THEME : DIAGNOSTIC D'UN PERIMETRE PLUVIAL DE TOURNESOL ET PROPOSITION D'AMENAGEMENT POUR LA PRODUCTION IRRIGUEE EN SAISON SECHE A BOBO-DIOULASSO, BURKINA FASO

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE **MASTER**

SPECIALITE : GENIE DE L'EAU, DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMENAGEMENTS HYDROAGRICOLES

Présenté et soutenu publiquement le 26/01/2026 par

Ange Fousséni Siné SANOU (2022 1125)

Directeur de mémoire : Dr Amadou KEITA, Enseignant Chercheur, Maitre de conférences (CAMES)

Encadrant 2iE : Dr Amadou KEITA, Enseignant Chercheur, Maitre de conférences (CAMES)

Maître de stage : Abdouramane SANOU, Centre de formation LEGUDIA AGROECOLOGIE

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr Ousmane Roland YONABA

Membres et correcteurs : M. Bassirou BOUBE

M. Zacharia SOULGA

Promotion 2025/2026

DEDICACE

Ce mémoire est dédié à ma famille et à tous ceux qui m'ont soutenu d'une quelconque manière depuis 1997 jusqu'aujourd'hui. En particulier, je le dédie à ma famille : ma grand-mère, mes frères et sœurs, ma femme et mes enfants, mes oncles et tantes, Mme Claudine BEGON, M. Timothée TRAORE et sa famille, ainsi que mes amis et promotionnaires. Merci à vous.

REMERCIEMENTS

De nombreux efforts à divers niveaux aussi bien institutionnel que personnel ont concouru à l'aboutissement de ce mémoire. Il convient pour moi en ces lignes de leur traduire ma profonde gratitude, chacun où qu'il soit. En particulier, mes remerciements s'adressent à :

- L'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) qui m'a formé,
- Mon directeur de mémoire, Dr Amadou KEITA, Enseignant Chercheur, Maitre de conférences (CAMES), pour sa disponibilité, le suivi, ses conseils avisés durant le stage,
- M. Bassirou BOUBE, Enseignant Chercheur 2iE pour sa disponibilité,
- La Société Coopérative Simplifiée des Agriculteurs de Céréales et Oléagineux (Scoops Agricéol) à travers son président le Colonel Nia Léopold MILLOGO pour sa disponibilité et son accompagnement,
- M. Abdouramane SANOU, mon maître de stage et producteur de tournesol qui m'a accepté dans son champ, m'a facilité beaucoup de choses et a été disponible tout au long de mon travail,
- Dr Mariam COULIBALY, Attaché de Recherche au Programme Oléagineux de l'Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricole (INERA)/Farako-Bâ de Bobo-Dioulasso pour sa disponibilité,
- Dr Issouf KOURAOGO du Programme Céréales Traditionnelles à la section Amélioration Variétale du Sorgho de l'Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricole (INERA)/Farako-Bâ de Bobo-Dioulasso pour sa disponibilité à répondre à toutes mes sollicitations,
- M. Bagnoumou Gilles TRAORE de la Direction Régionale de l'Agriculture, des Ressources Animales et halieutiques (MARAH) du Nakambé (ex Centre-Est) pour sa disponibilité à répondre à toutes mes sollicitations.

RESUME

Le présent mémoire portant sur le diagnostic d'un périmètre pluvial de tournesol et proposition d'un aménagement pour la production irriguée en saison sèche à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso vise à contribuer au développement de cette culture au Burkina Faso. La variété produite est AMSOL composite sur un sol sablo limoneux. A l'issue de nos observations menées du début à la fin de la campagne, à partir des carrés de rendement repartis sur l'ensemble du périmètre (1 ha), nous avons noté de façon générale des écarts entre les prescriptions de la fiche technique de production et la réalité du terrain. Ces écarts ont concerné entre autres les semis tardifs, la densité réelle des semis 96 667 plants à l'hectare contre 83 000 plants pour ladite fiche. Aussi, les quantités de nutriments (N, P_2O_5, K_2O) apportés étaient en deçà de celles recommandées du fait de l'usage de la formulation NPK 15-15-15 disponible pour le producteur, à la place du NPK 14-23-14 recommandé. Malgré ces écarts et les aléas climatiques, le producteur a pu obtenir un résultat de 1,34 t soit 67,2% du potentiel estimé par la fiche technique de production.

