersion présente beaucoup d'avantages qui rendent facile son utilisation par les exploitants.

Le Tableau 3 nous donne les avantages liés a la microaspersion.

*Tableau 3 : quelques avantages du système d'irrigation*

<b>Système</b>	<b>Avantages</b>
Microaspersion	<ul style="list-style-type: none"><li>• Consommation rationnelle en eau</li><li>• Faible charge de travail</li><li>• Résiste au bouchage.</li><li>• Fonctionne avec une main d'œuvre peu qualifier.</li><li>• Présente un arrosage uniforme</li></ul>

### **III.2.8. Dimensionnement des périmètres maraicher et moringa**

Des superficies respectivement de 2 ha et 0,5 ha, les périmètres maraicher et moringa sont approvisionnés en eau chacun par un forage de 60 m de profondeur (avec une profondeur maximale acceptable du niveau dynamique de 60 m) avec un débit moyen de 5 m<sup>3</sup> par heure dans lequel une électropompe immergée prélève l'eau en utilisant de l'électricité de 220V. L'énergie fournie pour le pompage est solaire photovoltaïque. La région du Centre étant localisée entre les latitudes 12°21' à 01°31' un temps journalier d'ensoleillement de 8h en moyenne en saison sèche peut être adopté selon les études de la FAO. Les panneaux solaires photovoltaïques seront de type monocristallin, dont plusieurs études montrent qu'ils ont une durabilité de plus de 20 ans et ont un rendement pouvant atteindre 80% ( KEITA, 2020). Ces panneaux devront générer l'énergie nécessaire au pompage dans un cycle de 24 heures. Un convertisseur hybride est chargé de recevoir de l'énergie originellement fournie par les panneaux. Le convertisseur devra transformer le courant continu en courant alternatif pour faire fonctionner le système dont une partie de l'énergie est stockée dans les batteries tandis que l'autre partie sera utilisée directement pour le pompage. En l'absence d'un ensoleillement suffisant alors qu'il y a demande de pompage, l'énergie stockée dans les batteries est reprise par le convertisseur pour faire marcher l'électropompe.

Il est également prévu par site un réseau d'irrigation sous micro aspersion, une maisonnette de commande (pour abriter les batteries, les convertisseurs et le boîtier de commande) et une clôture grillagée pour abriter l'ensemble des installations.

### **III.2.9. Données de base pour le dimensionnement**

Le temps maximal d'irrigation journalière adoptée pour la zone est de 16 h. Ce temps correspond à celui requis lors de la période de pointe où le plein développement des cultures entraîne une demande en eau maximale. Les écartements entre les rampes sont de 5 m qui est pratique et facile à exécuter.

Le type de système à mettre en place pour nos deux périmètres est le système BPV-Q5-H75-S (S2,S0,6) ce qui renvoie à un système hybride avec association de batteries et de panneaux solaire, un débit de 5 m<sup>3</sup>/h, une hauteur manométrique totale (HMT) de 75 m et une superficie de 2 ha. Le pompage et l'irrigation sont simultanés. Ainsi dans BPV-Q5-H75-S, on a « B » pour Batteries, et « PV » pour panneaux solaires PhotoVoltaïques. Q5 signifie un débit en eau de 5

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

m<sup>3</sup> /h et H75 une hauteur manométrique totale de 75 m d'eau. Enfin, S2 et S0.6 informent que les superficies sur lesquelles on apporte la dose brute de 16 mm/2j sont respectivement de 2 et 0,5 hectares

### **III.2.10. Découpage parcellaire**

Pour notre projet, nous avons prévus huit (10) exploitants pour le périmètre maraicher pour une superficie totale exploitable de 2 ha et 3 exploitants pour le périmètre moringa pour une superficie total de 0,6 ha. Tous les exploitants auront respectivement la configuration (1x0,2 ha) pour le périmètre maraicher et (1x0,2 ha) et (1x0,16 ha).

### **III.2.11. Organisation de l'arrosage**

Afin d'organiser l'arrosage de manière simple et uniforme et de faciliter la distribution de l'eau à la parcelle, le périmètre a été divisé en deux blocs égaux et indépendants. Chaque exploitant possède sa vanne d'arrosage et ne dépend pas d'un autre exploitant.

### **III.2.12. Evaluation des besoins en eau des cultures**

La nature des cultures et les conditions climatiques (pluviométrie, température, humidité) sont deux facteurs essentiels dont dépendent l'estimation des besoins en eau des cultures.

Afin de pouvoir estimer les besoins en eau, nous avons utilisé les pluies mensuelles et l'évapotranspiration potentielles de PENMANN mesurées à la station synoptique de OUAGADOUGOU.

Les valeurs mensuelles des pluies efficaces sont déterminées par l'équation suivante tirée du manuel de la FAO sur les techniques d'irrigation sous pression (PHOCAIDES, 2008):

- |   |            |
|---|------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Si <math>P &lt; 70</math> mm alors <math>Pe = 0,6 * P_{moy}</math> / mois</li><li>• Si <math>P &gt; 70</math> mm alors <math>Pe = 0,8 * P_{moy}</math> / mois</li></ul> | <b>(2)</b> |
|---|------------|

De ce manuel nous a également tirés les valeurs coefficients culturaux aux différents stades de développement de la spéculacion choisie pour notre dimensionnement ainsi que leur profondeur racinaire. Les durées des stades ont été prises dans le document N°24 de la FAO (BROUWER ET HEIBLOEM, 1987). Les besoins en eau seront estimés dans un objectif d'irrigation totale par des arrosages réguliers des parcelles jusqu'à la maturation des cultures selon un calendrier

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

d'arrosage. L'évaluation des besoins bruts comprend de façon approximative les pertes en eau dans le réseau d'irrigation par les fuites.

Nous avons par la suite effectué les calculs pour le dimensionnement des aménagements en deux étapes à savoir le design préliminaire qui résume le calcul des paramètres de l'irrigation et le design final avec les calculs du réseau d'alimentation en eau.

### III.2.13. Design préliminaire des périmètres irrigués

Le design préliminaire nous a permis de déterminer la dose brute (Db) qui est la lame d'eau à introduire dans le sol pour que la plante y puise pendant la durée du tour d'eau T la quantité dont elle a besoin pour sa bonne croissance. Pour déterminer ce paramètre, nous avons déterminé l'évapotranspiration maximale (ETM), le besoin maximal de pointe (BMP<sub>pointe</sub>), la réserve facilement utilisable (RFU), la fréquence d'irrigation (F) et le tour d'eau (T). Ce design nous a également permis de déterminer le débit total du système (Qtot). Les formules utilisées pour le calcul de ces paramètres sont consignées dans le tableau 3:

Tableau 3 : Formules de calcul des paramètres du dimensionnement préliminaire

Principales formules utilisées pour le dimensionnement préliminaire	N° de l'équation
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Fréquence d'arrosage</b></li> </ul> $F_{(jour)} = \frac{RFU_{(mm)}}{BMP_{Pointe}(mm/jour)}$ <p>Avec :</p> <p><math>BMP_{Pointe}(mm/j)</math> : besoin maximum de pointe</p> <p><math>RFU (mm)</math> = Réserve facilement utilisable</p> <p>On choisira <math>T(jour) \leq F (jour)</math></p>	(3)
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Dose brute</b></li> </ul> $D_{b(mm)} = \frac{BMP_{Pointe}(mm/jour) * T}{E_a}$ $Q_{tot}(l/s) = Q_e * A$ <p>Avec :</p> <p><math>BMP_{Pointe}(mm/j)</math> : besoin maximum de pointe</p> <p><math>T (j)</math> : tour d'eau</p>	(4) (4')

<p><math>E_a</math> : efficacité d'application (90%)</p>	
<p>• <b>Temps par poste d'arrosage</b></p> $Ts(h) = \frac{Db(mm)}{Pasp(mm/h)}$ <p><math>D_b</math> (mm) : Dose brute en</p> <p><math>P_{asp}</math> : pluie de l'asperseur en (mm / h)</p>	(5)
<p>• <b>Débit d'équipement</b></p> $Q_e(l/s/ha) = \frac{Db(mm)}{T(j) * T_{wmax} * 0.36}$ <p><math>D_b</math> (mm) : Dose brute</p> <p><math>T(j)</math> : Tour d'eau</p> <p><math>T_{wmax}</math> (h) Temps maximal de travail</p>	(6)
<p>• <b>Débit du système</b></p> $Q_{syst}(m^3/h) = 3,6 * q_e * A$ <p>Avec :</p> <p><math>q_e</math> (l/s . ha) : débit d'équipement du système</p> <p><math>A</math> (ha) : superficie du périmètre</p>	(7)

### III.2.14. Design final des périmètres irrigués

Le dimensionnement final tient compte des données de base liées à la source d'eau, au sol, à la topographie, à la configuration du terrain ainsi qu'au matériel d'irrigation disponible sur le marché. Le réseau conçu doit être apte à acheminer l'eau de la source jusqu'au pied de la plante tout en respectant les conditions de pression et de débit afin de répondre aux besoins en eau de la culture.

#### ➤ Sélection des asperseurs

La sélection des asperseurs s'est faite de manière à ce qu'ils fournissent l'eau à une pluviométrie telle qu'elle ne cause pas de ruissellement ni de dommage aux plantes d'une part et avec la meilleure uniformité possible sous les conditions de vents prévalentes d'autre part. Ils doivent également satisfaire les besoins en eau d'irrigation à la fréquence d'irrigation prévue. Pour notre système nous avons adopté pour une disposition carrée (Espacement des rampes et des émetteurs identiques, ceci afin d'assurer le recouvrement et une infiltration uniforme). Nous

Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

privilégierons les émetteurs à faible pression afin de réduire les pertes de charge à l'entrée du réseau.

➤ **Pression nominale (Pnom)**

Avant de déterminer la pression nominale servant à effectuer le choix des microasperseurs, nous avons d'abord déterminer les pertes totales dans le réseau en utilisant la formule suivante :

$$\Delta P_{tot}(m) = \Delta E_{tot} + \Delta H_{tot} \quad (8)$$

Avec :

$\Delta E_{tot}$  : dénivelée topographique totale

$\Delta H_{tot}$  : perte de charge totale (friction et locale) dans le réseau prise égale

La pression nominale est donnée par la formule suivante :

$$P_{nom}(m) \geq 5 * \Delta P_{tot} \quad (9)$$

Avec :

$P_{tot}$  : perte totale dans le réseau

$P_{nom}$  : perte de charge totale (friction et locale) dans le réseau prise égale

➤ **Ecartement des asperseurs et des rampes**

Il faut adopter un écartement d'asperseurs et de rampes tels que :

$$\begin{cases} e_{asp} = Long_{perim}/n \text{ ou } e_{asp} = Larg_{perim}/n \\ e_{ramp} = e_{asp} \text{ (disposition dite " carrée ")} \end{cases} \quad (10)$$

Avec :

$Long_{perim}$  : longueur du périmètre

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

$Larg_{perim}$  : largeur du périmètre

$N$  : nombre entier diviseur de la largeur ou de la longueur

$e_{asp}$  : écartement des asperseurs

$e_{rampe}$  : écartement des rampes

➤ **Choix de la valeur du temps journalier d'irrigation ( $T_{wmax}$ )**

Le temps journalier d'irrigation  $T_{wmax}(h/j)$  en pompage solaire photovoltaïque est d'environ 8h/j si l'on n'utilise pas les batteries (FAO, 1977). Cela peut atteindre au moins 16h/j avec des batteries (KEITA, 2020).

Pour la suite du dimensionnement, nous avons utilisé les formules consignées dans le Tableau 4 ci-dessous pour la détermination des paramètres correspondants :

Tableau 4 : Formule de calcul des paramètres du dimensionnement final.

Paramètres	Formules	
Nombre de rampes en fonctionnement simultané initial ( $Nb_{rp-init}$ )	$Nb_{rp-init} = \frac{Long_{perim}}{e_{rampe}}$	(11)
Pluviométrie de l'asperseur ( $P_{asp}$ )	$P_{asp}(mm/h) = \frac{Q_{asp} * 1000}{e_{asp} * e_{rampe}}$	(12)
Temps par poste d'arrosage ( $T_S$ )	$T_S(h) = \frac{D_b}{P_{asp}}$	(13)
Nombre par poste par jour ( $N_S$ )	$N_S = \frac{T_{wmax}}{T_S}$	(14)
Débits d'équipement ( $q_e$ )	$q_e(l/s . ha) = \frac{Nb_{sous-prim} * Q_{sous-prim}}{0,36 * Lon_{perim} * Lar_{perim}}$	(15)
Débit total du système ( $Q_{syst}$ )	$Q_{syst}(m^3/h) = 3,6 * q_e * A$	(16)
Dimensionnement des conduites	$D_{th}(m) = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$	(17)
Pertes de charge dans les conduites	$\Delta H_{conduite}(m) = a * \left(\frac{Q_{conduite}}{3600}\right)^n * F * L_{conduite} / (D_{conduite})^m$	(18)
Vérification de la condition de pression dans les conduites	$\Delta P_{conduite}(m) = \Delta H_{conduite} - (E_i - E_d) \leq \Delta H_{adm} = 20\%P_{nom}$	(19)

### III.2.15. Sélection de la pompe

- **Hauteur manométrique totale (HMT)**

$$HMT(m) = H_{geo} + \sum pdc \quad (20)$$

Avec :

$H_{geo}(m)$  : hauteur géométrique

$\sum pdc (m)$  : pertes de charge à l'aspiration et au refoulement.

- **Puissance utile (hydraulique) de la pompe ( $P_u$ )**

$$P_u(kW) = \rho * g * Q_f * HMT_f \quad (21)$$

Avec :

$\rho (kg/m^3)$  : masse volumique de l'eau

$g(m/s^2)$  : accélération de la pesanteur

$Q_f(m^3/s)$  : débit au point de fonctionnement

$HMT_f(m)$  : hauteur manométrique totale au point de fonctionnement

- **Choix de la pompe**

Le choix de la pompe se fait à partir du débit à véhiculer et de la hauteur manométrique totale. Les caractéristiques nominales de la pompe à sélectionner doivent être supérieures à celles calculées. Le Débit au point de fonctionnement de la pompe dans le réseau doit être tel que :

$$Q_f(m^3/h) = Q_n \pm 5 \text{ à } 7\% Q_n \quad (22)$$

Avec :

$Q_n(m^3/h)$  : débit véhiculé dans le réseau

### **III.2.16. Calcul du nombre de batteries (Nbat) pour les périmètres irrigués**

Dans notre projet, les batteries sont utilisées pour stocker l'énergie afin qu'elle puisse être utilisée à des heures où le soleil n'est pas disponible pour assurer la continuité de fonctionnement du système. Pour déterminer le nombre de batteries nécessaires pour le bon fonctionnement de notre système, nous avons utilisé la formule suivante :

$$\mathbf{Nbat = \frac{Estock-bat (KWh)}{Ebat (KWh)}} \quad (23)$$

Avec :

*Estock-bat* = Energie totale stock batterie ;

*Ebat* = Energie unité batterie.

Toutefois, afin de déterminer le nombre de batterie nous avons préalablement déterminer les paramètres suivants : Puissance sortante des batteries (*Pout-bat*), l'énergie sortante cumulée (*Eout-bat*), la puissance rentrante (*Pin-bat*), l'énergie entrante cumulée (*Ein-bat*), la variation du volume d'énergie cumulée, le volume d'énergie nécessaire au pompage (*Ebat-pmp*), l'énergie totale stocker dans les batteries (*Estock-bat*) et l'énergie de l'unité batterie (*Ebat*). Les formules de détermination de ces différents paramètres sont consignées en (Annexe 4).

### **III.2.17. Dimensionnement des panneaux solaires pour les périmètres irrigués**

Dans les pays en voies de développement en générale et au Burkina Faso en particulier, force a été de constater que l'accès à l'énergie est difficile avec en parallèle une forte disponibilité en rayonnement solaire. Ce phénomène a entrainé un intérêt grandissant sur l'utilisation des générateurs photovoltaïques comme nouvelle source d'énergie. La réalisation d'un système de pompage photovoltaïque autonome, fiable, constitue une solution pratique et économique au problème du manque d'eau dans la zone d'intervention de notre projet. Dans notre étude, l'utilisation de l'énergie est arbitrée par un convertisseur solaire hybride qui l'enverra soit vers l'électropompe immergée pour l'irrigation, soit vers les batteries pour stockage et utilisation à des heures où le soleil n'est pas disponible. Les données de base utilisées pour mener à bien le dimensionnement du champ photovoltaïque sont : le temps de pompage journalier, la puissance

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

d'un panneau et le rendement des panneaux. La détermination du nombre de panneaux nécessaire pour le bon fonctionnement de notre système s'est faite à partir de la formule de détermination du nombre total de panneaux solaires (Npan) en passant par la détermination de la puissance totale des panneaux (Pout-pan) donnée ci-dessous.

- **Détermination de la puissance totale des panneaux :**

$$P_{out-pan} (KW) = \frac{Q_{pmp} \times HMT}{360 \times \eta \times \rho \times (1-\delta) \times (1-\theta)} \times \frac{T_{pmp}}{Tens} \quad (24)$$

Avec :

$Q_{pmp}$  : le débit de pompage en m<sup>3</sup>/h

$HMT$  : la hauteur manométrique totale en m

$\eta$  : le rendement électropompe en %

$\rho$  : le rendement des panneaux solaires en %

$\delta$  : perte dans les batteries en %

$\theta$  : pertes dans les convertisseurs en %

- **Détermination du nombre total de panneaux solaires (Npan) :**

$$N_{pan} = \frac{P_{out-pan}}{P_{pan-mod} \times 1000} \quad (25)$$

Avec :

$P_{pan-mod}$  : le module des panneaux en Wc

## **IV. RESULTATS DE L'ETUDE**

### **IV.1. Résultats du dimensionnement des périmètres irrigués**

#### **IV.1.1. Collecte de données sur le terrain**

Pour la mise en œuvre de notre projet, deux (02) sites répartis comme suit devaient être retenus :

- 01 site pour aménagement de périmètre maraicher ;
- 01 site pour aménagement de périmètre moringa.