Dans le but de faciliter la production hors saison pluvieuse, nous avons proposé un aménagement du périmètre. Un forage équipé d'une pompe de 10 m^3/h devrait être réalisé. Elle fonctionnera directement à l'aide de vingt (20) panneaux photovoltaïques de 300 Wc, et huit (08) batteries $LiFePO_4$ de 280 Ah 24V, prendront le relai en absence de soleil. Deux postes d'arrosage de 0,25 ha sont prévus par jour dont le premier entre 08h et 12h et le deuxième de 15h à 19h avec une dose brute de 35,66 mm et un tour d'eau de 4 jours.

Pour une production durable, il faut des investissements d'au moins 27 340 220 F CFA. Les différents indicateurs de rentabilité calculés confirment la rentabilité du projet et le délai de récupération est de 4 ans 2 mois. La prise en compte de l'impact environnemental et social permet une production durable.

Mots clés :

1- Aménagement
2- Diagnostic
3- Micro aspersion
4- Pompage photovoltaïque
5- Tournesol

ABSTRACT

This report on the diagnosis of a sunflower rainwater catchment area and a proposal for its development aims to contribute to the development of this crop in Burkina Faso. The variety produced is AMSOL composite on sandy loam soil. Based on our observations from the beginning to the end of the season, using yield plots distributed throughout the perimeter (1 ha), we noted a general discrepancy between the recommendations in the production technical data sheet and the reality in the field. These discrepancies concerned, among other things, late sowing and the actual sowing density of 96,667 plants per hectare compared to 83,000 plants for the said data sheet. In addition, the quantities of nutrients (N, P_2O_5, K_2O) applied were below the recommended levels due to the use of the NPK 15-15-15 formulation available to the producer, instead of the recommended NPK 14-23-14. Despite this discrepancy and the vagaries of the weather, the producer was able to achieve a yield of 1.34 tonnes, or 67.2% of the potential estimated in the production data sheet.

In order to facilitate production outside the rainy season, we have proposed a perimeter development. A borehole equipped with a 10 m3/h pump should be drilled. It will be powered directly by twenty (20) 300 Wp photovoltaic panels, and eight (08) 280 Ah 24V LiFePO4 batteries will take over when there is no sun. Two 0.25 ha watering stations are planned per day, the first between 8 a.m. and 12 p.m. and the second between 3 p.m. and 7 p.m., with a gross dose of 35.66 mm and a water cycle of 4 days.

Sustainable production requires an investment of at least 27,340,220 CFA francs. The various profitability indicators calculated confirm the project's profitability, with a payback period of 4 years and 2 months. Taking environmental and social impact into account ensures sustainable production.

Keywords :

1- Diagnosis
2- Land use planning
3- Micro-sprinkling
4- Photovoltaic pumping
5- Sunflower

LISTE DES ABREVIATIONS

BMP : besoin maximal de pointe

CERCI : Centre d'Expérimentation du Riz et des Cultures Irriguées

DN : Diamètre nominal

EIES : Etude d'impact environnemental et social

ET0 : Evapotranspiration de référence

ETc : Evapotranspiration de la culture (ici tournesol)

ETM : Evapotranspiration maximale

FAO : Food and Agriculture Organisation

HMT : hauteur manométrique totale

HWSD : Harmonized World Soil Database

IP : Indice de profitabilité

IRHO : Institut de Recherches sur les Huiles et Oléagineux

IVRAZ : Institut Voltaïque de Recherches Agricoles et Zootechniques

$LiFePO_4$: Lithium (Li) Fer (Fe) Phosphate (PO_4)

NIES : Notice d'impact environnemental et social

NPK : Azote (N) Phosphore (P) et Potassium (K)

PE : Polyéthylène

PVC : Polychlorure de vinyle

RFU : Réserve facilement utilisable

RU : Réserve utile

SPAW : Soil-Plant-Air-Water

TRI : taux de rendement interne

VAN : Valeur actuelle nette

SOMMAIRE

Table des matières

DEDICACE i

REMERCIEMENTS ii

RESUME iii

ABSTRACT iv

LISTE DES ABREVIATIONS v

SOMMAIRE 1

LISTE DES TABLEAUX 4

LISTE DES FIGURES 5

I. INTRODUCTION 6

II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE (COMMUNE DE BOBO-DIOULASSO) 7

II.1 PRESENTATION DU CADRE PHYSIQUE 7

II.1.1. RELIEF ET SOLS 8

II.1.2. VEGETATION ET FAUNE 8

II.1.3. HYDROGRAPHIE 8

II.1.4. CLIMAT 8

II.2 SITUATION ADMINISTRATIVE 9

III. PRESENTATION DU PROJET 10

III.1 CONTEXTE ET JUSTIFICATION 10

III.2 OBJECTIFS 11

III.2.1 OBJECTIF GENERAL 11

II.2.2 OBJECTIFS SPECIFIQUES 11

III.3 RESULTATS ATTENDUS 11

III.4 GENERALITES SUR LE TOURNESOL 11

IV. MATERIEL ET METHODE 14

IV.1 MATERIEL 14

IV.2 METHODOLOGIE DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT DES DONNEES 15

IV.2.1 DIAGNOSTIC DU PERIMETRE 15

IV.2.2 AMENAGEMENT DU PERIMETRE 21

IV.2.3 EVALUATION DE LA RENTABILITE FINANCIERE DU PROJET 26

IV.2.4 PRESCIPTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE DU PROJET 27

V. RESULTATS ET DISCUSSIONS 28

V.1 DIAGNOSTIC DU PERIMETRE 28

V.1.1 PENTE DU TERRRAIN 28

V.1.2 ITINERAIRE TECHNIQUE DE PROCUCTION 28

V.1.3 PLUVIOMETRIE 35

V.1.4 L'ENERGIE AGRICOLE 36

V.1.5 RENDEMENT OBTENU 36

V.1.6. LE COUT DE LA CAMPAGNE 36

V.2 AMENAGEMENT DU PERIMETRE 37

V.2.1 HYPOTHESE DE L'ORGANISATION PRATIQUE DU SYSTEME 37

V.2.2 MESURES DE LA VITESSE D'INFILTRATION DU SOL (KSAT) 40

V.2.3 DIMENSIONNEMENT PRELIMINAIRE 40

V.2.4 DIMENSIONNEMENT FINAL 42

V.2.5. DIMENSIONNEMENT DE LA SOURCE D'ENERGIE 44

V.2.6 EVALUATION DE LA RENTABILITE FINANCIERE DU PROJET 46

VI. PRESCRIPTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE DU PROJET 47

INTRODUCTION 47

VII.1 RAPPEL DU CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE 47

VII.2 L'IDENTIFICATION DES IMPACTS DU PROJET 47

VII.3 ANALYSE ET L'EVALUATION DES IMPACTS DU PROJET 50

VII.4 QUELQUES MESURES D'ATTENUATION 54

CONCLUSION..... 55

VII. CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES 56

VIII. RECOMMANDATIONS..... 57

BIBLIOGRAPHIE : 58

LES ANNEXES :..... 59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Equations de détermination de ksat et de de la pente 16
Tableau 2 : Les paramètres des semis 18
Tableau 3 : Calcul des nutriments 20
Tableau 4 : Paramètres du dimensionnement primaire 21
Tableau 5 : Détermination du diamètre des conduites et HMT 24
Tableau 6 : Paramètres de dimensionnement de la source d'énergie 25
Tableau 7 : Paramètres de calcul des indicateurs de rentabilité 26
Tableau 8 : La réserve facilement utilisable (RFU) 40
Tableau 9 : Pluviométrie et ET0 de la station de Bobo-Dioulasso 41
Tableau 10 : L'évapotranspiration maximale 41
Tableau 11 : Paramètres du dimensionnement préliminaire 41
Tableau 12 : Résumé des paramètres du dimensionnement préliminaire 42
Tableau 13 : Les caractéristiques de l'asperseur 42
Tableau 14 : Tableau des paramètres du choix de l'asperseur 43
Tableau 15 : Les dimensions des conduites 43
Tableau 16 : Les caractéristiques calculées de la pompe 43
Tableau 17 : Les caractéristiques de la pompe choisie 44
Tableau 18 : Les caractéristiques des batteries 44
Tableau 19 : Les caractéristiques des panneaux photovoltaïques 45
Tableau 20 : Les caractéristiques du convertisseur hybride 45
Tableau 21 : Origines et impacts pendant la préparation du projet 48
Tableau 22 : Origines et impacts pendant la mise en œuvre des travaux 49
Tableau 23 : Origines et impacts pendant l'exploitation du périmètre 50
Tableau 24 : Analyse des impacts identifiés 51
Tableau 25 : Analyse des impacts identifiés 52
Tableau 26 : Analyse des impacts identifiés 53
Tableau 27 : Répartition des Secteurs et villages de Bobo-Dioulasso selon les arrondissements 65
Tableau 28 : valeurs de ksat mesurés et la moyenne 68
Tableau 29 : Dépenses de la campagne pluviale de tournesol 70
Tableau 30 : Synthèse des investissements 71
Tableau 31 : Les charges 72
Tableau 32 : Le chiffre d'affaires 73
Tableau 33 : Les indicateurs de rentabilité 73