#### **IV.1.2. Propriétés hydrodynamiques des sols**

Le Burkina Faso est caractérisé par une hétérogénéité pédologique due à la longue évolution géomorphologique et à la diversité de la couverture géologique (PHOCAIDES, 2008). La formule (4) a été utilisée pour déterminer les conductivités hydrauliques à saturations des points de mesure à partir du logiciel Minitab.

Un paramètre important permettant de caractériser un sol est sa texture, c'est-à-dire un mélange de particules minérales de différentes tailles que sont le sable, l'argile et le limon. Une terre équilibrée, que l'on nomme communément terre franche, se compose de 50 à 70 % de sable et de 15 à 20% d'argile ; elle possède un bon drainage mais également une capacité de rétention d'eau satisfaisante, ainsi qu'une fertilité élevée. Les sols contenant plus de 25 % de particules argileuses, sont considérés comme argileux. Ceux contenant moins de 8 % d'argile et 70 % de sable (ou plus), sont considérés comme des sols sableux. Le développement des plantes est intimement lié à la qualité du sol sur lequel elles sont cultivées (Cf. " Gerbeaud," 2021)

Ainsi, les essais de perméabilité et celui de l'analyse granulométrique par tamisage et par sédimentation de sol réalisés sur l'emprise des périmètres et étudiés à partir de logiciel Soil Water Characteristic montrent que nous sommes en présence de type de sol situé entre sablo-argileux et sablo-limoneux pour tous les sites.

Les sols sableux sont réputés être léger et sec. Il se réchauffe rapidement, ce qui est un atout pour les cultures précoces, mais se dessèche aussi très vite et ne retient que très mal les éléments fertilisants. Il se travaille facilement.(MEE, 2001)

Les sols argileux sont le plus souvent riche en éléments fertilisants et retiennent l'eau, mais sont lourds, peu drainés, et lent à se réchauffer. Il est dur à travailler. La combinaison des deux

caractéristiques des types de sols, donne aux sols rencontrés dans notre zone d'étude des atouts pour la pratique de l'agriculture. (MAHRH, 2004)

Le récapitulatif des résultats de notre étude sont consignés dans le *Tableau 5*.

*Tableau 5 : Récapitulatif de la caractérisation du sol des différents sites étudiés.*

<b>Site</b>	<b>Nombre de mesures au double anneau</b>	<b>Conductivité hydraulique a saturation (Ksat – mm/h)</b>	<b>Moyenne Ksat (mm/h)</b>	<b>Co-Variance (%)</b>	<b>Ecart-type</b>
Kamboinsé (K2)	22 points De double anneau	Les valeurs de la conductivité hydralique a saturation varie de 8,67 à 15,4	11,71	18,48	1,67
Kamboinsé (K1)	10 points de double anneau	7,23 à 12,39	8,83	19,80	1,98

A l'issue de l'essai au double anneau sur les deux sites, nous avons obtenu un kasat moyenne de 11,71 pour le périmètre maraicher et 8,87 pour le périmètre moringa. Le traitement des données nous a permis d'obtenir un Ecart-type pour chaque sites respectivement 1,67 et 1,98 et un Co-variance de 18,48 et 19,80. Ainsi nous pouvons dire les points sont uniformement repartis et que le sol est homogène.

Ainsi quatre (04) points ont fait l'objet d'essai analyse granulométrique par tamisage et par sédimentation. Ces points sont N°3 ; N°5 ; N°6 ; N°9. Le présent essai a concerner seulement ces quatre (04) points parce que a l'issus de l'essai au double anneau ces points présentaient des valeurs attipiques par rapport aux autres points. Donc nous avons juger nécessaire de reprendre l'étude de ces points a travers l'essai d'anayse granulométrique par tamisage et par sédimentation. Le tableau 6 ci-dessous montre les resultats de l'essai.

Les détails des resultats de l'essai sont représentés dans les annexe 2.

*Tableau 6 : Résultats de l'essai granulométrique*

<b>Désignation</b>	<b>Valeurs</b>
Pourcentage de sable (%)	42
Pourcentage d'argile (%)	19
Conductivité Hydraulique a saturation	11,86

Wilting Point (%)	12,2
Field Capacity (%)	25,4
Type de sol des sites d'étude	Sablo-limoneux à sablo-argileux

Les résultats obtenus confirment que ces points sont uniformes et la structure est homogène.

#### **IV.1.3. Source d'approvisionnement en eau pour le fonctionnement du système**

L'approvisionnement en eau de nos différents systèmes se fera par le biais de forage. Compte tenu du fait que nous n'avons pas encore de forages sur les différents terrains mis à notre disposition pour l'étude et du fait qu'aucune étude n'ait été réalisée nous avons considéré l'hypothèse selon laquelle nos sites seront équipés de forage de 75 m de profondeur, de niveau dynamique maximal admissible de 60 m et délivrant un débit de 5 m<sup>3</sup> /h minimum (Amadou KEITA, 2020).

#### **IV.1.4. Choix du système d'irrigation**

Pour le présent travail, compte tenu de la vocation de nos périmètres (maraîchage) il est prévu un système d'irrigation de micro aspersion par pompage solaire photovoltaïque. Ce système sied parfaitement à ce type de culture.

L'irrigation par micro aspersion consiste à fournir l'eau nécessaire aux cultures sous une forme analogue à la pluie naturelle. L'eau est mise sous pression, généralement par pompage, pour être ensuite distribuée au moyen d'un réseau de canalisations. L'eau sort sous la forme d'un jet et se répartit en gouttelettes qui tombent sur le sol. C'est un système efficace à 85% qui convient aux cultures comme l'oignon et s'adapte à toutes les pentes de terrain cultivable, qu'elles soient uniformes ou irrégulières (FAO, 1990). La plupart des sols étant filtrant (Cf. tableau 5 de l'Étude pédologique), la technique d'irrigation par micro aspersion se présente comme le meilleur choix, bien qu'il s'adapte également à la plupart des sols par rapport au système l'irrigation goutte à goutte.

L'eau est mise sous pression par pompage solaire photovoltaïque pour être ensuite distribuée au moyen d'un réseau de canalisations et distributeurs de type micro asperseurs. Les systèmes d'irrigation par microaspersion sont largement utilisés depuis des décennies dans le sud de la France, en Espagne et au Maghreb. En fait, ce système est testé sans interruption en conditions

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

d'exploitation paysanne par 2iE depuis les années 1990 et se révèle être d'entretien facile ou presque inexistant pour le petit exploitant (*Amadou KEITA, 2018*). Les essais de 2iE ainsi que de nombreuses études externes (*PETER,2018*) montrent que les micro asperseurs de type « rotateur » ont une très grande résilience au bouchage. La microaspersion s'adapte à des terrains de perméabilité variable, allant des sols plus ou moins sableux aux sols plus ou moins argileux, en passant par les limons. La grande étendue et l'éparpillement des sites du projet, avec des sols plus ou moins filtrants ont emmené un argument supplémentaire en faveur de l'irrigation par microaspersion. Ce système est plus économe en eau que le gravitaire et le semi-californien. Contrairement à l'irrigation goutte à goutte, les asperseurs se bouchent moins vite. Même une main d'œuvre peu qualifiée suffit donc pour la gestion et l'entretien du système d'irrigation par microaspersion.

#### **IV.1.5. Dimensionnement du périmètre maraicher**

La *figures 12* présente la configuration du périmètre et la disposition à la parcelle qui est de 0,2 ha/exploitant pour les huit (8) exploitants et deux exploitants ont une parcelle de 0,15ha (superficies moyennes par attributaire au Burkina Faso sur les périmètres irrigués à maîtrise totale de l'eau). Dans cette configuration ci-dessous, la distance entre les deux blocs est de **2,5 m** et celle entre deux parcelles est de **2,5 m**

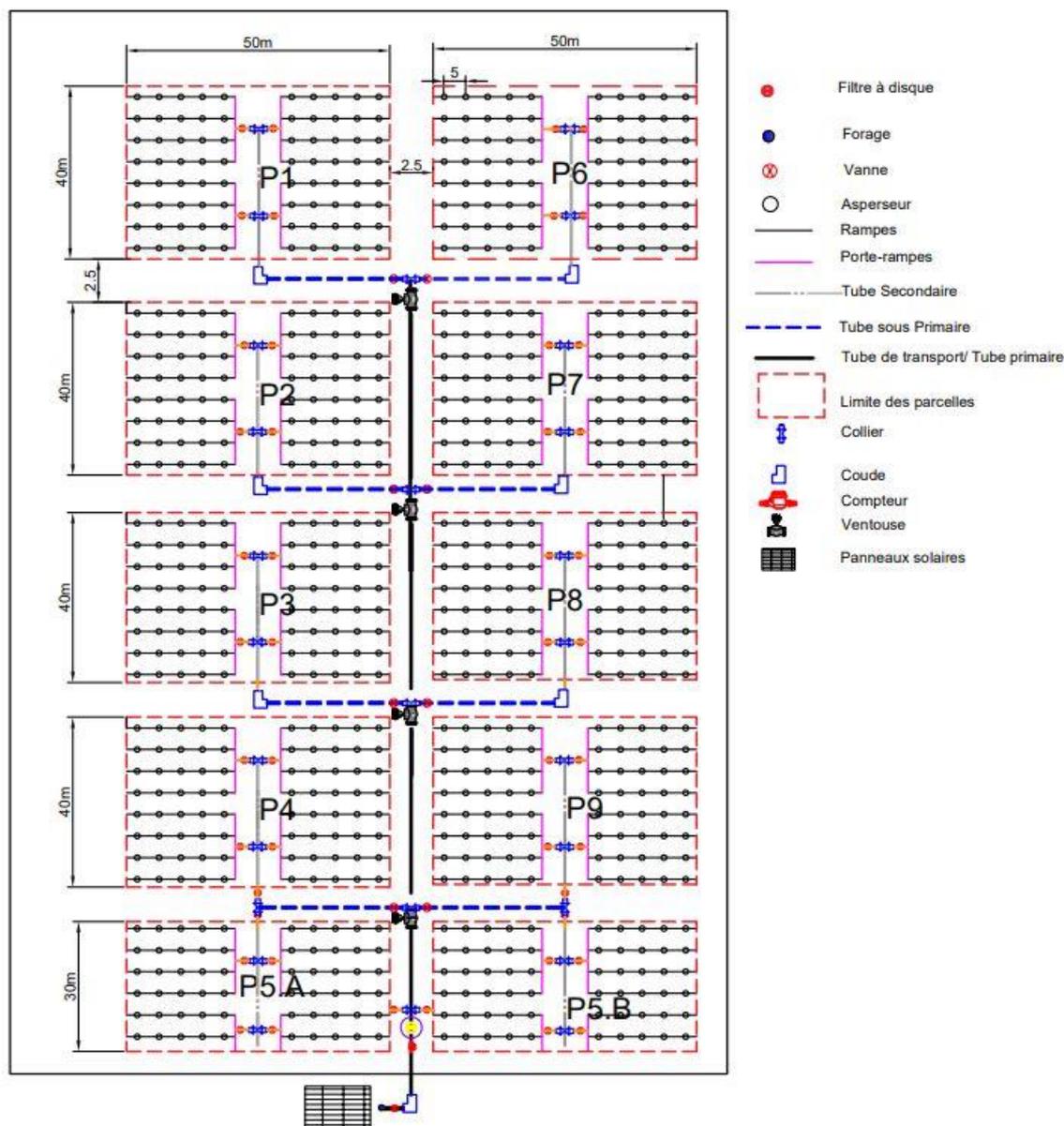


Figure 12 : Disposition parcellaire du périmètre maraîcher (2 ha)

#### IV.1.6. Présentation des données relatives à la spéculation retenue

- **Préférences des populations pour le présent projet**

Pour le présent projet, les spéculations identifiées au cours de l'évaluation rapide et en fonction des besoins de la population étaient l'oignon, la tomate, chou, le concombre, Aubergine, Poivron, Arachide, Melon et diverses formes de légumes feuilles (amarante, feuille d'haricot, célerité, persil.). Dans le cadre de notre étude, nous avons décidé de mettre l'accent sur la culture de l'oignon, car c'est une culture qui non seulement s'écoule facilement mais aussi est très rentable. De plus, elle apporte plus de valeur ajoutée et la demande sur le marché local est forte.(MAHRH, 2004)

Sur le plan pédologique, la culture de l'oignon est mieux adaptée aux sols sableux-argileux ou sableux -limoneux, riches en matière organique décomposée (Cf. Délégation générale de l'Agriculture et al., 2012) comme c'est le cas pour notre zone d'étude.

- **Présentation de l'oignon**

L'oignon est une plante biennale cultivée sous irrigation, pour ses bulbes et ses feuilles. Le cycle végétatif de la culture varie de 120 à 160 jours suivant les variétés. La plante produit à maturité un bulbe de forme ronde/épaisse ou aplatie, de couleur généralement violette ou blanche. Sa multiplication est généralement assurée par des graines noires et angulaires. L'oignon peut également être multiplié végétativement par des petits bulbes (bulbilles).(Chambre, 2015)

La variété qui sera mise en valeur dans le cadre de notre projet est le violet de galmi, qui est très appréciée par les agriculteurs et les consommateurs. En plus, le choix de cette variété se justifie par le fait qu'elle dispose une bonne aptitude a la conservation ( un taux de matière sèche de 8 a 9%). Son cycle a une durée de 150 jours ; repiquée à 2kg de semence à l'hectare pour une production de 20 à30t/ha (FAOSTAT, 2016). La figure 12 ci-dessous présente l'image de la variété choisie.



*Figure 13 : Variété d'oignon retenue (le Violet de Galmi)*

Le tableau 6 présente les différents stades de développement de l'oignon ainsi que les coefficients culturaux par stade. Sur la base de ces données, nous avons calculé les coefficients culturaux équivalents qui ont servi pour la détermination des besoins en eau de la plante.

Tableau 7 : Caractéristiques de l'oignon.

Stade de développement	Initial	Développement		Mi-saisons			Arrière saisons	
Nombre total de jours par stade	15	25		70			40	
Mois	Octobre		Novembre		Décembre	Janvier		Février
Nombre de jour par stade en fonction du mois	15	16	09	21	31	18	13	27
Kc par mois selon les stades	0,5	0,75	0,75	1,05	1,05	1,05	0,85	0,85
<b>Kc équivalent</b>	<b>0,63</b>		<b>0,96</b>		<b>1,05</b>	<b>0,97</b>		<b>0,85</b>
<b>Profondeur racinaire</b>	<b>0,5</b>							

#### IV.1.7. Données de base pour le dimensionnement

Dans le cadre de notre projet, compte tenu de la disposition choisie et de la superficie allouée à la mise en place de l'aménagement, certaines données ont été fixées.

- Le découpage parcellaire (Cf. tableau 8 ci-dessous) et configuration : compte tenu de la disposition de nos parcelles, du faible niveau de maîtrise des exploitants, de limiter les risques de conflit entre exploitants et de notre volonté de rendre chaque exploitant indépendant en ce qui concerne la gestion de sa parcelle, nous avons opté pour la disposition présentée dans le tableau ci-dessous. Pour les différentes nominations des parcelles (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 et P10) se référer à la *figure 12*.

Tableau 8 : Découpage parcellaire.

Découpage parcellaire (P1-P2-P3-P4-P5-P6-P7-P8)	
Longueur (m)	50,00
Largeur (m)	40,00
Aire (ha)	0,20

Découpage parcellaire (P5A-P5B)	
Longueur (m)	50
Largeur (m)	30
Aire (ha)	0,15

- Le temps maximal de travail : 16h ;
- Temps d'irrigation et de pompage : 16h le pompage et l'irrigation sont simultanés et se déroulent en deux période 4h-12h et 16h-24h afin d'éviter la période chaude ;

*Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

- Le temps d'ensoleillement : 8h/j. valeur à considérer dans la région du Centre (Cf. *FAO et al., 1977*) ;
- Ecartement entre les rampes : 5m.

#### **IV.1.8. Evaluation des besoins en eau des cultures**

#### **IV.1.9. Périmètre maraîcher**

Dans notre zone de projet les dernières pluies surviennent en Septembre et Octobre marque le début de la campagne sèche. Dans le cadre de notre étude, les besoins en eau ont été évalués pour la campagne sèche en considérant qu'elle débute au mois d'Octobre car avant ce mois les populations sont occupées pendant la saison pluvieuse à la production de cultures vivrières tel que le maïs, le mil, le sorgho.

Pour évaluer les besoins en eaux de la plante pendant son cycle de développement nous avons procédé comme présenté dans le tableau 1 et 2 de *annexe 3*, par la suite nous avons évalué les besoins en eau par mois, les résultats sont présentés dans le tableau 8 ci-dessous.

Après évaluation des besoins, il ressort de notre analyse que le mois de Décembre est le mois le plus contraignant pour la culture de l'oignon avec un besoin en eau s'élevant à 3355,20 m<sup>3</sup>/mois.

*Tableau 9 : Besoin en eau de l'oignon en campagne sèche.*

<b>Zone de projet</b>	<b>Mois</b>	<b>Octobre</b>	<b>Novembre</b>	<b>Décembre</b>	<b>Jeanvier</b>	<b>Février</b>
Kadiogo	Volume pratique (m <sup>3</sup> /mois)	1843,2	2902,08	<b>3355,20</b>	3224,88	2660,16

#### **IV.1.10. Périmètre moringa**

**Les données climatiques** (Eto, pluies, températures...) sont de la station météorologique **la plus proche et jugée plus fiable : la station de Ouagadougou**. L'efficacité globale retenue pour le réseau est de 85% compte tenu du système micro aspersion. Le tableau ci-dessous présente les besoins en eau pour une campagne annuelle de Moringa.

Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

Tableau 9 : Besoin en eau de la culture moringa en campagne annuelle

Culture	Moringa											
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Nom de stade	Stade arbre											
Mois	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Kc	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Pm (mm)	0	0	3,7	20,1	72,4	94,5	227,3	255,2	165,6	22	0	0
ET0 (mm/jr)	192	191,2	217,5	210,9	210,3	176	156,1	140,5	144,8	175,2	171,8	186,9
ETM (mm/jr)	153,6	152,96	174	168,72	168,24	140,8	124,88	112,4	115,84	140,16	137,44	149,52
Pe (mm/jr)	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Bn (mm)	153,12	152,48	173,52	168,24	167,76	140,32	124,4	111,92	115,36	139,68	136,96	149,04
Bb (mm)	180,14	179,38	204,14	197,92	197,36	165,08	146,35	131,67	135,71	164,32	161,12	175,34
Efficienc	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
B. Globaux (mm/ha)	2038,58											
Durée théorique (h)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Durée pratique	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Matin/1er bloc	4h-12h	4h-12h	4h-12h	4h-12h	4h-12h	4h-12h	4h-12h	4h-12h	4h-12h	4h-12h	4h-12h	4h-12h
Soir/2e bloc	16h-00h	16h-00h	16h-00h	16h-00h	16h-00h	16h-00h	16h-00h	16h-00h	16h-00h	16h-00h	16h-00h	16h-00h
Semaine : jours irrigables en vert	Lundi		Mardi		Mercredi	Jeudi		Vendredi		Samedi		Dimanche

**NB :** Les jours en couleur verte représentent le tour d'eau et les jours marqués en rouge sont les jours de repos.

#### **IV.1.11. Design préliminaire**

Pour le design préliminaire nous avons procédé de deux manières afin de vérifier la valeur de la dose brute obtenue et de se rassurer que notre dimensionnement n'ait pas été sous-dimensionné ou surdimensionné.

- **1<sup>ère</sup> méthode :** Pour obtenir les résultats principaux du design préliminaire à savoir la dose brute et le débit total, nous avons utilisé les formules (4) et (4') ci-dessus. De ce dimensionnement nous avons obtenu une dose brute de 16 mm à apporter en deux jours (tour d'eau) et un débit total de  $10,56\text{m}^3/\text{ha}$ . Le nombre de jours que les cultures maraichères peuvent supporter sans être arrosées varie entre 2 et 3 jours. De ce fait, nous avons choisi une fréquence d'arrosage de 2 jours et avons divisé le périmètre en deux blocs égaux et indépendants de sorte que le premier bloc soit arrosé le premier jour et le deuxième bloc le deuxième jour.
- **2<sup>ème</sup> méthode (facultatif et pour vérification) :** la méthode de dimensionnement adoptée ici tient compte des réalités du terrain et des paramètres obtenus à partir de cropwat notamment l'évapotranspiration de référence (ET<sub>0</sub>), elle tient également compte des pertes dans le réseau. Le dimensionnement des réseaux d'irrigation prévus pour les cultures maraichères a été fait sur la base d'une évaluation des besoins en eau d'irrigation de 8 mm/j pour la région du Centre. En effet, en se référant à Kadiogo dont l'Evapotranspiration de référence ET<sub>0</sub> en mars-avril est de 6,5 mm/j (CROPWAT, s. d.) et en prenant une efficacité d'application E<sub>a</sub> de 80%, la demande brute en eau d'irrigation s'élève à  $6,5/0,8$  soient 8 mm/j. En s'appuyant sur le type de sols plus ou moins filtrants et la pratique locale, on arrive ainsi à un tour d'eau (durée entre deux arrosages consécutifs) de 2 jours. Cela a entraîné ainsi une dose brute d'irrigation de 16 mm pour deux jours.

Après calcul par les deux méthodes, on constate que la valeur de la dose brute obtenue est la même, on peut donc conclure que le dimensionnement a été bien fait.

Afin de réduire les dépenses en énergie (pertes de charge), nous faisons le choix de minimiser le débit. Pour ce faire, nous choisissons un temps de travail de 16 h (dont 8 h de pompage au fil du soleil et 8 h grâce aux batteries). Le tableau 10 présente la synthèse des résultats obtenus.

Tableau 10 : Résultats du design préliminaire.

Désignation	Valeurs
Dose brute (mm/2j)	16
Tour d'eau (j)	2
Temps maximal de travail (h)	16
Ecartement des rampes (m)	5
Temps de pompage hybride	16h
Nombre de poste par jour	5
Débit d'équipement (l/s/ha)	1,52

Pour un système d'irrigation par aspersion le débit d'équipement doit être compris en 1,5 et 2,5 l/s/ha (Amadou KEITA, 2018), pour notre étude, le débit d'équipement obtenu est de 1,52 l/s/ha. De ce fait, les valeurs obtenues pour nos sites sont acceptables.

#### IV.1.12. Design final

Pour le design final, le réseau a été dimensionné en fonction de la configuration du système présentée à la *figure 12*.

- **Organisation de l'arrosage**

Afin d'organiser l'arrosage de manière simple et uniforme et de faciliter la distribution de l'eau à la parcelle, les périmètres de chaque zone ont été divisés en deux blocs égaux et indépendants de sorte à ce que le premier bloc constitué des parcelles P1, P2, P3, P4 et P5 soit arrosé le premier jour (on arrosera successivement les parcelles P1, P2, P3, P4 et P5A) et le deuxième bloc constitué des parcelles P6, P7, P8, P9 et P5B soit arrosé le deuxième jour (on arrosera successivement les parcelles P6, P7, P8, P9 et P5B). L'arrosage se passe par rotation entre les ouvertures/fermeture de vanne de la parcelle de l'attributaire, chaque exploitant possède sa vanne d'arrosage et n'est tributaire de l'autre pour l'irrigation. De plus, le fonctionnement d'une parcelle n'est pas lié à celui des autres exploitants. Le tableau 11 présente l'organisation de l'arrosage.

Tableau 11 : Organisation de l'arrosage du périmètre maraîcher

Jours	Parcelles	Nombre de postes	Nombre total de poste	Nombre de rampes en fonctionnement simultané
Jour 1	P1	1,00	5,00	8 rampes de 25 m soit 4 rampes par porte-rampe
	P2	1,00		
	P3	1,00		
	P4	1,00		
	P5	1,00		
Jour 2	P6	1,00	5,00	8 rampes de 25 m soit 4 rampes par porte-rampe
	P7	1,00		
	P8	1,00		
	P9	1,00		
	P10	1,00		

Le temps par poste d'arrosage est de 3,2h pour un débit d'équipement de 1,5l/s/ha ce qui est acceptable pour un système d'irrigation par micro-aspersion. Le débit à mobiliser dans le réseau pendant un poste d'arrosage est de 10,56 m<sup>3</sup>/h. les détails de calculs du dimensionnement final sont consignés dans le tableau 4 de l'annexe 3.

#### IV.1.13. Choix des asperseurs

Le choix des organes terminaux a été effectué par comparaison de leur pluviométrie à la vitesse d'infiltration du sol. Pour ce faire nous avons utilisé les formules (8), (9), (10) et (12). A l'aide du catalogue du constructeur HYRT, la *figur 13* présente le modèle d'asperseur retenu. Il s'agit d'un micro asperseur rotateur tête en haut dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau 12.

Tableau 12 : Caractéristiques de l'asperseur retenu.

Paramètres	Valeurs
Type d'asperseur	Micro asperseur Rotateur tête en haut <b>251 T/ 1,5 bars</b>
Débit (l/h)	132
Diamètre mouillé (m)	10
Pluviométrie (mm/h)	5,50
Espacement maximal entre émetteur (m)	5
Pression (bar)	1,5



Figure 14 : Asperseur retenu

Les caractéristiques de l'asperseur retenu montrent que la valeur de sa pluviométrie est inférieure à la conductivité hydraulique à saturation de notre zone d'étude présentée dans le tableau 5. Les asperseurs choisis pourront donc nous fournir l'eau nécessaire par jour pour le développement des plantes.

#### IV.1.14. Dimensionnement des conduites

##### ❖ Critères de dimensionnement

Les critères utilisés pour le dimensionnement sont les suivants :

- Les pertes de charges singulières sont prises égales à 10 % des pertes de charges linéaires ;
- Vitesses d'écoulement : 1,7 m/s maximum pour éviter les suppressions dans les conduites ;
- Diamètre des conduites : il doit permettre de véhiculer le débit de pointe sans toutefois créer d'énormes pertes de charge ;
- La pression Nominale des Conduites est de 4 bars ;
- Les coefficients de Calmon Lechapt (a, n et m) dépendent de la nature et du diamètre de la conduite ;
- Les rampes sont en Polyéthylène (PE) et les porte rampes, tertiaires, secondaires et primaires sont en Polychlorure de Vinyle (PVC).

### ❖ Rampes, porte-rampes, sous-primaires et primaires

Les conduites sont dimensionnées pour le transport des débits d'eau venant du forage au périmètre. Les diamètres obtenus lors du dimensionnement (par le biais des formules (17), (18) et (19) présentées dans le *tableau 4*) et les débits qui transitent dans les différentes conduites sont consignés dans le *tableau 13*. Les détails de calcul sont présentés dans le *tableau 5* de l'annexe 3.

*Tableau 13 : Caractéristiques des conduites.*

Conduites	Longueur (m)	Débits (m <sup>3</sup> /h)	Vitesses (m/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres Nominiaux (mm)
<b>Rampe</b>	25,00	0,65	1,7	11,63	20
<b>Porte-rampes</b>	15,00	2,60	1,7	23,26	50
<b>Sous-primaires</b>	51,00	5,20	1,7	32,90	110
<b>Primaire</b>	52,00	5,20	1,7	32,90	110

Le choix des diamètres des conduites s'est fait en respectant la double exigence que constituent le critère de Christiansen (la différence de débit entre deux microasperseurs quelconques sur l'espace irrigué ne dépasse pas 20% du débit nominal d'un microasperseur. Cette règle ne s'applique pas au tube de transport car il n'y a pas de desserte en route. (Amadou KEITA, 2020)) et la volonté d'avoir des tubes de diamètres commerciaux modérés (pour des raisons de coût réduit).

Après calcul, le choix du diamètre à retenir est celui correspondant au diamètre commercial. Il existe déjà une certaine gamme de diamètres normalisés utilisés en irrigation pour les matériaux comme le PVC et PEHD. Il s'agit de diamètres suivants : 20 mm ; 50 mm ; 63 mm, 110 mm.

Dans le cadre de notre projet, nous avons choisi d'utiliser des conduites en polyéthylène (PE), DN20 mm pour les rampes, DN50 pour les portes rampes et les tertiaires, des conduites en polychlorure de vinyle (PVC) de DN110 mm pour les conduites secondaire, sous primaire, primaires et les conduites de transport avec une classe de pression de 4 bars (PN4) tout en considérant qu'il y a une possible extension des périmètres avec association de plusieurs forages. Ces choix se justifient également par le fait que nous cherchons à minimiser les pertes

Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

de charge dans le réseau de distribution d'eau, ce qui permet d'alléger la charge de travail sur le pompage en amont, les batteries et les plaques solaires.

#### ❖ Conduite de transport ou de refoulement

Les conduites de transport/refoulement ont été dimensionnées à partir des différentes formules empiriques présentés dans le tableau 6 de l'Annexe 3. Les diamètres obtenus sont présentés dans le *tableau 14*.

*Tableau 14 : Caractéristiques de la conduite de transport.*

Formules	Débits (m <sup>3</sup> /s)	Diamètre théorique (m)	Diamètre int (mm)	Vref (m/s)	Diamètre retenu (mm)	Condition GLS (m/s)	Verification
<b>Bresse</b>	0,0014	0,057	57,01	0,57	110	<b>1,06780148</b>	<b>Ok</b>
<b>Munier</b>	0,0014	0,05	50,17	0,73	110	<b>1,001698557</b>	<b>Ok</b>
<b>Bendjaoui</b>	0,0014	0,048	48,27	0,79	110	<b>0,982547709</b>	<b>Ok</b>
<b>Bonnin</b>	0,0014	0,038	38,01	1,27	110	<b>0,871894489</b>	<b>Non</b>

Après calculs, le diamètre retenu est de 110 mm ceci dans le but de l'uniformiser avec les diamètres primaires choisis plus haut. On constate que la condition GLS est respectée pour toutes les formules empiriques sauf pour la formule de Bonnin où la vitesse de référence est supérieure à la vitesse obtenue.

#### IV.1.15. Dimensionnement du périmètre de moringa

La *figure 15* présente la configuration du périmètre moringa et la disposition à la parcelle qui est de 0,16 ha/exploitant.

Dans le cadre de notre projet, nous avons un (01) périmètre moringa à aménager dans le deuxième site (au K1). La configuration présentée par la figure 15 est le modèle à mettre en place dans le périmètre moringa à savoir BPV-Q5-H75-S0,6.

*Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

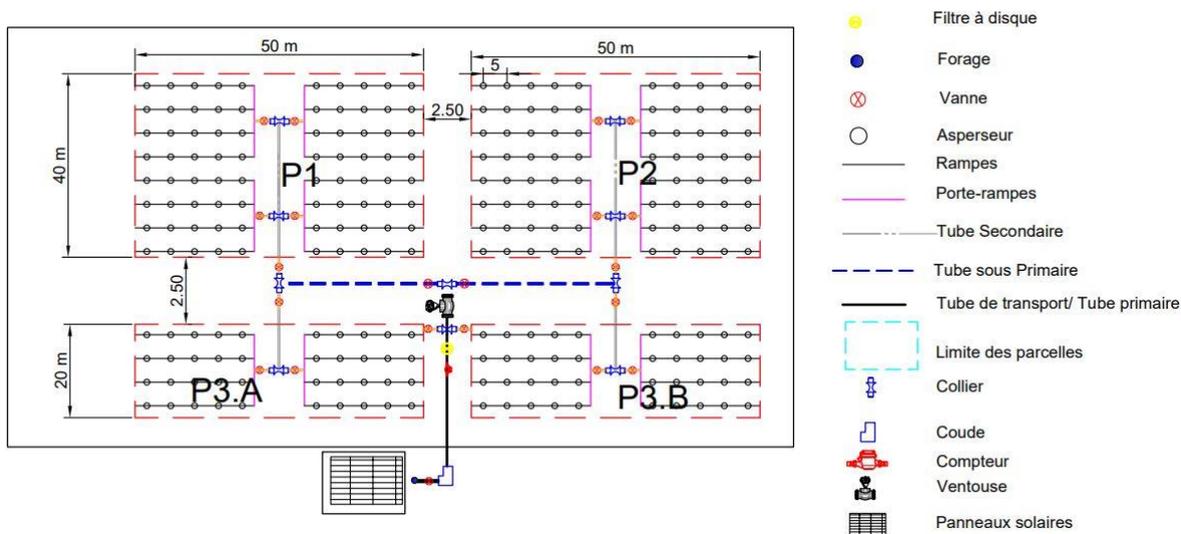


Figure 15 : Disposition parcelaire du périmètre *moringa oleifera*.

La figure 15 présente la configuration du périmètre moringa et la disposition à la parcelle qui est de 0,16 ha/exploitant.

Dans le cadre de notre projet, nous avons un (01) périmètre moringa à aménager dans le deuxième site (au K1). La configuration présentée par la figure 15 est le modèle à mettre en place dans le périmètre moringa à savoir BPV-Q5-H75-S0,6.

#### IV.1.16. Choix du type de moringa

Parmi le genre *Moringa*, les espèces *Moringa oleifera* et *Moringa stenopetala* sont les plus souvent cultivés, avec une forte prédominance de *Moringa oleifera*.

Il est recommandé d'utiliser les espèces et variétés adaptées au pays ou à la région. Les Caractéristiques d'une lignée supérieure sont des feuilles grandes et sombres, des fruits longs et tendres, un port buissonnant et une régénération rapide après la taille.

Une variété améliorée indienne, le *Moringa oleifera* PKM1, possède plusieurs de ces caractéristiques. Dans le cadre du présent projet, nous retiendrons le *moringa oleifera* pour les études de dimensionnement car elle est le type culture qui s'adapte aux zones tropicales.

#### IV.1.17. Description du moringa oleifera

Le moringa est un genre d'arbuste et de petit arbre a usage multiples : ses feuilles, ses racines et ses cosses vertes sont consommées en légumes. Toutes les parties du moringa- écorces, gousses, feuilles, noix, graines, tubercules, racines et fleurs- sont comestibles. Les feuilles sont

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

utilisées fraîches ou séchées et réduites en poudre. Les gousses contenant les graines sont cueillies encore vertes et consommées fraîches ou cuites. L'huile extraite des graines de moringa est douce, non collant, ne sèche pas et ne rancit pas, tandis que le tourteau sert à purifier l'eau potable. Les graines sont consommées vertes, grillées, en poudre, ou trempées pour le thé ou le curry.

- **Découpage parcellaire du périmètre moringa**

Pour ce projet nous avons 3 exploitants par parcelle moringa soit 0,16 ha par exploitant pour une superficie totale exploitable de 0,6 ha. L'un des exploitant possède des superficies de (2\*0,08ha) au lieu de (1\*0,16 ha) comme les autres exploitants. Les dimensions des différentes parcelles sont consignées dans le *tableau 15*.