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte administrative de Bobo-Dioulasso 7
Figure 2 : Diagramme ombrothermique 9
Figure 3: Champ de tournesol en pleine floraison à 10 semaines des semis 13
Figure 4: Fleur et capitule de tournesol à 10 semaines Figure 5: Graines de tournesol 13
Figure 6 : Mesure de ksat 17
Figure 7 : Répartition des points de mesure de ksat 17
Figure 8: Plants de tournesol déracinés par le vent 33
Figure 9: Pied de tournesol cassé par le vent 33
Figure 10: Capitules de tournesol stockés sur une bâche (récoltés depuis le cent unième jour du semi) 34
Figure 11: Graines insuffisamment formées +++ 35
Figure 12 : Structure des dépenses de production 37
Figure 13: Plan d'aménagement du périmètre en 3 D 38
Figure 14: Plan d'aménagement du périmètre en 2 D 39
Figure 15: Représentation de clôture grillagée en 2 D 39
Figure 16 : Courbes de niveau 66
Figure 17 : Représentation du champ de tournesol (violet) avec des carrés de rendement 67
Figure 18 : Caractéristiques du sol sur SPAW 69
Figure 19 : Profondeur racinaire du tournesol (Source : Dr A. KEITA) 75
Figure 20 : Facteur de tarissement du tournesol 75

I. INTRODUCTION

L'agriculture demeure un élément central dans l'économie des pays Africains dans la mesure où elle contribue énormément à la sécurité alimentaire de même qu'a la création de revenus pour les populations rurales. D'ailleurs, des chercheurs ont établi des « liens positifs entre croissance de la production agricole, croissance de la richesse nationale et réduction de la pauvreté » en Afrique de l'Ouest [1]. Malgré les différents obstacles (conditions écologiques, climatiques, commerce international, évolution socio-culturelle, etc.) auxquels font face les exploitations familiales ouest africaines, elles sont caractérisées par une très grande résilience qui repose sur plusieurs facteurs : parmi lesquels un portefeuille d'activités diversifiées, une grande flexibilité et une capacité d'adaptation, un ancrage communautaire fort etc. Au Burkina Faso, dans la quête de l'autosuffisance alimentaire, les autorités ont lancé de vastes programmes en faveur de l'agriculture qui reste jusque-là dominée par les cultures vivrières. Ainsi, nous avons l'offensive agropastorale et halieutique 2023-2025 (https://www.agriculture.bf, 20/12/2025), et l'initiative présidentielle pour l'agriculture, qui visent à augmenter de façon substantielle la production agricole. Par ailleurs les populations sont encouragées à produire et transformer localement différentes sortes de cultures. Dès lors, certains agriculteurs se sont lancés dans la production de celles qui jadis étaient perçues comme impossibles à produire dans le pays. Ainsi, de nombreux particuliers et coopératives se sont mis dans la production d'ananas, de tournesol (Helianthus annuus L.), etc., et les résultats sont encourageants. La culture de tournesol, objet de notre étude permettra à terme de produire de l'huile afin de compenser la production insuffisante d'huile de coton, et réduire les importations d'huile. Dans notre étude nous allons dans un premier temps faire le diagnostic d'un périmètre pluvial de tournesol. En second lieu, nous comptons proposer un aménagement et des recommandations qui permettront sa production irriguée sur toute l'année. Nous allons également prévoir une évaluation de l'impact environnemental et social qui permettra d'assurer une production durable.

II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE (COMMUNE DE BOBO-DIOULASSO)

Le champ de tournesol (latitude : 11° 19.437'N ; longitude : 4° 14.351'O) que nous avons suivi est situé à Kimidougou, un village rattaché à l'arrondissement n° 2 de la Commune de Bobo-Dioulasso, province du Houet, région du Guiriko (ex Hauts-Bassins).

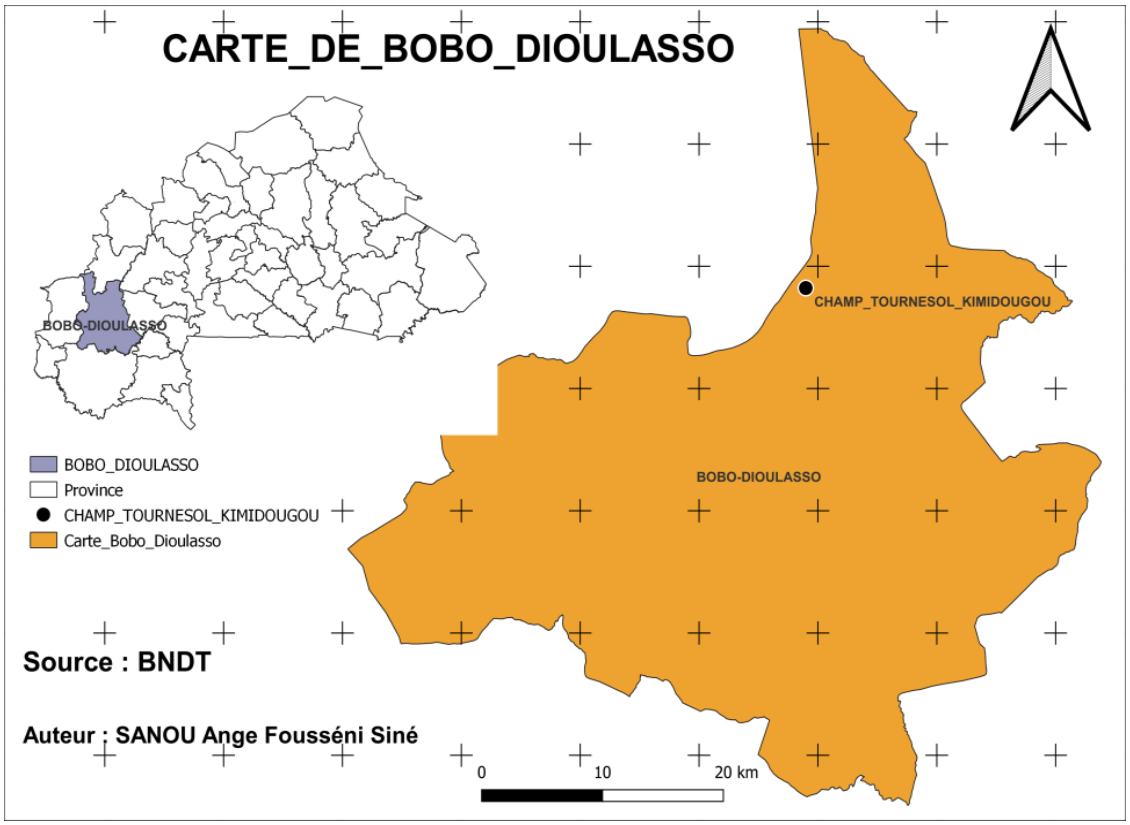


Figure 1 : Carte administrative de Bobo-Dioulasso

II.1 PRESENTATION DU CADRE PHYSIQUE

Cette partie décrit les composantes essentielles du milieu naturel, notamment les caractéristiques du relief et des sols, les ressources fauniques et floristiques, les conditions climatiques ainsi que le réseau hydrographique. Les atouts physiques et pédoclimatiques de la commune urbaine de Bobo-Dioulasso offrent des conditions favorables au développement agricole. La densité de la couverture végétale soutient les activités d'élevage, tandis que la configuration du relief valorise des paysages attractifs pour le tourisme. En outre, la localisation géographique de la commune constitue un levier important pour les échanges commerciaux [2].

II.1.1. RELIEF ET SOLS

Le relief se présente globalement comme faiblement accidenté, avec la présence d'un ensemble rocheux au sud, tandis que le reste du territoire est dominé par des plaines et des bas-fonds offrant de bonnes possibilités d'aménagement. Les sols, principalement hydromorphes développés sur d'anciennes cuirasses, présentent des caractéristiques particulièrement favorables aux activités agricoles [2].

II.1.2. VEGETATION ET FAUNE

La couverture végétale de Bobo-Dioulasso se compose majoritairement de savanes boisées, arborées et arbustives. Plusieurs forêts classées y existent, notamment celles de Kou, de Kuinima, de Dinderesso et de Kua, ainsi que de nombreuses forêts galeries qui longent les cours d'eau. Cette richesse végétale constitue un habitat favorable à une faune diversifiée. Toutefois, l'équilibre de ces écosystèmes est de plus en plus menacé par les pressions liées aux actions de l'homme [2].