Tableau 15 : Dimensions des différentes parcelles du périmètre moringa

<b>Découpage parcellaire (P1-P2)</b>	
<b>Longueur (m)</b>	50,00
<b>Largeur (m)</b>	40,00
<b>Aire (ha)</b>	0,16

<b>Découpage parcellaire (P3a - P3b)</b>	
<b>Longueur (m)</b>	50,00
<b>Largeur (m)</b>	20,00
<b>Aire (ha)</b>	0,08

#### **IV.1.18. Design préliminaire**

Pour obtenir les résultats principaux du design préliminaire à savoir la dose brute et le débit total, nous avons utilisé les formules (4) et (4') ci-dessus. De ce dimensionnement nous avons obtenu une dose brute de 16 mm à apporter en deux jours (tour d'eau) et un débit total de 4,22 l/s/ha. Le temps maximal d'irrigation journalière adoptée est de 8h. Ce temps correspond à celui requis lors de la période de pointe où le plein développement des cultures entraîne une demande en eau maximale. En s'appuyant sur le type de sols plus ou moins filtrants et la pratique locale, on arrive ainsi à un tour d'eau (durée entre deux arrosages consécutifs) de 2 jours. Le pompage et l'irrigation sont simultanés. L'écartements entre les rampes sont de 5 m.

Le tableau 16 présente la synthèse des résultats obtenus.

Tableau 16 : Récapitulatif des résultats du dimensionnement préliminaire.

<b>Données de base pour le périmètre moringa (BPV-Q5-H75-S0,6)</b>	
<b>Désignation</b>	<b>Valeurs</b>
<b>Dose brute (mm/2j)</b>	<b>16</b>
<b>Tour d'eau (j)</b>	<b>2</b>
<b>Temps maximal de travail (h)</b>	<b>16</b>
<b>Ecartement entre les rampes (m)</b>	<b>5</b>
<b>Débit d'équipement (l/s/ha)</b>	<b>1,52</b>
<b>Nombre de poste d'arrosage par jour</b>	<b>3</b>

Pour un système d'irrigation par aspersion le débit d'équipement doit être compris en 1,5 et 2,5 l/s/ha (Amadou KEITA, 2018). Dans le cadre de notre étude, le débit d'équipement obtenu est de 1,52 l/s/ha. De ce fait, les valeurs obtenues pour nos sites sont acceptables.

Afin de réduire les dépenses en énergie (pertes de charge), nous faisons le choix de minimiser le débit. Pour ce faire, nous choisissons un temps de travail de 16 h (dont 8 h de pompage au fil du soleil et 8 h grâce aux batteries).

#### **IV.1.19. Design final**

Pour le design final, le réseau a été dimensionné de la même manière que le périmètre maraicher suivant la configuration du système présentée à la *figure 4*.

- **Organisation de l'arrosage**

Afin d'organiser l'arrosage de manière simple et uniforme et de faciliter la distribution de l'eau à la parcelle, nous avons divisé le périmètre en deux blocs égaux et indépendants de sorte à ce que le premier bloc constitué des parcelles (P1 et P3a) soit arrosé le premier jour et le deuxième bloc constitué des parcelles (P2 et P3b) soit arrosé le deuxième jour. L'arrosage se passe par rotation entre les ouvertures/fermeture de vanne de la parcelle de l'attributaire, chaque exploitant possède sa vanne d'arrosage et n'est tributaire de l'autre pour l'irrigation. De plus,

*Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

le fonctionnement de sa parcelle n'est pas lié à celui des autres exploitants. Le tableau 16 présente l'organisation de l'arrosage.

*Tableau 17 : Organisation de l'arrosage du périmètre moringa.*

<b>Jours</b>	<b>Parcelles</b>	<b>Nombre de postes</b>	<b>Nombre total de postes</b>	<b>Nombre de rampes en fonctionnement simultané</b>
<b>Jour 1</b>	P1	2,00	3,00	8 rampes de 20 m soit 4 rampes par porte-rampes
	P3a	1,00		
<b>Jour2</b>	P2	2,00	3,00	8 rampes de 20 m soit 4 rampes par porte-rampes
	P3b	1,00		

Le temps par poste est de 2,67 h pour un débit d'équipement de 1,52 l/s/ha. Le débit à mobiliser dans le réseau pendant un poste d'arrosage est de 5,28 m<sup>3</sup>/h.

#### **IV.1.20. Choix des asperseurs**

Les asperseurs choisis sont de même type que ceux choisis pour le périmètre maraicher. De ce fait, se référer à la *IV.1.6.f Choix des asperseurs* pour plus de détails.

#### **IV.1.21. Dimensionnement des conduites**

Les conduites sont dimensionnées pour le transport des débits d'eau venant du forage au périmètre.

##### **❖ Critères de dimensionnement**

Pour les critères de dimensionnement, se référer à la partie IV.1.14. dimensionnement des conduites pour les périmètres maraichers notamment le point critère de dimensionnement.

##### **❖ Rampes, porte-rampes, sous-primaires et primaires**

Pour les justifications des différents choix opérés, se référer à la partie *IV.1.6.g Dimensionnement des conduites* plus précisément le point *rampes, porte-rampes, sous-primaires et primaires périmètre maraicher* ci-dessus. Le *tableau 17* présente les résultats obtenus.

*Tableau 18 : Caractéristiques des conduites du périmètre moringa.*

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

Conduites	Longueur (m)	Débits (m <sup>3</sup> /h)	Vitesses (m/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres Nominiaux (mm)
Rampe	25,00	0,52	1,7	10,40	20
Porte-rampes	15,00	2,08	1,7	20,81	50
Sous-primaires	40,00	4,16	1,7	29,43	110
Primaire	44,00	4,16	1,7	29,43	110
Transport	18,00	4,16	1,7	29,43	110

D'après les manuels pratiques du développement durable de ( KEITA, 2020), pour les conduites sous-primaires, primaires et transport il est recommandé des diamètres nominaux de 110 mm.

#### ❖ Conduite de transport ou de refoulement

Les conduites de transport/refoulement ont été dimensionnées à partir des différentes formules empiriques présentés dans le tableau 6 de l'annexe 3. Les diamètres obtenus sont présentés dans le tableau 19.

Tableau 19 : Caractéristiques de la conduite de transport.

Formule	Débits (m <sup>3</sup> /s)	Nombre d'heure de pompage n (h)	Diamètre théorique (m)	Diamètre int (mm)	Vref (m/s)	Diamètre retenu (mm)	Condition GLS (m/s)	Verification
Bresse	0,0012		0,051	51,38	0,57	110	<b>1,013706072</b>	Ok
Munier	0,0012	16	0,045	45,22	0,73	110	<b>0,950999474</b>	Ok
Bendjaoui	0,0012		0,044	43,5	0,79	110	<b>0,932737905</b>	Ok
Bonnin	0,0012		0,034	34,25	1,27	110	<b>0,827647268</b>	Non

Après calculs, le diamètre retenu est de 110 mm ceci dans le but de l'uniformiser avec les diamètres primaires choisis plus haut. On constate que la condition GLS ( $V \leq \sqrt{\frac{D_{int}(mm)}{50}}$ ) est respectée pour toutes les formules empiriques sauf pour la formule de Bonnin où la vitesse de référence est supérieure à la vitesse obtenue après application de la condition GLS.

#### IV.1.22. Sélection de la pompe

#### IV.1.23. Choix de la pompe

Dans cette partie nous avons utilisé les formules (10), (11) et (12) afin de déterminer les besoins du projet. Les caractéristiques de base souhaitées après calculs sont respectivement de **HMT=77,24 m** (les détails de calculs sont consignés dans le tableau 7 de l'*annexe 3*) pour un débit **Q= 10,5 m<sup>3</sup>/h** pour le périmètre maraicher et une HMT=77,24 m pour un débit Q=5,28 m<sup>3</sup>/h pour le périmètre moringa

Notre choix s'est porté sur des pompes qui satisfont aux exigences en matière de débit et de HMT. Nous avons donc opté pour des électropompes immergées de type Grundfos **SQF5-70N** donc le catalogue est présenté dans le tableau 8 de l'*annexe 6*.

Les caractéristiques de la pompe choisie sont consignées dans le tableau 20. Ces valeurs ont été choisies en veillant au respect des besoins du projet.

Tableau 20 : Caractéristiques de la pompe choisie.

Caractéristiques	Valeurs
Nom du produit	Grundfos SQF10-70N
Puissance absorbée (Kw)	2,2
Débit nominal (m <sup>3</sup> /h)	10,5
HMT maximale (m)	100
Rendement (%)	49,2

#### IV.1.24. Points de fonctionnement

Le point de fonctionnement d'une pompe est l'intersection entre la courbe caractéristique de la pompe et la courbe caractéristique du réseau. Pour la détermination de notre point de fonctionnement, nous avons fait varier les débits fournis par les pompes afin de déterminer différentes HMT des pompes et des réseaux d'irrigation.

#### IV.1.25. Calcul du nombre de batteries (Nbat) pour les périmètres irrigués

Le rôle des batteries est d'assurer l'autonomie du système tant pour le périmètre maraîcher, pour le périmètre moringa. Dans le cadre de ce projet, nous avons choisi les batteries de type LIFEP04 (Lithium Iron Phosphate) qui sont des batteries écologiques (non toxique, non contaminant, pas de matériaux rares). Elles ont une meilleure stabilité thermique et leur durée de vie est beaucoup plus importante d'environ 8 ans (SUPPLIES BATTERY, 2020). Les données consignées dans le *tableau 21* ont été utilisées pour mener à bien notre dimensionnement.

*Tableau 21 : Données de base pour le dimensionnement des batteries.*

Désignation	Valeurs
Caractéristiques des batteries	Type de batterie : LiFePo4 Voltage des batteries : 13,2V (composé de quatre blocs prismatiques de 3,3V) Ampérage des batteries : 280Ah Taux admissible de décharge : 80 % Pertes dans les batteries : 10 %
Pompage	Temps de pompage : 16h HMT : 77,24m
Convertisseur	Pertes dans le convertisseur : 3 %

Pour la détermination du nombre de batteries requis pour le bon fonctionnement de notre système nous avons utilisé la formule (23) ci-dessus. Le *tableau 22* et *tableau 23* présentent les résultats de notre dimensionnement (les détails du dimensionnement de notre parc de batterie sont consignés en *Annexe 6.2*

Tableau 22 : Sélection des batteries

Tableau 23: Sélection des batteries

pour le périmètre maraicher

Pour le périmètre moringa

Désignation	Valeurs
Type de batteries	LiFeP04 13,2V-280Ah
Nombre de batteries	16
Disposition	4S4P

Désignation	Valeur
Type de batteries	LiFeP04 13,2V-280Ah
Nombre de batteries	8
Disposition	4S2P

**NB** : le nombre de batterie ainsi présenté représente le double de ce qui est requis ceci pour ne pas décharger les batteries à plus de 50% de leur capacité, ce qui raccourcirait leur durée de vie (Cf.(Amadou KEITA, 2020)).

Il est a noter que la disposition 4S4P signifie que : 4S= 4 batteries en Série, 4P= 4 batteries en Parallèle.

#### IV.1.26. Dimensionnement des panneaux solaires pour les périmètres irrigués

Les panneaux solaires photovoltaïques seront de type monocristallin, dont plusieurs études montrent qu'ils ont une durabilité de plus de 20 ans et ont un rendement pouvant atteindre 20% (Amadou KEITA, 2020). Ces panneaux devront générer l'énergie nécessaire au pompage dans un cycle de 24 heures. L'utilisation de cette énergie est arbitrée par un convertisseur solaire hybride qui l'enverra soit vers l'électropompe immergée pour l'irrigation, soit vers les batteries pour stockage et utilisation à des heures où le soleil n'est pas disponible. Le temps de pompage journalier est de 16 h. Le *tableau 24* présente les données de base utilisées pour mener à bien le dimensionnement du champ photovoltaïque.

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

Tableau 24 : Données de base pour le dimensionnement du champ photovoltaïque.

Désignation	Valeurs
Caractéristiques des batteries	Voltage des batteries : 13,2 V Ampérage des batteries : 280 Ah Taux admissible de décharge : 80 % Pertes dans les batteries : 10 %
Caractéristiques des panneaux	Puissance d'un panneau : 600 Wc Rendement des panneaux : 80 %
Convertisseur	Pertes dans le convertisseur : 3 %

Le champ photovoltaïque a été dimensionné à partir de la formule (23). Les résultats des dimensionnements sont consignés dans les *tableau 25 et tableau 26*. Les détails du dimensionnement des panneaux sont consignés en *Annexe.7.3*.

Tableau 25 : Résultat du dimensionnement du champ photovoltaïque du périmètre maraîcher.

CARACTERISTIQUES DU CHAMP PV	
Nombre de modules	20
Puissance totale (kWc)	16
Disposition	5S4P (S= série, P= parallèle)

Tableau 26: Résultat du dimensionnement du champ photovoltaïque du périmètre moringa.

CARACTERISTIQUES DU CHAMP PV	
Nombre de modules	6
Puissance totale (kWc)	3,3
Disposition	3S2P (S= série, P= parallèle)

#### **IV.1.27. La maisonnette**

Il est prévu sur chaque site une maisonnette de commande. La maisonnette de commande permettra d'abriter les dispositifs de contrôle électrique (batteries, convertisseurs hybride, boîtier de command). Elle sera bâtie sur une superficie minimale de 2,5m x 2,5 m avec une hauteur sous dalle de 3m. Ses murs, en parpaings pleine de 20 x 15 x 40 cm, comporteront deux (02) ouvertures dont une porte d'entrée et une fenêtre. Les faces internes et externes des murs seront crépies. L'ossature du support sera composée de 4 poteaux de dimensions 0,2 m\*0,2 m\*3,75 m reposant sur 4 semelles isolées de dimensions 0,5 m\*0,5 m\*0,5 m. Le support comprend également une dalle pleine de dimensions 2,5 m\*2,5 m\*0,15 m. Les poteaux et les semelles seront en béton armé dosés à 250kg/m<sup>3</sup> et la dalle sera en béton armé dosé à 350kg/m<sup>3</sup>. La chape (dallage bas) reposera sur un remblai latéritique compacté qui lui-même reposera sur un film polyane.

## **V. ÉTUDE FINANCIERE DU PROJET ET JUSTIFICATION DES CHOIX OPERES**

Après avoir effectué les choix techniques et dimensionné les différents périmètres irrigués, nous avons évalué les prix unitaires des équipements sur le marché et le cout global de réalisation de notre projet s'élève à **43 722 393 francs CFA**

Nous avons un périmètre maraicher qui sera irrigué par le système d'irrigation de type sous micro aspersion, le cout global de réalisation du périmètre maraicher s'élève à **35 876 618 francs CFA**

Le périmètre moringa a le même système d'irrigation que celui du périmètre maraicher, son cout s'élève à **7 845 775 francs CFA**

La réalisation du projet est entièrement financée par l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) et notre étude constitue une partie du projet. Le récapitulatif de l'évaluation du coût global de la réalisation des travaux est présenté par les tableaux Tableau 27 et tableau 28. Les détails du devis quantitatif et estimatif sont présentés en (Annexe 5).

### **V.1.1. Estimation du cout d'aménagement du périmètre maraicher**

Le coût d'aménagement du site de périmètre maraicher prend en compte les charges liées à l'installation de l'unité de pompage (forage, pompe, batterie, panneaux), l'installation du réseau d'irrigation, la construction de la maisonnette, l'installation de la clôture grillagée et la main d'œuvre. Le *tableau 27* présente le récapitulatif du cadre du devis estimatif du périmètre maraicher.

Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

Tableau 27 : Récapitulatif du cadre du devis estimatif de l'aménagement du périmètre maraicher.

Composantes	Coûts	% du coût total
Unité de pompage (FCFA) (Forage, pompe, batterie, panneaux)	24 396 016,5	61,58
Maisonnette	556 658	2,94
Réseau d'irrigation (FCFA)	3 829 625,00	10,13
Installation d'une clôture grillagée (FCFA)	2 180 000,00	5,35
Couts MO/Installation (FCFA)	7 562 135,38	30
Investissement total (FCFA)	35 876 618	100

### V.1.2. Estimation du cout d'aménagement du périmètre moringa

Le coût d'aménagement pour chaque site de périmètre fourrager prend en compte les charges liées à l'installation de l'unité de pompage (forage, pompe, batterie, panneaux), la construction de la maisonnette et du château, l'installation du réseau d'irrigation, l'installation de la clôture grillagée et la main d'œuvre. Le *tableau 28* présente le Récapitulatif du cadre du devis estimatif de l'aménagement du périmètre moringa.

Tableau 28 : Récapitulatif du cadre du devis estimatif de l'aménagement du périmètre moringa.

Composantes	Coûts	% du coût total
Unité de pompage (FCFA)	10 718 620	59,49
Maisonnette	556 658	3,40
Réseau d'irrigation (FCFA)	1 925 000	8,49
Installation d'une clôture grillagée (FCFA)	545 000	6,15
Couts MO/Installation (FCFA)	3 419 614	20,00
Investissement total (FCFA)	7 845 775	100

### **V.1.3. Etude de rentabilité du projet**

Après la réalisation du devis estimatif et quantitatif, vient l'étude de rentabilité de notre projet.

Cette étude de rentabilité a concerner les deux périmètres du projet en générale et plus particulièrement pour le périmètre maraicher la culture d'oignon (la spéculation oignon a le besoin d'eau le plus élevé) et pour le périmètre moringa la culture du moringa oleifera.

### **V.1.4. Périmètre maraicher**

En moyenne, pour 2 ha, une production de 32 tonnes permet de dégager des revenus de 4 902 486 FCFA pour 244200 FCFA de charges et donc une marge brute d'environ 4 658 286 FCFA. Les détails sont consignés dans *l'annexe 5*.

### **V.1.5. Périmètre moringa**

Au Burkina Faso, la production est environ 11 tonnes/ha. Par la commercialisation (20 % de la quantité en pharmacie), une forte valeur ajoutée est créée.

En moyenne, pour 1 ha, une production de 11 tonnes permet de dégager des revenus de 1.785.000 FCFA pour 235.000 FCFA de charges et donc une marge brute d'environ 1.550.000 FCFA. Les détails sont consignés dans *l'annexe 5*.