II.1.3. HYDROGRAPHIE

La commune regorge d'un grand nombre de sources d'eau (une vingtaine), parmi lesquelles la source de la Guinguette occupe une place majeure. C'est également dans cette zone que prend naissance le Mouhoun, l'un des cours d'eau les plus importants du Burkina Faso. Les ressources en eaux souterraines y sont relativement bien développées et permettent l'exploitation de forages à gros débits pouvant atteindre 10 à 100 m^3/h, avec des valeurs maximales de 800 m^3/h selon les données de l'ONEA. L'alimentation en eau potable de la ville repose principalement sur le captage des sources exploitées par l'ONEA à Nasso [2].

II.1.4. CLIMAT

À l'image des autres localités de la région du Guiriko (ex Hauts-Bassins), le climat dans la commune de Bobo-Dioulasso est sud-soudanien avec une alternance saisonnière. Il y a une saison sèche plus ou moins longue, de novembre ou décembre à avril, et une saison des pluies d'une durée moyenne de six à sept mois, allant de mai à octobre ou novembre. La période sèche se subdivise en une phase fraîche, entre novembre et janvier, et une plus chaude, entre février et avril. Les pluies sont relativement abondantes, mais demeurent inégalement réparties dans le temps et dans l'espace [2]. Les moyennes annuelles atteignent 900 mm (www.climatsetvoyages.com/climat/burkina-faso/bobo-dioulasso, 20/12/2025).

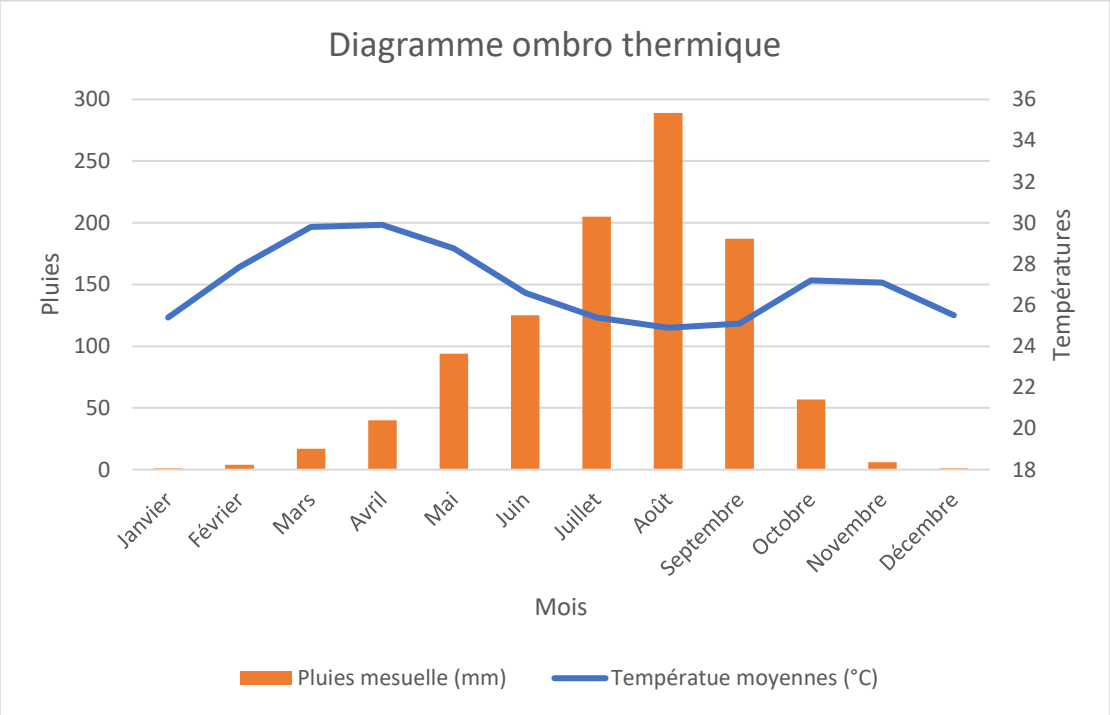


Figure 2 : Diagramme ombrothermique

Source des données : CLIMAT et CROPWAT

II.2 SITUATION ADMINISTRATIVE

Selon les dispositions du Code général des collectivités territoriales de 2018 (loi n°012-2018/AN du 07 mai 2018), la Commune de Bobo-Dioulasso est placée sous l'autorité d'un maire, qui est assisté d'un Conseil municipal composé d'élus locaux. Ce conseil regroupe les maires des différents arrondissements de la commune à statut particulier, lesquels sont désignés par leurs conseils d'arrondissement respectifs. Les maires d'arrondissement assurent, sur leur territoire de compétence constitué de secteurs et, le cas échéant, de villages rattachés, certaines missions relevant du maire de la commune urbaine, sur la base de délégations formellement définies par délibération du Conseil municipal.

Le maire d'arrondissement est appuyé par deux adjoints, ainsi que par un secrétaire général de rang A, issu de l'administration territoriale, responsable de la gestion administrative dans le cadre du processus de décentralisation. Il convient toutefois de rappeler que, dans le contexte actuel, les mairies sont administrées par des Présidents de Délégations Spéciales. Par ailleurs, en application de la loi n°066-2009/AN du 22 décembre 2009 relative au découpage des communes urbaines à statut particulier au Burkina Faso, la commune urbaine de Bobo-Dioulasso, initialement composée de trois

arrondissements (Dafra, Do et Konsa), est désormais subdivisée en sept arrondissements. La commune et le département de Bobo-Dioulasso ont vu ainsi son périmètre s'élargir au détriment de départements et communes limitrophes qui s'étaient déjà fortement urbanisés. C'est le cas de la Commune de Bama située au nord de Bobo-Dioulasso [2].

III. PRESENTATION DU PROJET

III.1 CONTEXTE ET JUSTIFICATION

« L'agriculture peut être un moteur de la croissance économique, surtout dans les pays en développement » Schultz, T. W. (1964) *Transforming Traditional Agriculture* Yale University Press. Cependant, au Burkina Faso elle est confrontée à de nombreux défis dont entre autres la dépendance à la pluviométrie et à la variabilité climatique, la faible maîtrise de l'eau, la dégradation des sols, l'insécurité, etc. Par conséquent, les productions locales sont faibles. Cela entraine d'une part l'insécurité alimentaire chez les populations, et d'autre part la dépendance du pays à l'importation des produits alimentaires. En prenant le cas des produits de grande consommation importés pour satisfaire les besoins nationaux, l'huile alimentaire figure en bonne place. En effet, la demande locale est estimée à près de 100 000 tonnes avec un taux de croissance de 4 % par an, pendant que l'offre en huile locale se situe entre 30 000 à 40 000 tonnes [3]. Ses importations sont passées de 50 400 tonnes en 2012 à 71 700 tonnes en 2016, soit une hausse de 42,26% sur la période, avant de connaître une légère baisse en 2017, occasionnant ainsi une sortie massive de devises. Selon le rapport diagnostic, en 2016, les importations d'huiles alimentaires ont été évaluées à 23 344 619 494 FCFA, et 46 529 $ US soit plus de 26 milliards FCFA en 2024 (www.trademap.org 21/12/2025). Dans ce contexte, pour l'atteindre de l'autosuffisance alimentaire conformément à la volonté des autorités, une innovation dans la production s'impose. Alors le tournesol, matière première pour la production d'huile s'avère une opportunité pour inverser la tendance. En effet, il constitue un produit stratégique dans la mesure où il pourrait contribuer à combler les besoins en huile du pays, à améliorer l'alimentation humaine avec sa richesse en vitamines solubles A, D, E et K (https://li04.tci-thaijo.org, le 29/01/2025), animale, et accroitre l'économie locale. Toutefois, pour le rendre disponible en quantité suffisante capable d'impacter de façon significative, sa production doit se faire en toute saison, particulièrement par irrigation en saison sèche comme dans les pays grands producteurs. Pour ce faire, la Société Coopérative Simplifiée des Agriculteurs de Céréales et Oléagineux (Scoops Agricéol) s'est donnée cette mission, en commençant par une campagne teste de production durant la saison pluvieuse écoulée. Afin de contribuer à la viabilité de ce projet, nous avons entrepris de suivre un producteur, Monsieur Abdouramane SANOU, animateur/formateur agricole, dans son champ situé à Kimidougou, village

rattaché à l'arrondissement n°2 de la Commune de Bobo-Dioulasso. Nous y avons fait le diagnostic du périmètre pluvial de tournesol en vue de proposer un aménagement pour la production irriguée en saison sèche.