Face à des couts de production qui s'élèvent à 300 000 F CFA/an, **la valeur ajoutée est de 18 892 750 F CFA/ha/an** au moment où le prix de poudre de feuilles séchées est le plus élevé 15 000 F CFA/Kg. L'on aura donc un retour sur investissement rapide d'une année.

Par contre la valeur ajoutée est de 9 256 050 F CFA/ha/an au moment où le prix de poudre de feuilles séchées est le plus bas 7 000 F CFA/Kg. L'on aura donc un retour sur investissement de deux ans. Ces durées de retour sur investissement sont à considérer avec une marge d'une année au cas où le rendement chutera par exemple à 4 tonnes/ha en année sèche.

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

Tableau 29 : Cout de production et comptes d'exploitation du Moringa

Travaux généraux 0,5 ha	Activités spécifiques	Quantité/an	Cout total/an	
<b>Installation de la plantation</b>	Défrichage	1	2000	27000
	Labour	1	15000	
	Semis	2	7000	
	Ré-Semis	1	1500	
	Démariage	1	1500	
<b>Entretien de la plantation</b>	Sarclage	5	160000	178000
	Épandage de fumure	1	2000	
	Sarclo-binage	1	16000	
<b>Équipements (outils nécessaires)</b>	Sac	3	1050	19000
	Panier	1	2000	
	Sécateur ou couteau	1	3000	
	Bascule	1	7000	
	Semence	3	5200	
	Houe	1	500	
	Daba	1	250	
<b>Temps de récolte et temps de travail des femmes</b>	Récolte	16	20000	36000
	Vente	16	16000	
<b>Total des couts de production</b>			260000	
<b>Plantation d'un an</b>	<b>Rendement (kg/ha)</b>	<b>Prix/kg</b>	<b>Recettes/0,5ha</b>	
<b>Production feuilles fraîches</b>	6080	<b>(Bord du champ)</b>		
Saison pluvieuse (20%)	1216	250	304000	
Saison sèche (60%)	3648	500	1824000	
<b>Feuilles sèche</b>				
Pharmacie (20%)	1216	14000	17024000	
<b>Total des recettes</b>			19152000	
<b>VALEUR AJOUTER/0,5 ha</b>			18892000	

### V.1.6. Justification des choix techniques opérés

### V.1.7. Choix technique du périmètre maraicher et moringa

Le tableau 30 présente les justifications techniques des choix fait pour l'aménagement de nos périmètre maraicher et moringa dans le cadre de notre étude.

Tableau 30 : justification des choix techniques fait pour le périmètre maraicher et moringa.

Domaine d'action	Choix courants	Innovation proposée
Mode d'irrigation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gravitaire,</li> <li>(Semi)-californien,</li> <li>Goutte à goutte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Micro asperseur de type "rotation" à bouchage quasi nul</li> <li>Flotteurs magnétiques de protection pour le forage et la pompe</li> </ul>
Energie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gravitaire,</li> <li>Pompage solaire PV polycristallin au fil du soleil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solaire PV (monocristallin),</li> <li>Stockage dans batteries LiFePO4 avec équilibrage actif, espérance de vie 15 ans sans entretien</li> </ul>
Domaine d'action	Choix courants	Innovation proposée
Parcellaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Petite parcelle de 10 – 100m par exploitant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parcelle de 1600 – 2000m</li> <li>Minoration des conflits</li> <li>Dotation de vanne de contrôle parcellaire</li> </ul>
Environnement et durabilité	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infrastructures souvent non durables</li> <li>Usage fréquente d'énergie fossile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infrastructures à haut potentiel de durabilité &gt; 10ans</li> <li>Utilisation d'énergie verte</li> </ul>
Entretien	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fréquent et complexe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minoration et simplification des entretiens</li> </ul>

## V.2. IV.4 Notice d'impact environnemental du projet (NIE)

### V.2.1. Les activités susceptibles d'impacter sur l'environnement

Les éléments sensibles de l'environnement qui seront les plus affectés par les travaux lors de l'exécution de notre projet sont : le sol, les ressources en eau, la végétation (faune et flore), l'air, l'environnement acoustique, les populations riveraines.

*Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

### **V.2.2. Activités pouvant générer des impacts sur l'environnement**

Les principales activités pouvant générer les impacts négatifs sur l'environnement sont mentionnés à l'*annexe 1.1*.

### **V.2.3. Composantes du plan de gestion social et environnemental**

Dans l'optique de protéger l'ensemble des ressources naturelles et d'impacter un minimum sur l'écosystème, le plan de gestion mis en place se définit sur trois axes :

- Des mesures d'atténuation, de compensation ou de bonification des impacts du projet (Cf. *Annexe 1.2*) ;
- Un programme de surveillance environnemental ;
- Un plan de suivi environnemental.

Le programme de surveillance environnemental devra impliquer plusieurs acteurs, à savoir la Direction Régionale de l'Agriculture et de l'Hydraulique (DRAH), le Conseil Régional du Centre (CRC), le Bureau National d'Evaluation Environnementale et Développement (BUNED), les entreprises en charge des travaux, la Mission de Contrôle des travaux, les autorités de la commune et les populations.

Quant au plan de suivi environnemental (Cf. *Annexe 1.3*), il s'agira ici de suivre un certain nombre de récepteurs d'impacts (indicateurs) jugés préoccupants. Ce plan se décompose en activités menées de concert avec les travaux de chantier.

L'ensemble des mesures mises en place pour la réalisation du PGES ont été chiffrées, de manière indicative, à hauteur de **2 500 000 FCFA** (Cf. *Annexe 1.4*).

## **VI. COMPETENCES ACQUISES PENDANT LE STAGE**

Durant notre période de stage, nous avons pu développer un grand potentiel professionnel à savoir :

- Montage d'un dossier d'appel d'offre ;
- Conception de plans techniques ;
- Rédaction de rapport du déroulement de stage ;

## CONCLUSION

Le présent projet d'une « *Conception de deux (2) perimetres irrigues de 2 ha et 0,6 ha pour la production maraichere et de moringa sous microaspersion photovoltaïque a kamboinse, province du kadiogo* », initié par par la direction générale de 2iE ), à travers son projet « Ferme Agricole Intégrée a 2iE », devrait permettre, en fin de réalisation, de contribuer au développement économique et social inclusif et durable de la province du kadiogo. De l'étude, que nous venons de présenter dans les détails, il ressort que : pour l'aménagement d'un périmètre maraicher et d'un périmètre moringa, le système d'irrigation qui sera mis en place est la microaspersion sous pompage solaire photovoltaïque ; les modèles retenus pour les deux types de périmètre sont respectivement BPV-Q5-H75-S2 et BPV-Q5-H75-S0,6 pour un montant de **35 876 618 francs CFA** pour le périmètre maraicher et **7 845 775 francs CFA** pour le périmètre moringa. Dans l'ensemble ces différents aménagement devront permètre de réduire la pauvreté, améliorer les conditions de vie des populations, améliorer les conditions de la recherche en agriculture. De ce fait, il appartient aux bénéficiaires, en grande partie tout au moins, de s'appropriier des aménagements et de s'impliquer dans leur gestion, afin d'assurer leurs pérennités et rentabiliser au mieux le potentiel qu'ils représentent. Les activités prévues sur les différents aménagements cadrent avec les habitudes des populations locales, ce qui devrait faciliter leurs mises en œuvre ainsi que leurs effectivités. Cependant, le présent projet n'est qu'une étape. Afin d'atteindre l'objectif visé, la prochaine phase repose sur l'exécution dudit projet. Dans le corps du présent document, nous avons présenté les compétences acquises pendant la période de stage, parmi lesquelles la rédaction du dossier d'appel offre qui est le pont conduisant aux travaux d'exécution. A terme, le présent projet nous a non seulement permis de mettre en application l'ensemble de nos acquis, de nos potentiels et de nos compétences en sciences et techniques de l'ingénieur, mais aussi et surtout de nous frotter à un cas tangible : une expérience riche que nous entendons mettre au service de nos populations.

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

## **RECOMMANDATIONS**

La réussite de ce projet dépendra de la rigueur de la mission de contrôle et de l'expertises des entreprises chargées de l'exécution. A cet effet, nous recommandons :

### **A l'endroit de l'institut 2iE**

- ❖ D'impliquer d'avantage les étudiants dans la réalisation du présent projet ;
- ❖ De créer des airs de stockages des produits maraicher et de mettre en place une unité de transformation de ces produits à long terme ;
- ❖ De veuillez à la qualité des matériels d'équipement qui seront choisi ;

### **Bénéficiaires:**

Constituer de comités d'entretien et de surveillance des différents aménagements et maintenance permanente des ouvrages.

## **BIBLIOGRAPHIE**

KEITA, (2018). *Irrigation par aspersion.*

KEITA, (2020). *Micro aspersion par pompage photovoltaïque.*

Bere bempanga Théodore, & dgadi. (2015). *La petite irrigation au Burkina Faso, enjeux et perspectives.* (P. 27). Direction générale des aménagements et du développement de l'irrigation.

BOUBE, (2014). *Les bases de l'irrigation* (p. 106). 2ie.

*Boutique gerbeaud.* (2021).

Brouwer et heibloem. (1987). *Les besoins en eaux d'irrigation : gestion des eaux en irrigation.*

Chambre, r. (2015). *Chambre régionale d'agriculture de dosso fiche technique pour la culture du moringa* (p. 2).

cropwat. (s. d.). *fao: cropwat 8.0.*

Délégation générale de l'agriculture, équipe d'expert de l'inran, agence d'exécution oignon, & équipe d'expert du prodex/adi. (2012). *Guide de bonnes pratiques de production, stockage et conservation de l'oignon, première édition, septembre 2012.*

Fao. (1990). *Gestion des eaux en irrigation. Manuel de formation n°5.* Fao.

Fao. (2006). *Programme détaillé de développement de l'agriculture africaine.*

Fao. (2015). *Aquastat profil de pays – Burkina Faso.*

fao, j. doorenbos, & w.o. pruit. (1977). *Directives pour prévoir les besoins en eau des cultures.*  
*Tableau 3,13p.*

Faostat. (2016). *Données de l'alimentation et de l'agriculture.*

Guindo, g. (2022). *Étude d'avant-projet détaillée pour l'aménagement d'un (1) bas-fond, de six (6) périmètres maraichers, trois (3) périmètres fourragers et d'infrastructures d'agropastoralisme dans la région du centre-est au Burkina Faso* (p. 124). 2ie.

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

Mahrh. (2004). *Politique nationale de développement durable de l'agriculture irriguée : stratégie, plan d'action et plan d'investissement, horizon 2015 (pnddai). Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique et des ressources halieutiques.*

Mee. (2001). *Etat des lieux des ressources en eau du Burkina Faso et de leur cadre de gestion. Ministère de l'environnement et de l'eau.*

Phocaides. (2008). *Manuel des techniques d'irrigation sous pression. 2e éd. Rome : Fao.*

Supplies battery. (2020). *Catalogue de batteries : cyclique, démarrage, stationnaire.*

Tchapda s eungue, c. (2022). *Etude d'avant-projet détaillé pour l'aménagement d'un (01) bas-fond, de six (06) périmètres maraichers, de trois (03) champs fourragers et d'infrastructures d'agropastoralisme dans la région du centre-est du Burkina Faso. (P. 148). 2ie.*

## ANNEXES

Annexe 1 : Plan de Gestion Environnemental et social (PGES).....	65
Annexe 2 : Etude pédologie .....	71
Annexe 3 : Evaluation des besoins en eau du périmètre maraicher et du dimensionnement...	91
Annexe 4: Dimensionnement des batteries et des panneaux.....	96
Annexe 5 : Détails des dévis .....	100
Annexe 6 : Dessin des panneaux et batteries .....	102

Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

Annexe 1 : Plan de Gestion Environnemental et social (PGES)

Sources impacts		Récepteurs d'impacts													
		Milieu physique et biologique							Milieu humain						
		Qualité de l'air	Eaux de surface	Eaux souterraines	Sols	Végétation	Faune/Microfaune	Paysage	Santé publique	Emploi	Circulation	Activité économiques	Patrimoine culturel	Qualité de vie	
Phase de démarrage	Installation chantier		N	O	O	N	N	O	N	N	P	O	P	O	O
	Transport et circulation		N	O	O	N	N	N	N	N	P	N	P	O	N
	De main d'œuvre, machines et matériaux														
	Déblais, mise en dépôt tout venants		N	O	O	N	N	N	N	N	O	O	O	O	N
	Exploitation emprunts et carrières		N	O	O	N	N	N/P	N	N	P	N	O	O	N
	Remblaiement des digues		N	N	O	N	N	N	N	N	O	N	P	O	O
Phase de travaux	Dessouchage dans l'aire du bas-fond et des périmètres		N	O	O	N	N	N	N	O	P	N	O	O	O
	Maçonnerie des ouvrages		N	N	O	-	N	O	N	N	P	N	P	O	O
	Construction ouvrages connexes (drains, protections)		N	N/P	O	N	N	N	N	N	P	N	O	O	O
Phase travaux de	Repli de chantier		N	N	O	N	N	N	N	O	O	O	O	O	O
	Plantation d'arbres		O	O	O	N	P	P	P	O	P	O	P	O	P
	Déplacement et réinstallation des population														

Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

				O	O	N	N	N	O	N	N	P	O	N/P	O	N/P
<b>Phase d'exploitation</b>	<b>Entretien courant</b>			N	N	O	N	O	O	O	N	P	N	O	O	N/P

### I.1 Grielle d'évaluation des impacts

**Légende** : N = Négatif, P = Positif, N/P = Positif et Négatif, O = Nul ou négligeable

Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

## I.2 Plan de mise en œuvre des mesures d'atténuation

Impacts (Positifs et négatifs)	Mesures d'atténuation	Responsabilités		Phase de projet
		Planification	Mise en œuvre	
Risques d'accidents lors du débroussaillage, dessouchage, remblaiement, déblaiement	Sensibiliser les ouvriers, les doter d'équipement de protection et de trousse de soins	BUNED, MDC, entreprise	Entreprise	Pendant les travaux
Transmissions de MST	Sensibilisation du Personnel de chantier et des populations	MAH, Entreprise	MAH, entreprise	Avant et pendant les travaux
Nuisances diverses,	Gestion efficace des déchets solides et liquides, arrêt des travaux de nuit sauf dérogation	Entreprise, population	Entreprise	Avant et pendant les travaux
Détérioration de la qualité de l'air ambiant	Arrosage périodique des pistes	MAH, BUNED, MDC	Entreprise	Pendant les travaux

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

Destruction de la végétation	Sensibiliser le personnel de chantier sur le respect de l'environnement, reboisement en guise de compensation sur les barrages du barrage en fin de travaux, Restaurations des carrières et zones d'emprunts.	BUNED, MAH, MDC, Entreprise, population.	MAH, BUNED, MDC, Entreprise, population.	Pendant et après les travaux.
------------------------------	---	--	--	-------------------------------

### I.3 Plan de suivi environnemental et social

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

<b>Composante du milieu</b>	<b>Activité à mener</b>	<b>Paramètres et indicateurs de suivi</b>	<b>Période</b>	<b>Responsabilité</b>
Santé publique et sécurité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campagne de sensibilisation sur les IST/VIH- SIDA</li> <li>• Sensibilisation sur l'hygiène et l'assainissement</li> <li>• Mise en place d'une unité de santé pour la prise en charge rapide des accidents de chantier</li> <li>• Mise en place de balises, de signalisations et de panneaux de chantier</li> <li>• Dotation d'équipements adéquations</li> <li>• Interdictions de travaux de nuits, de consommations d'alcool et excitants par le personnel</li> <li>• Information et sensibilisation des populations sur les risques liés à la présence du chantier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maladies respiratoires</li> <li>• Qualité de l'air ambiant</li> <li>• Nombre d'accidents observés</li> <li>• Aptitude à la prise en charge des accidents de chantier</li> <li>• Nombre de séances de sensibilisation</li> </ul>	Avant et pendant les travaux	MDC, Comité de suivi

*Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

Patrimoine culturel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respect des lieux de culte</li> <li>• Signalisation de tout vestige culturel ou archéologique découvert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adhésion des autorités coutumières</li> <li>• Nombre de site profanés</li> </ul>	Pendant les travaux	Autorités coutumières, MDC, Comité de suivi
Composante du milieu	Activité à mener	Paramètres et indicateurs de suivi	Période	Responsabilité
Emploi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recrutement de la main d'œuvre locale</li> <li>• Développement du petit commerce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de personnes embauchées</li> </ul>	Pendant les travaux	Entreprise
Circulation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signalisations de chantier (balises et panneaux)</li> <li>• Imposition d'une vitesse minimale aux engins de chantier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existence d'une signalisation</li> <li>• Nombre d'accidents</li> <li>• Respect des limitations</li> </ul>	Pendant les travaux	MCD, Comité de suivi

Annexe 2 : Etude pédologie

2.1 Tableau des mesures du périmètre maraicher

Date : 05/10/2022						
Site : KAMBOINSE (K2) -P1						
Longitude	-1.548065°	Latitude	12.460320°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	4	4	60	0,17
	20	10	4	8	60	0,33
	30	10	5	13	60	0,50
II	50	20	5	18	60	0,83
	70	20	5	24	60	1,17
	90	20	6	30	60	1,50
III	120	30	6	36	60	2,00
	150	30	6	44	60	2,50
	180	30	8	52	60	3,00
IV	220	40	8	60	60	3,67
	260	40	8	68	60	4,33
	300	40	9	77	60	5,00
V	350	50	9	86	60	5,83
	400	50	9	94	60	6,67
	450	50	10	104	60	7,50

Date : 05/10/2022						
Site : KAMBOINSE (K2) -P2						
Longitude	-1.547885°	Latitude	12.460225°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	25	25	60	0,17
	20	10	25	50	60	0,33
	30	10	25	75	60	0,50
II	50	20	25	100	60	0,83
	70	20	25	125	60	1,17
	90	20	20	145	60	1,50
III	120	30	20	165	60	2,00
	150	30	20	185	60	2,50

Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

	180	30	20	205	60	3,00
IV	220	40	20	225	60	3,67
	260	40	12	237	60	4,33
	300	40	12	249	60	5,00
V	350	50	12	261	60	5,83
	400	50	12	273	60	6,67
	450	50	12	285	60	7,50
<b>Date : 05/10/2022</b>						
<b>Site : KAMBOINSE (K2) -P3</b>						
Longitude	-1.547789°	Latitude	12.460356°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	18	18	60	0,17
	20	10	18	36	60	0,33
	30	10	18	54	60	0,50
II	50	20	18	72	60	0,83
	70	20	18	90	60	1,17
	90	20	18	108	60	1,50
III	120	30	14	122	60	2,00
	150	30	14	136	60	2,50
	180	30	14	150	60	3,00
IV	220	40	14	164	60	3,67
	260	40	10	174	60	4,33
	300	40	10	184	60	5,00
V	350	50	10	194	60	5,83
	400	50	10	204	60	6,67
	450	50	10	214	60	7,50

<b>Date : 05/10/2022</b>						
<b>Site : KAMBOINSE (K2) -P4</b>						
Longitude	-1.547515°	Latitude	12.460252°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	15	15	60	0,17
	20	10	15	30	60	0,33
	30	10	15	45	60	0,50
II	50	20	12	57	60	0,83
	70	20	12	69	60	1,17
	90	20	12	81	60	1,50
III	120	30	12	93	60	2,00
	150	30	12	105	60	2,50
	180	30	11	116	60	3,00

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

IV	220	40	11	127	60	3,67
	260	40	10	137	60	4,33
	300	40	10	147	60	5,00
V	350	50	10	157	60	5,83
	400	50	10	167	60	6,67
	450	50	10	177	60	7,50

<b>Date : 05/10/2022</b>						
<b>Site : KAMBOINSE (K2) -P2</b>						
Longitude	-1.547885°	Latitude	12.460225°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	25	25	60	0,17
	20	10	25	50	60	0,33
	30	10	25	75	60	0,50
II	50	20	25	100	60	0,83
	70	20	25	125	60	1,17
	90	20	20	145	60	1,50
III	120	30	20	165	60	2,00
	150	30	20	185	60	2,50
	180	30	20	205	60	3,00
IV	220	40	20	225	60	3,67
	260	40	12	237	60	4,33
	300	40	12	249	60	5,00
V	350	50	12	261	60	5,83
	400	50	12	273	60	6,67
	450	50	12	285	60	7,50

<b>Date : 05/10/2022</b>						
<b>Site : KAMBOINSE (K2) -P5</b>						
Longitude	-1.547789°	Latitude	12.460356°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	17	17	60	0,17
	20	10	17	34	60	0,33
	30	10	17	51	60	0,50
II	50	20	17	68	60	0,83
	70	20	17	85	60	1,17
	90	20	17	102	60	1,50
III	120	30	10	112	60	2,00
	150	30	10	122	60	2,50
	180	30	10	132	60	3,00
IV	220	40	10	142	60	3,67

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

	260	40	10	152	60	4,33
	300	40	7	159	60	5,00
V	350	50	7	166	60	5,83
	400	50	7	173	60	6,67
	450	50	7	180	60	7,50

Date : 05/10/2022						
Site : KAMBOINSE (K2) -P6						
Longitude	-1.547375°	Latitude	12.460396°			
Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	13	13	60	0,17
	20	10	13	26	60	0,33
	30	10	13	39	60	0,50
II	50	20	13	52	60	0,83
	70	20	13	65	60	1,17
	90	20	11	76	60	1,50
III	120	30	11	87	60	2,00
	150	30	11	98	60	2,50
	180	30	11	109	60	3,00
IV	220	40	11	120	60	3,67
	260	40	9	129	60	4,33
	300	40	9	138	60	5,00
V	350	50	9	147	60	5,83
	400	50	9	156	60	6,67
	450	50	9	165	60	7,50
Date : 06/10/2022						
Site : KAMBOINSE (K2) -P7						
Longitude	-1.548040°	Latitude	12.460660°			
Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	14	14	60	0,17
	20	10	14	28	60	0,33
	30	10	14	42	60	0,50
II	50	20	14	56	60	0,83
	70	20	14	70	60	1,17
	90	20	14	84	60	1,50
III	120	30	14	98	60	2,00
	150	30	9	107	60	2,50
	180	30	9	116	60	3,00
IV	220	40	9	125	60	3,67
	260	40	9	134	60	4,33

Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

	300	40	7	141	60	5,00
V	350	50	7	148	60	5,83
	400	50	7	155	60	6,67
	450	50	7	162	60	7,50

Date: 06/10/2022						
Site: KAMBOINSE (K2)-P8						
Longitude	-1.547808°	Latitude	12.460664°			
Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	17	17	60	0,17
	20	10	17	34	60	0,33
	30	10	17	51	60	0,50
II	50	20	12	63	60	0,83
	70	20	12	75	60	1,17
	90	20	12	87	60	1,50
III	120	30	12	99	60	2,00
	150	30	12	111	60	2,50
	180	30	12	123	60	3,00
IV	220	40	10	133	60	3,67
	260	40	10	143	60	4,33
	300	40	10	153	60	5,00
V	350	50	10	163	60	5,83
	400	50	10	173	60	6,67
	450	50	10	183	60	7,50
Date : 06/10/2022						
Site : KAMBOINSE (K2) -P9						
Longitude	-1.547649°	Latitude	12.460675°			
Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	15	15	60	0,17
	20	10	15	30	60	0,33
	30	10	15	45	60	0,50
II	50	20	15	60	60	0,83
	70	20	15	75	60	1,17
	90	20	14	89	60	1,50

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

III	120	30	14	103	60	2,00
	150	30	10	113	60	2,50
	180	30	10	123	60	3,00
IV	220	40	10	133	60	3,67
	260	40	8	141	60	4,33
	300	40	8	149	60	5,00
V	350	50	8	157	60	5,83
	400	50	8	165	60	6,67
	450	50	8	173	60	7,50

<b>Date: 06/10/2022</b>						
<b>Site: KAMBOINSE (K2)-P10</b>						
Longitude	-1.547701°	Latitude	12.460874°			
Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	8	8	60	0,17
	20	10	9	17	60	0,33
	30	10	7	24	60	0,50
II	50	20	8	32	60	0,83
	70	20	9	41	60	1,17
	90	20	9	50	60	1,50
III	120	30	9	59	60	2,00
	150	30	8	67	60	2,50
	180	30	9	76	60	3,00
IV	220	40	8	84	60	3,67
	260	40	9	93	60	4,33
	300	40	9	102	60	5,00
V	350	50	9	111	60	5,83
	400	50	9	120	60	6,67
	450	50	9	129	60	7,50
<b>Date : 06/10/2022</b>						
<b>Site : KAMBOINSE (K2) -P11</b>						
Longitude	-1.547927°	Latitude	12.460831°			
Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	15	15	60	0,17
	20	10	15	30	60	0,33
	30	10	15	45	60	0,50
II	50	20	15	60	60	0,83
	70	20	15	75	60	1,17

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

	90	20	15	90	60	1,50
III	120	30	10	100	60	2,00
	150	30	10	110	60	2,50
	180	30	10	120	60	3,00
IV	220	40	10	130	60	3,67
	260	40	10	140	60	4,33
	300	40	8	148	60	5,00
V	350	50	8	156	60	5,83
	400	50	8	164	60	6,67
	450	50	8	172	60	7,50

Date: 06/10/2022						
Site: KAMBOINSE (K2)-P12						
Longitude	-1.548104°	Latitude	12.460823°			
Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	16	16	60	0,17
	20	10	16	32	60	0,33
	30	10	16	48	60	0,50
II	50	20	16	64	60	0,83
	70	20	16	80	60	1,17
	90	20	16	96	60	1,50
III	120	30	12	108	60	2,00
	150	30	12	120	60	2,50
	180	30	12	132	60	3,00
IV	220	40	12	144	60	3,67
	260	40	12	156	60	4,33
	300	40	12	168	60	5,00
V	350	50	9	177	60	5,83
	400	50	9	186	60	6,67
	450	50	9	195	60	7,50
Date : 06/10/2022						
Site : KAMBOINSE (K2) -P13						
Longitude	-1.548351°	Latitude	12.462551°			
Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	14	14	60	0,17
	20	10	14	28	60	0,33

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

	30	10	14	42	60	0,50
II	50	20	14	56	60	0,83
	70	20	14	70	60	1,17
	90	20	14	84	60	1,50
III	120	30	10	94	60	2,00
	150	30	10	104	60	2,50
	180	30	10	114	60	3,00
IV	220	40	10	124	60	3,67
	260	40	10	134	60	4,33
	300	40	7	141	60	5,00
V	350	50	7	148	60	5,83
	400	50	7	155	60	6,67
	450	50	7	162	60	7,50

<b>Date: 06/10/2022</b>						
<b>Site: KAMBOINSE (K2)-P14</b>						
Longitude	-1.547790°	Latitude	12.461167°			
Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	17	17	60	0,17
	20	10	17	34	60	0,33
	30	10	17	51	60	0,50
II	50	20	17	68	60	0,83
	70	20	17	85	60	1,17
	90	20	17	102	60	1,50
III	120	30	12	114	60	2,00
	150	30	12	126	60	2,50
	180	30	12	138	60	3,00
IV	220	40	12	150	60	3,67
	260	40	12	162	60	4,33
	300	40	8	170	60	5,00
V	350	50	8	178	60	5,83
	400	50	8	186	60	6,67
	450	50	8	194	60	7,50
<b>Date : 07/10/2022</b>						
<b>Site : KAMBOINSE (K2) -P15</b>						
Longitude	-1.547547°	Latitude	12.461246°			
Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	18	18	60	0,17
	20	10	18	36	60	0,33
I	30	10	18	54	60	0,50
	50	20	17	71	60	0,83
	70	20	17	88	60	1,17
II	90	20	17	105	60	1,50
	120	30	17	122	60	2,00
	150	30	11	133	60	2,50
III	180	30	11	144	60	3,00
	220	40	11	155	60	3,67
	260	40	9	164	60	4,33
IV	300	40	9	173	60	5,00
	350	50	9	182	60	5,83
	400	50	9	191	60	6,67
V	450	50	9	200	60	7,50

<b>Date: 07/10/2022</b>						
<b>Site: KAMBOINSE (K2)-P16</b>						
Longitude	-1.5478172°	Latitude	12.461434°			
Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	20	20	60	0,17
	20	10	20	40	60	0,33
I	30	10	20	60	60	0,50
	50	20	20	80	60	0,83
	70	20	17	97	60	1,17
II	90	20	17	114	60	1,50
	120	30	17	131	60	2,00
	150	30	12	143	60	2,50
III	180	30	12	155	60	3,00
	220	40	9	164	60	3,67
	260	40	9	173	60	4,33
IV	300	40	9	182	60	5,00
	350	50	9	191	60	5,83
	400	50	9	200	60	6,67
V	450	50	9	209	60	7,50
<b>Date : 07/10/2022</b>						
<b>Site : KAMBOINSE (K2) -P17</b>						
Longitude	-1.547826°	Latitude	12.461419°			

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	22	22	60	0,17
	20	10	22	44	60	0,33
	30	10	22	66	60	0,50
II	50	20	20	86	60	0,83
	70	20	20	106	60	1,17
	90	20	20	126	60	1,50
III	120	30	20	146	60	2,00
	150	30	14	160	60	2,50
	180	30	14	174	60	3,00
IV	220	40	14	188	60	3,67
	260	40	14	202	60	4,33
	300	40	10	212	60	5,00
V	350	50	10	222	60	5,83
	400	50	10	232	60	6,67
	450	50	10	242	60	7,50

<b>Date: 07/10/2022</b>						
<b>Site: KAMBOINSE (K2)-P18</b>						
Longitude	-1.547584°	Latitude	12.461454°			
Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	19	19	60	0,17
	20	10	19	38	60	0,33
	30	10	19	57	60	0,50
II	50	20	19	76	60	0,83
	70	20	19	95	60	1,17
	90	20	19	114	60	1,50
III	120	30	19	133	60	2,00
	150	30	11	144	60	2,50
	180	30	11	155	60	3,00
IV	220	40	11	166	60	3,67
	260	40	11	177	60	4,33
	300	40	9	186	60	5,00
V	350	50	9	195	60	5,83
	400	50	9	204	60	6,67
	450	50	9	213	60	7,50
<b>Date : 07/10/2022</b>						
<b>Site : KAMBOINSE (K2) -P19</b>						
Longitude	-1.548150°	Latitude	12.461571°			

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	21	21	60	0,17
	20	10	21	42	60	0,33
	30	10	21	63	60	0,50
II	50	20	21	84	60	0,83
	70	20	21	105	60	1,17
	90	20	21	126	60	1,50
III	120	30	15	141	60	2,00
	150	30	15	156	60	2,50
	180	30	15	171	60	3,00
IV	220	40	15	186	60	3,67
	260	40	10	196	60	4,33
	300	40	10	206	60	5,00
V	350	50	10	216	60	5,83
	400	50	7	173	60	6,67
	450	50	7	180	60	7,50

<b>Date : 07/10/2022</b>						
<b>Site : KAMBOINSE (K2) -P20</b>						
Longitude	-1.5478089°	Latitude	12.461621°			
Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	23	23	60	0,17
	20	10	23	46	60	0,33
	30	10	23	69	60	0,50
II	50	20	23	92	60	0,83
	70	20	23	115	60	1,17
	90	20	23	138	60	1,50
III	120	30	16	154	60	2,00
	150	30	16	170	60	2,50
	180	30	16	186	60	3,00
IV	220	40	16	202	60	3,67
	260	40	16	218	60	4,33
	300	40	9	227	60	5,00
V	350	50	9	236	60	5,83
	400	50	9	245	60	6,67
	450	50	9	254	60	7,50

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

Date: 07/10/2022						
Site: KAMBOINSE (K2)-P21						
Longitude	-1.548513°	Latitude	12.462564°			
Série	Temps (min)	DeltaT (min)	h (mm)	hcumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	18	18	60	0,17
	20	10	18	36	60	0,33
	30	10	18	54	60	0,50
II	50	20	18	72	60	0,83
	70	20	18	90	60	1,17
	90	20	12	102	60	1,50
III	120	30	12	114	60	2,00
	150	30	12	126	60	2,50
	180	30	12	138	60	3,00
IV	220	40	9	147	60	3,67
	260	40	9	156	60	4,33
	300	40	9	165	60	5,00
V	350	50	9	174	60	5,83
	400	50	9	183	60	6,67
	450	50	9	192	60	7,50

Date : 07/10/2022						
Site : KAMBOINSE (K2) -P22						
Longitude	-1.547848°	Latitude	12.461652°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	16	16	60	0,17
	20	10	16	32	60	0,33
	30	10	16	48	60	0,50
II	50	20	14	62	60	0,83
	70	20	14	76	60	1,17
	90	20	14	90	60	1,50
III	120	30	14	104	60	2,00
	150	30	14	118	60	2,50
	180	30	13	131	60	3,00
IV	220	40	13	144	60	3,67
	260	40	13	157	60	4,33
	300	40	10	167	60	5,00
V	350	50	10	177	60	5,83

Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

	400	50	10	187	60	6,67
	450	50	10	197	60	7,50

## 2.2 Tableaux des mesures du périmètre moringa

Date : 10/10/2022						
Site : KAMBOINSE (K1) -P2						
Longitude	-1.559227°	Latitude	12.459889°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	2	2	60	0,17
	20	10	2	4	60	0,33
	30	10	2	6	60	0,50
II	50	20	2	8	60	0,83
	70	20	3	11	60	1,17
	90	20	3	14	60	1,50
III	120	30	3	17	60	2,00
	150	30	3	20	60	2,50
	180	30	4	24	60	3,00
IV	220	40	4	28	60	3,67
	260	40	4	32	60	4,33
	300	40	4	36	60	5,00
V	350	50	4	40	60	5,83
	400	50	4	44	60	6,67
	450	50	4	48	60	7,50

Date : 10/10/2022						
Site : KAMBOINSE (K1) -P3						
Longitude	-1.559310°	Latitude	12.459817°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	5	5	60	0,17
	20	10	5	10	60	0,33
	30	10	5	15	60	0,50
II	50	20	5	20	60	0,83
	70	20	5	25	60	1,17
	90	20	6	31	60	1,50
III	120	30	6	37	60	2,00
	150	30	6	43	60	2,50
	180	30	6	49	60	3,00

Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

IV	220	40	6	55	60	3,67
	260	40	8	63	60	4,33
	300	40	8	71	60	5,00
V	350	50	8	79	60	5,83
	400	50	8	87	60	6,67
	450	50	8	95	60	7,50

Date : 10/10/2022						
Site : KAMBOINSE (K1) -P4						
Longitude	-1.559309°	Latitude	12.459809°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	4	4	60	0,17
	20	10	4	8	60	0,33
	30	10	4	12	60	0,50
II	50	20	4	16	60	0,83
	70	20	4	20	60	1,17
	90	20	4	24	60	1,50
III	120	30	5	29	60	2,00
	150	30	5	34	60	2,50
	180	30	5	39	60	3,00
IV	220	40	5	44	60	3,67
	260	40	5	49	60	4,33
	300	40	7	56	60	5,00
V	350	50	7	63	60	5,83
	400	50	7	70	60	6,67
	450	50	7	77	60	7,50

Date : 10/10/2022						
Site : KAMBOINSE (K1) -P5						
Longitude	-1.559205°	Latitude	12.459540°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	3	3	60	0,17
	20	10	3	6	60	0,33
	30	10	3	9	60	0,50

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

II	50	20	3	12	60	0,83
	70	20	3	15	60	1,17
	90	20	3	18	60	1,50
III	120	30	5	23	60	2,00
	150	30	5	28	60	2,50
	180	30	5	33	60	3,00
IV	220	40	5	38	60	3,67
	260	40	7	45	60	4,33
	300	40	7	52	60	5,00
V	350	50	7	59	60	5,83
	400	50	7	66	60	6,67
	450	50	7	73	60	7,50

<b>Date : 10/10/2022</b>						
<b>Site : KAMBOINSE (K1) -P6</b>						
Longitude	-1.559423°	Latitude	12.459501°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	3	3	60	0,17
	20	10	3	6	60	0,33
	30	10	3	9	60	0,50
II	50	20	3	12	60	0,83
	70	20	3	15	60	1,17
	90	20	5	20	60	1,50
III	120	30	5	25	60	2,00
	150	30	5	30	60	2,50
	180	30	5	35	60	3,00
IV	220	40	5	40	60	3,67
	260	40	5	45	60	4,33
	300	40	6	51	60	5,00
V	350	50	6	57	60	5,83
	400	50	6	63	60	6,67
	450	50	6	69	60	7,50

<b>Date : 12/10/2022</b>						
<b>Site : KAMBOINSE (K1) -P7</b>						
Longitude	-1.559165°	Latitude	12.459844°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	8	8	60	0,17

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

	20	10	8	16	60	0,33
	30	10	8	24	60	0,50
II	50	20	8	32	60	0,83
	70	20	8	40	60	1,17
	90	20	8	48	60	1,50
III	120	30	9	57	60	2,00
	150	30	9	66	60	2,50
	180	30	9	75	60	3,00
IV	220	40	9	84	60	3,67
	260	40	9	93	60	4,33
	300	40	10	103	60	5,00
V	350	50	10	113	60	5,83
	400	50	10	123	60	6,67
	450	50	10	133	60	7,50

<b>Date : 12/10/2022</b>						
<b>Site : KAMBOINSE (K1) -P8</b>						
Longitude	-1.559370°	Latitude	12.459753°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	5	5	60	0,17
	20	10	5	10	60	0,33
	30	10	5	15	60	0,50
II	50	20	5	20	60	0,83
	70	20	5	25	60	1,17
	90	20	6	31	60	1,50
III	120	30	6	37	60	2,00
	150	30	6	43	60	2,50
	180	30	6	49	60	3,00
IV	220	40	7	56	60	3,67
	260	40	7	63	60	4,33
	300	40	7	70	60	5,00
V	350	50	7	77	60	5,83
	400	50	7	84	60	6,67
	450	50	7	91	60	7,50

**Date : 12/10/2022**

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

Site : KAMBOINSE (K1) -P9						
Longitude	-1.547848°	Latitude	12.461652°			
Série	Temps (min)	Delta (min)	H (mm)	H cumul (mm)	1heure	T en H
I	0	0	0	0,00	60	0,00
	10	10	5	5	60	0,17
	20	10	5	10	60	0,33
	30	10	5	15	60	0,50
II	50	20	5	20	60	0,83
	70	20	5	25	60	1,17
	90	20	5	30	60	1,50
III	120	30	6	36	60	2,00
	150	30	6	42	60	2,50
	180	30	6	48	60	3,00
IV	220	40	6	54	60	3,67
	260	40	6	60	60	4,33
	300	40	7	67	60	5,00
V	350	50	7	74	60	5,83
	400	50	7	81	60	6,67
	450	50	7	88	60	7,50

### 2.3 Détermination de la valeur du coefficient de saturation (ksat) par site

Site	Anneau	Ksat	Moyenne Ksat	CO-Variance	Ecart-type
Kamboinsé (K2)	1	11,8	11,71	18,48	1,67
	2	15,4			
	3	12,6			
	4	13,5			
	5	9,5			
	6	11,85			
	7	8,67			
	8	13,9			
	9	9,83			
	10	11			
	11	9,83			
	12	13,08			
	13	9,52			
	14	10,95			
	15	11			
	16	11,08			
	17	13,3			
	18	10,89			

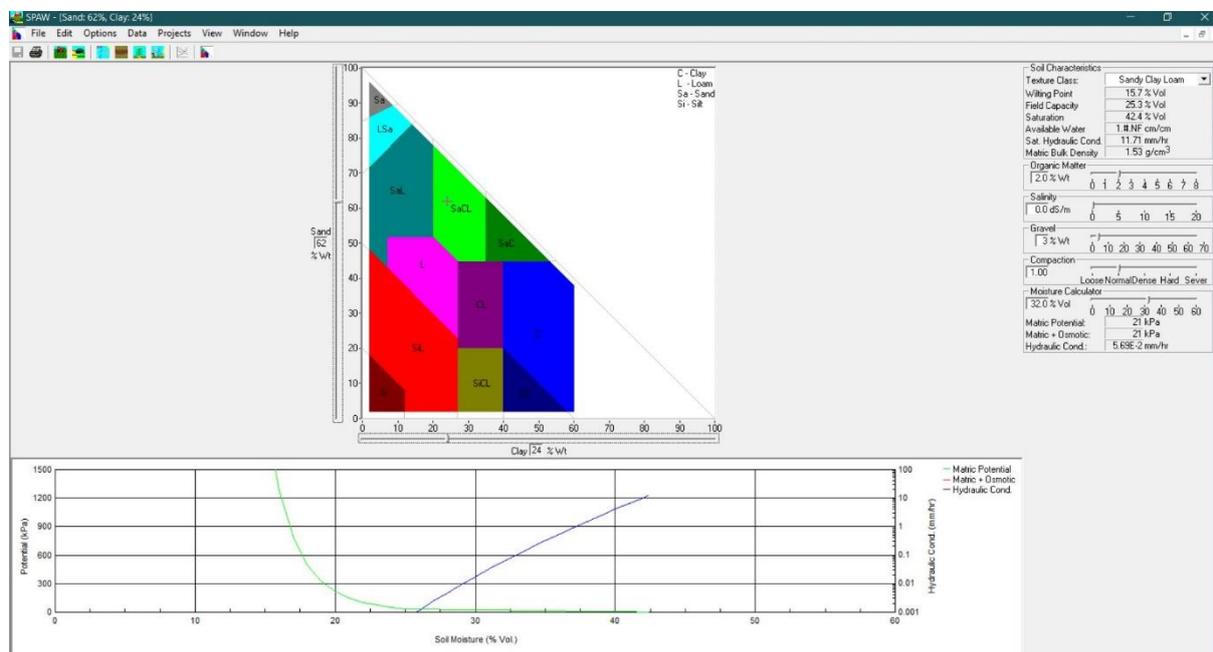
Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

	19	12,56			
	20	12,53			
	21	11,78			
	22	13			
Kamboinsé (K1)	1	9	8,83	19,80	1,98
	2	4,84			
	3	10,39			
	4	8,63			
	5	9,2			
	6	7,23			
	7	12			
	8	9,2			
	9	8,99			

## 2.4 Détermination des caractéristiques du sol

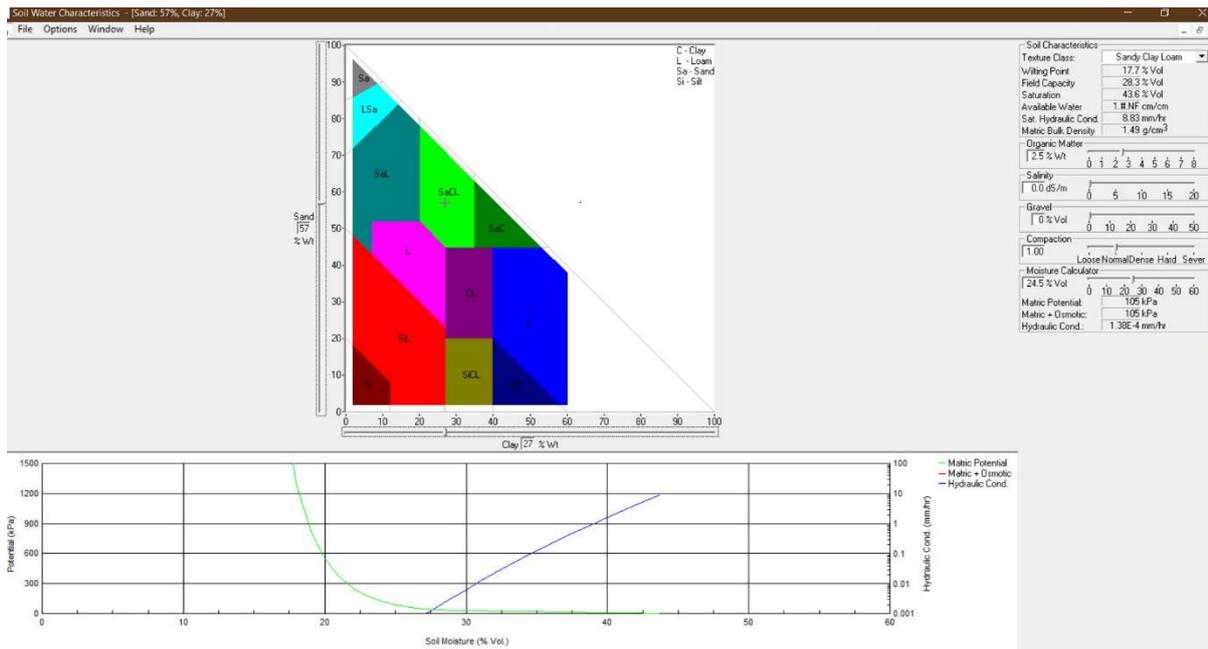
Kamboinsé (K2)	
<b>Ksat</b>	<b>11,71</b>
Owp	15.70%
Ofc	25.30%

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.



Kamboinsé (K1)	
<b>Ksat</b>	<b>8,83</b>
Owp	17,70%
Ofc	28,30%

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.



## 2.5 Analyse granulométrique par tamisage

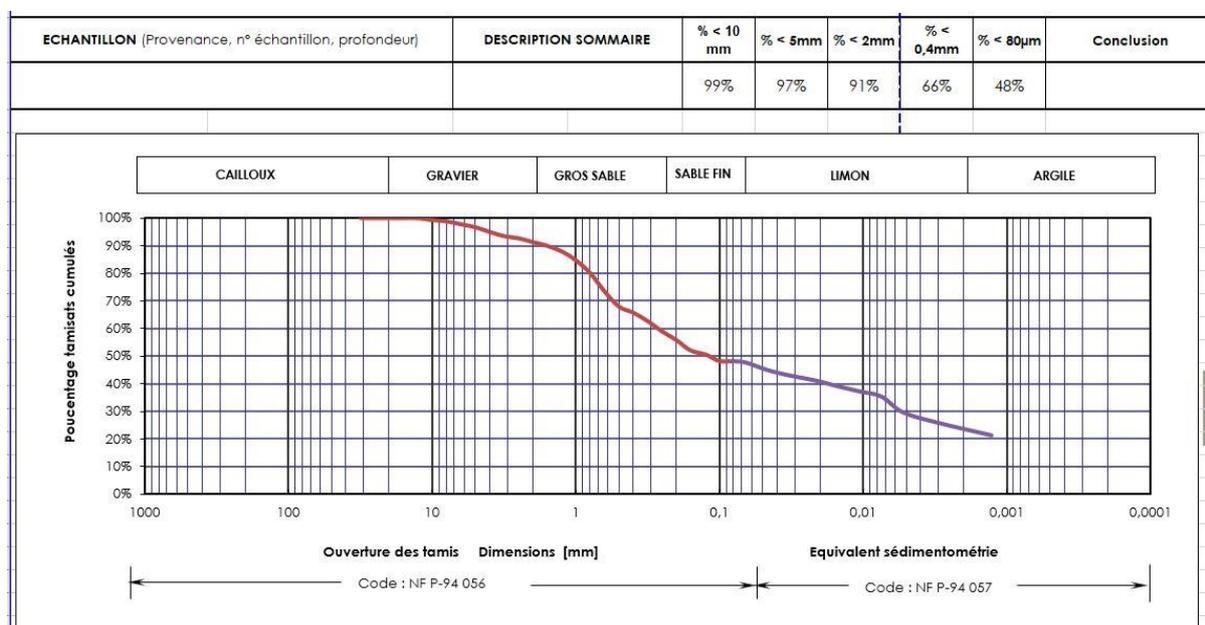
Modules AFNOR	φ tamis mm	Refus partiels	Refus cumulés	% Refus cumulés	% Passants cumulés	Observations
50	80					Cailloux 3
49	63					
48	50					
47	40					
46	31,5		0,0	0,000%	100,0%	Graviers
45	25		0,0	0,000%	100,0%	
44	20		0,0	0,000%	100,0%	
43	16		0,0	0,000%	100,0%	
42	12,5		0,0	0,000%	100,0%	
41	10	7	7,0	0,700%	99,30%	
40	8	4	11,0	1,100%	98,90%	
39	6,3	11	22,0	2,200%	97,80%	sable
38	5	10,84	32,8	3,284%	96,72%	
37	4	16,77	49,6	4,961%	95,04%	
36	3,15	15,58	65,2	6,519%	93,48%	
35	2,5	7,67	72,9	7,286%	92,71%	
34	2	13,53	86,4	8,639%	91,36%	
33	1,6	12,79	99,2	9,918%	90,08%	
32	1,25	21,39	120,6	12,057%	87,94%	
31	1	31,59	152,2	15,216%	84,78%	
30	0,8	44,77	196,9	19,693%	80,31%	
29	0,63	68,45	265,4	26,538%	73,46%	
28	0,5	54,6	320,0	31,998%	68,00%	
27	0,4	21,18	341,2	34,116%	65,88%	
26	0,315	31,32	372,5	37,248%	62,75%	
25	0,25	37,46	409,9	40,994%	59,01%	
24	0,2	30,16	440,1	44,010%	55,99%	
23	0,16	37,17	477,3	47,727%	52,27%	
22	0,125	15,42	492,7	49,269%	50,73%	
21	0,1	23,54	516,2	51,623%	48,38%	
20	0,08	0,5	516,7	51,673%	48,33%	
19	0,063					
18	0,050					
17	0,040					

## 2.6 Analyse granulométrique par sédimentation

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

Profondeur effective Hr (cm)	Facteur F	Diamètre équivalent $\phi$ ( $\mu$ m)	Pourcentage des grains $< \phi$ P (%)	Passant échantillon p (p = C.P) en %							
30	1008,7	33,4	3,6	1012,3	15,9	0,90	66	98,9%	47,8%	0,08	48,33%
60	1008,0	33,4	3,6	1011,6	16,0	0,90	47	93,3%	45,1%	0,066	0,4782
120	1007,5	33,4	3,6	1011,1	16,1	0,90	33	89,3%	43,2%	0,047	0,4510
300	1007,0	33,3	3,6	1010,6	16,2	0,90	21	85,1%	41,1%	0,033	0,4316
600	1006,5	33,2	3,6	1010,1	16,3	0,90	15	80,8%	39,1%	0,021	0,4112
1200	1006,0	33,3	3,6	1009,6	16,4	0,90	11	77,0%	37,2%	0,015	0,3907
2400	1005,5	33,4	3,6	1009,1	16,5	0,90	7	73,2%	35,4%	0,011	0,3723
4800	1005,0	33,5	3,6	1008,6	16,6	0,90	5	69,4%	33,6%	0,007	0,3540
86400	1004,0	33,5	3,6	1007,6	16,7	0,90	5	61,4%	29,7%	0,005	0,2968
	1003,0	33,6	3,7	1006,7	16,9	0,90	3	53,6%	25,9%	0,003	0,2591
	1002,0	32,8	3,5	1005,5	17,1	0,91	1	43,8%	21,2%	0,001	0,2119

## 2.7 Courbe de caractérisation des matériaux



### Annexe 3 : Evaluation des besoins en eau du périmètre maraicher et du dimensionnement

**Tableau 1 : Type de culture et stades de développement**

Cultures		Initial	Développement	Mi-saison	Arrière-saison	Durée (jrs)	Zr (m)	
Oignon	Allium cepa	Durée	15	25	70	40	150	0.5
		Kc	0.5	0.75	1.05	0.85		
		Kc	0.45	0.75	1.15	0.8		

**Tableau 2 : Evaluation des besoins**

		Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février
<b>Oignon</b>	ETO (mm/jr)	5.00	5.19	5.48	5.65	5.37
	KC	0.63	0.96	1.05	0.98	0.85
	ETM (mm/jr)	3.15	4.9824	5.754	5.537	4.5645
	Pe	0	0	0	0	0.16
	BN (mm/jr)	3.15	4.9824	5.754	5.537	4.5645
	BN (m3/ha)	31.50	49.8240	57.540	55.370	45.6450
	BB (mm/jr)	4.50	7.11771428	8.22	7.91	6.52071428
	BB (m3/ha) /jr	45.30	71.1771428	82.30	79.10	65.2071428
	Besoins (m3)	1843.2	2902.08	3355.2	3224.88	2660.16

**Tableau 3 : Dimensionnement préliminaire**

Dimensionnement préliminaire	Dose Brute Db (mm)	T (j)	Rampe (m)	E_asp(m)	Longueur (m)	Larg_perim (m)	Nb_r p_init	Temps Max de travail (Twmax)	T_poste_definir (h)	T_poste_modifier (h)	Nb-rp_sim_init	Nb_poste/j
	16.00	2.00	5.0	5.0	160	100	20.00	16.00	0.00	3.2	8.0	5.00

**Tableau 4 : Dimensionnement final**

Dimensionnement pour la plus grande parcelle	Valeurs
Superficie nette (ha)	0.20
Nombre de parcelle	1.00
Longueur perimetre (m)	40.00
Largeur perimetre (m)	50.00
Temps par poste d'arrosage Ts (h)	3.2

Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

<b>Dose brute Db (mm)</b>	16.00
<b>E_rampe (m)</b>	5.00
<b>E_asp (m)</b>	5.00
<b>L_sous primaire(m)</b>	40
<b>L_rampe</b>	25.00
<b>Nb_asp/rp</b>	5.00
<b>Q_rp (l/h)</b>	<b>660.00</b>
<b>Nb-rp_sim_init</b>	2.00
<b>Nombre de rampes simultanée finale</b>	8.00
<b>Nombre de porte rampes par sous primaire</b>	2.00
<b>Nb_rp/prp</b>	4.00
<b>Longueur porte rampes (m)</b>	15.00
<b>Nombre asperseur pour rampes en fonction simult</b>	40.00
<b>Nombre de sous primaire</b>	3.00
<b>Longueur sous primaire (m)</b>	40.00
<b>Nombre totale d'asperseur totale</b>	640.00
<b>Nombre total de rampes</b>	158.00
<b>Q_prp (l/h)</b>	<b>2640.00</b>
<b>Q_sous_prim (l/h)</b>	<b>10560.00</b>
<b>Qe(l/s/ha)</b>	1.52
<b>Q_syst (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>10.56</b>

**Tableau 5 : Note de calcul des diamètres et pertes de charges**

<b>Conduites</b>	<b>Longueur (m)</b>	<b>Debits (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>Diamètres_TH (mm)</b>	<b>Diamètres Nominals (mm)</b>	<b>Diamètres Interieurs (mm)</b>	<b>F(Facteurs d'ouverture)</b>	<b>ΔH_Tube [m]</b>
<b>RAMPE</b>	25.00	0.65	1.7	11.63	20	20	0.457	0.292

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

<b>Porte_rampe</b>	15.00	2.6	1.7	23.26	50	46.8	0.486	0.038
<b>SOUS-PRIMAIRES</b>	40	5.2	1.7	32.90	110	106.8	1	0.013
<b>PRIMAIRE</b>	52	5.20	1.7	32.90	110	106.8	1	0.017
<b>TRANSPORT</b>	60	5.20	1.7	32.90	110	106.8	1	0.020

**Tableau 6 : Formule empirique de dimensionnement de la canalisation de refoulement**

<b>Auteurs</b>	<b>Expressions</b>	<b>Unités-Annotations</b>
<b>Bresse</b>	$D_{th}(m) = 1,5 * Q^{0,5}$	$D_{th}(m)$ : diamètre théorique $Q(m^3/s)$ : débit transporté par la conduite $n$ : nombre d'heures de pompage (h/j) $V_{ref} (m/s)$ : vitesse de refoulement de l'eau
<b>Meunier</b>	$(1 + 0,02n) * Q^{0,5}$	
<b>Achour et Bedjaoui</b>	$1,27 * Q^{0,5}$	
<b>Bonnin</b>	$D_{th}(m) = Q^{0,5}$	
<b>Condition de GLS</b>	$V_{ref} \leq \left(\frac{DN_{retenu}}{50}\right)^{0,5}$	

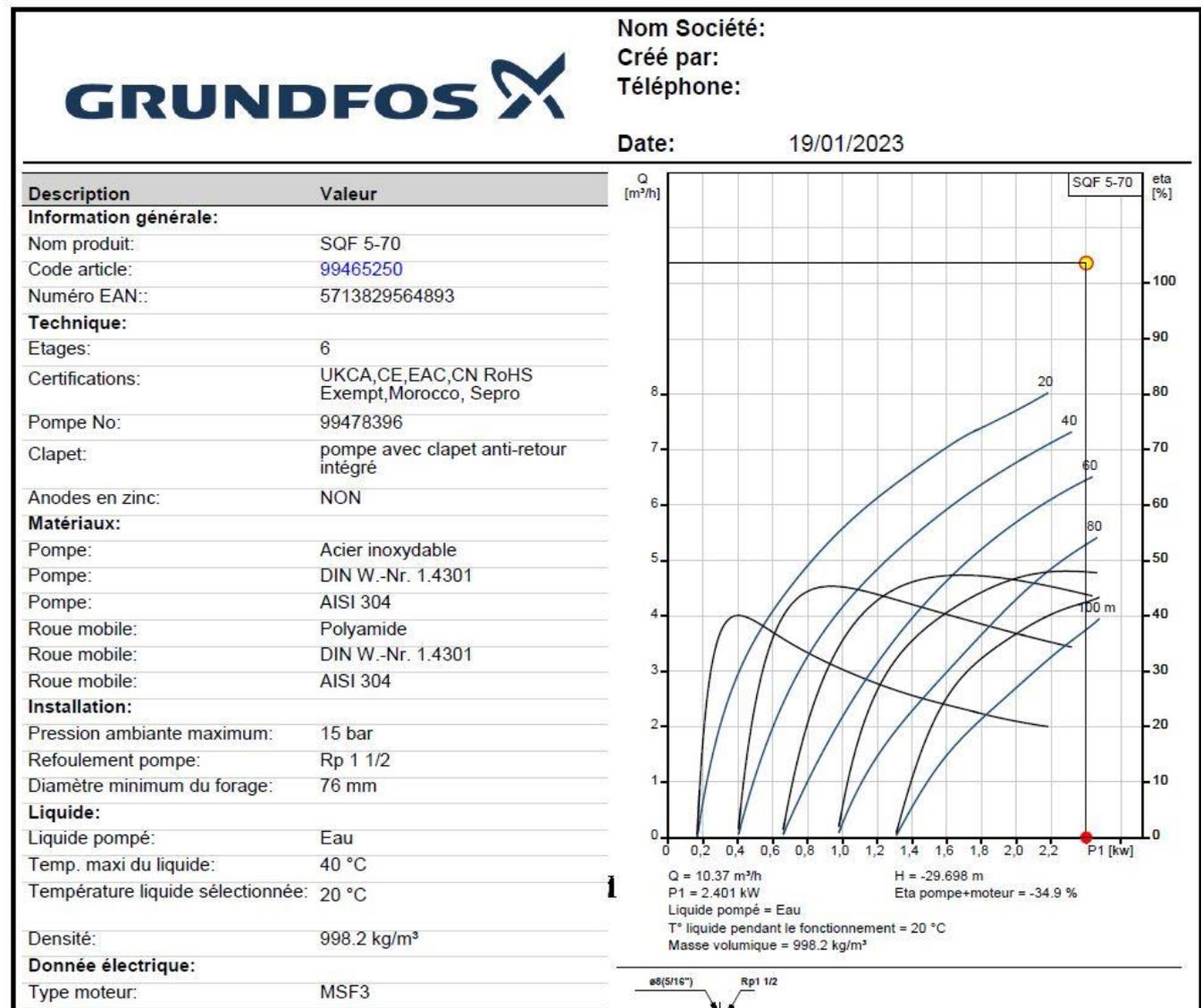
**Tableau 7 : Calcul de la HMT**

<b>CALCUL DE LA HMT ET CHOIX DE LA POMPE</b>	
<b>g [m/s<sup>2</sup>]</b>	9.81
<b>Vaspiration [m/s]</b>	3.30
<b><math>\Delta H_{aspiration\_Pmp}[m]</math></b>	<b>0.56</b>
<b>Hsupport_asperseur (m)</b>	0.60
<b><math>\Delta H_{support\_asperseur} [m]</math></b>	<b>0.10</b>

*Conception de deux (2) périmètres irrigues de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

<b><math>\Delta h_{\text{friction\_totale}}</math> (m)</b>	<b>15.00</b>
<b><math>\Delta h_{\text{Pièces}}</math> (m)</b>	<b>1.50</b>
<b><math>\Delta h_{\text{filtre}}</math> (m)</b>	<b>1.5</b>
<b><math>H_{\text{geo}}</math> (m)</b>	<b>60.00</b>
<b>HMT(m)</b>	<b>77.24</b>

**Tableau 8 : Information sur la pompe**



#### Annexe 4: Dimensionnement des batteries et des panneaux

##### 4.1 Formule de détermination du nombre de batterie

- Calcul de la puissance sortante des batteries vers la pompe (Pout-bat)

$$P_{out-bat} = \frac{Q_{pmp} * HMT}{360 * \eta}$$

Avec :

$Q_{pmp}$  = Débit de pompage ;

HMT = hauteur manométrique totale ;

$\eta = e1 * e2$  = rendement motopompe (40%) ;

e1 =Efficience de la pompe (compris entre 50% et 80%) ;

e2= Efficience du moteur électrique (compris entre 70% et 90%).

- **Calcul de la puissance entrante dans les batteries**

$$P_{in-bat} = P_{out-pan} * \frac{T_{pmp}}{T_{ens}}$$

Avec :

T<sub>pmp</sub> : temps nécessaire au pompage ;

T<sub>ens</sub> : temps d'ensoleillement des panneaux solaires ;

P<sub>in-bat</sub>= puissance fournie par les panneaux solaires aux batteries ;

- **Calcul du volume d'énergie nécessaire au pompage**

$$E_{bat-pmp} = MAX(\Delta E_{bat,i}) + ABS(MIN(\Delta E_{bat,i}))$$

Avec :

$\Delta E_{bat,i} = E_{in-bat,i} - E_{out-bat,i}$  la variation du volume d'énergie cumulée.

- **Calcul de l'énergie total stocker dans les batteries :**

$$E_{stock-bat} = \frac{E_{bat-pmp}}{(1 - \delta) * \mu * (1 - \theta)}$$

Avec :

$\mu$  : taux admissible de décharge des batteries (50%) ;

$\delta$  : Pertes dans les batteries (10%) ;

$\theta$  : Pertes dans les convertisseurs (3%).

- **Calcul de l'énergie par unité de batterie :**

$$E_{bat} = \frac{U_{bat} * IT_{bat}}{1000}$$

Avec :

$U_{bat}$  = Voltage unité de batterie (V) ;

$IT_{bat}$  = Ampérage unité de batterie (Ah).

#### 4.2 Résultats de dimensionnement du nombre de batterie

Détermination du stock d'énergie nécessaire						
Temps de pompage	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Temps d'ensoleillement T_ens	8	8	8	8	8	8
Débit	5	5	5	5	5	5
HMT	75	75	75	75	75	75
Rendement	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Incrément Chronologique	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$	$\Delta t_3$	$\Delta t_4$	$\Delta t_5$	$\Delta t_6$
Frange horaire	4h-8h	8h-12h	12h-16h	16h-20h	20h-24h	0h-4h
Variation temps $\Delta t_i$ (h)	4	4	4	4	4	4
Temps cumulé $t_i$	4	8	12	16	20	24
Puissance sortante $P_{out\_bat}$ (kW)	2,60	2,60	0	2,60	2,60	0
Energie sortante cumulée $E_{out\_bat}$ (kWh)	10,42	20,83	20,83	31,25	41,67	41,67
Puissance entrante $P_{in\_bat}$ (kW)	0	5,21	5,21	0	0	0
Energie entrante cumulé $E_{in\_bat}$ (kWh)	0	20,83	41,67	41,67	41,67	41,67

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraîchère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

Variation volume énergie cumulée E_in_bat -E_out_bat	-10,42	0,00	20,83	10,42	0,00	0,00
Volume énergie nécessaire au pompage Ebat_pmp (kWh)	31,25					
<b>Détermination du nombre de batteries</b>						
Données préalables	Voltage unité batterie U_bat (V)	Amperage unité batterie I_t_bat (Ah)	taux de décharge batterie $\mu$	Perte batterie $\delta$	Perte convertisseur $\Theta$	
	13,2	280	0,5	0,1	0,03	
Energie totale stockée batteries E_stock_bat (kWh)	71,59					
Energie de l'unité batterie E_bat (kWh)	3,696					
Nombre de batterie N_bat	19,37					
Nombre de batteries retenues N_bat_ret	16					
Taux énergie stockée utilisée par le pompage T_Epmp/Estock (%)	43,65					

#### 4.3 Resultats de dimensionnement du nombre de panneaux

Détermination du nombre total de panneaux de type RSM600120HC												
Données prealables	Temps d'ensolaillement T_ens (h)	Temps de pompage T_pmp (h)	Temps maximal de travail T_wmax (h)	Rendement électro pompe $\eta$	Perte batterie $\delta$	Perte convertisseur $\Theta$	Rendement des panneaux $\rho$	Superficie à irriguer A(ha)	Q_pmp (m <sup>3</sup> /h)	Q_syst (m <sup>3</sup> /h)	HMT (m)	Module P_pan-mod n(Wc)
	8	16	16	0.4	0.1	0.03	0.2	1	5	5.20	7.5	600
Puissance totale des panneaux P_out_pan (kW)	29.83											
Nombre de panneaux solaires N_pan	49.72											
Nombre de panneaux retenus N_pan_ret	20											
Tension du champs PV (V)	48											

### Annexe 5 : Détails des dévis

#### 5.1 Devis périmètre maraicher

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.

Désignation	Unité	Quantité	PU (FCFA)	Coût total pour site de 2 ha (FCFA)
<b>Unité de pompage</b>				
Réalisation du forage	U	1	1 200 000,00	1 200 000,00
Electropompe immergée	U	1	400 000,00	400 000,00
Maisonnette + conduites et accessoires	U	1	495 500,00	495 500,00
Dispositif électrique	U	1	1 139 500,00	1 139 500,00
Panneaux solaires + support accessoires	U	1	10 658 800,00	10 658 800,00
Batterie solaire 13,2V/280 Ah, support et accessoires	U	1	7 854 400,00	7 854 400,00
<b>Sous total 001</b>				<b>21 748 200</b>
<b>Réseau d'irrigation</b>				
Réseaux d'irrigation et accessoire		1	3 829 625,00	3 829 625,00
<b>Sous total 002</b>				<b>3 829 625,00</b>
<b>Installation d'une clôture grillagée</b>				
Clôture grillagée, porte et accessoires	U	1	2 180 000,00	2 180 000,00
<b>Sous total 003</b>				<b>2 180 000,00</b>
<b>Coûts MO/Installation (25% cout total)</b>				
<b>Sous total 004</b>				<b>7 562 135,38</b>
<b>TOTAL INVESTISSEMENT</b>				<b>35 876 618</b>

## 5.2 Périmètre moringa oleifera

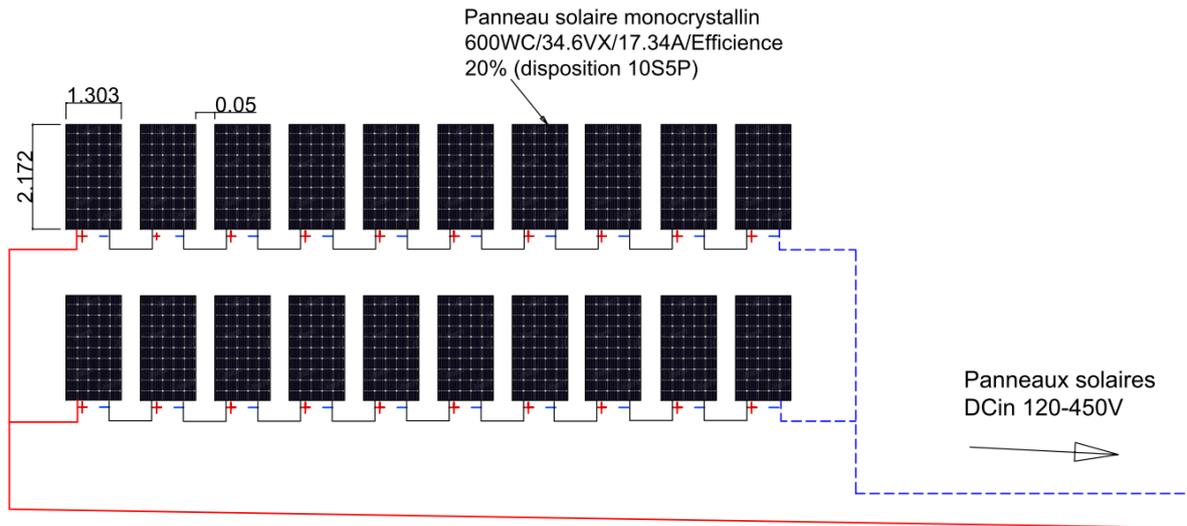
*Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.*

<b>Désignation</b>	<b>Unité</b>	<b>Quantité</b>	<b>PU (FCFA)</b>	<b>Total (FCFA)</b>
<b>Unité de pompage</b>				
Réalisation du forage	U	1	1 200 000,00	1 200 000,00
Electropompe immergée	U	1	400 000,00	400 000,00
Conduites et accessoires	U	1	495 500	495 500
Dispositif électrique	U	1	1 139 500	1 139 500
Panneaux solaires + support accessoires	U	1	3 843 520	3 843 520
Batterie solaire 13,2V/280 Ah, support et accessoires	U	1	1 610 100	1 610 100
<b>Sous total 001</b>				<b>8 688 620</b>
<b>Réseau d'irrigation</b>				
Réseaux d'irrigation et accessoire		1	1 925 000	1 925 000
<b>Sous total 002</b>				<b>1 925 000</b>
<b>Installation d'une clôture grillagée</b>				
Clôtures grillagées, porte et accessoires	U	1	545000	545000
<b>Sous total 003</b>				<b>545000</b>
<b>Coûts MO/Installation (30% cout total)</b>				
<b>Sous total 004</b>				<b>3 419 615</b>
<b>TOTAL INVESTISSEMENT</b>				<b>14 578 235</b>

*Annexe 6 : Dessin des panneaux et batteries*

## **6.1 Deressin des panneaux solaire**

Conception de deux (2) périmètres irrigués de 2 ha et 0.6 ha pour la production maraichère et de moringa sous micro aspersion photovoltaïque à Kamboinsé, province du Kadiogo.



## 6.2 Dessin des batteries