III.2 OBJECTIFS

L'objectif représente le résultat précis que nous cherchons à atteindre à travers cette étude. Il donne une direction claire à notre étude. Il est composé d'un (01) objectif global et de trois (03) spécifiques.

III.2.1 OBJECTIF GENERAL

Contribuer au développement de la culture du tournesol au Burkina Faso.

II.2.2 OBJECTIFS SPECIFIQUES

- ✓ Analyser les performances de la production de tournesol en saison pluviale et identifier les facteurs limitants.
- ✓ Quantifier les besoins en eau du tournesol et proposer un aménagement.
- ✓ Évaluer la rentabilité financière, de même que l'impact social et environnemental du projet.

III.3 RESULTATS ATTENDUS

Les résultats attendus du projet sont :

- ✓ L'analyse des performances de la production de tournesol en saison pluviale et l'identification des facteurs limitants.
- ✓ La quantification des besoins en eau du tournesol et la proposition d'un aménagement.
- ✓ L'évaluation de la rentabilité financière, ainsi que l'impact social et environnemental du projet.

III.4 GENERALITES SUR LE TOURNESOL

Le tournesol (*Helianthus annuus* L.) figure parmi les principales cultures oléagineuses à l'échelle mondiale. Il s'agit d'une espèce allogame appartenant à la famille des Astéracées (anciennement Composées) et au genre *Helianthus*, lequel regroupe environ soixante-dix (70) espèces. Parmi celles-ci, seules *Helianthus annuus*, communément appelé tournesol, et *Helianthus tuberosus*, connu sous le nom de topinambour, sont largement cultivées à des fins alimentaires, tant pour l'homme que pour les animaux. La dénomination scientifique *Helianthus annuus* fait référence à l'inflorescence typique de la plante, le capitule, et tire son origine des termes grecs *helios* (soleil) et *anthos* (fleur), ce qui confère au tournesol l'appellation symbolique de « fleur du soleil », traduite en anglais par *sunflower*. En français, le nom de la plante est lié à l'orientation de ses organes aériens qui suivent la trajectoire apparente du soleil au cours de la journée. D'origine américaine, le tournesol est considéré comme l'une des plus anciennes espèces indigènes du sud de l'Amérique du Nord, avec le Mexique reconnu

comme son principal centre de domestication. Sa culture était déjà pratiquée avant le XVe siècle par les populations amérindiennes, qui utilisaient ses graines à des fins alimentaires, soit consommées directement, soit transformées en farine. D'un point de vue agro climatique, le tournesol s'adapte à une large gamme de conditions environnementales et se développe généralement dans des régions où la température moyenne annuelle varie entre 6 et 28 °C, avec des précipitations annuelles comprises entre 200 et 4 000 mm. Les principaux pays producteurs de tournesol en 2018/2019 ont été l'Ukraine avec près de 14,5 millions de tonnes (soit 29% de la production mondiale) suivie de la Fédération de Russie avec 11,4 millions de tonnes (22%), de l'Union Européenne avec 9,2 millions de tonnes (18%) et de l'Argentine avec 3,9 millions de tonnes (8%) (www.fopoleopro.com, 01/12/2025). Au Burkina Faso, la recherche sur le tournesol a débuté en 1951 à la station de recherches de Niangoloko par l'Institut de Recherches sur les Huiles et les Oléagineux (IRHO) et s'est poursuivie jusqu'en 1975 par le CERCI, en 1982 par l'IRHO et l'IVRAZ, puis en 2007 par l'INERA (Ramdé, 2015). Ces recherches ont montré que la culture du tournesol était adaptée aux conditions agro écologiques du pays, ce qui a permis d'expérimenter plusieurs variétés issues de l'Allemagne, la France, la Grande Bretagne, la Roumanie, l'URSS et des USA. Selon les données de la Direction Générale des études et des statistiques sectorielles (DGESS/MAAH, 2009-2018), on peut distinguer trois zones de production au Burkina Faso :

- Une zone de forte production qui couvre cinq (5) régions du pays que sont les régions du Nakambé (ex Centre-Est), du Nando (ex Centre-Ouest), du Nazinon (ex Centre-Sud), du Goulmou (ex Est) et du Guiriko (ex Hauts-Bassins).
- Une zone de production moyenne couvrant les régions du Djôrô (ex Sud-Ouest), du Bankui (ex Boucle du Mouhoun) et du Tannounyan (ex Cascades).
- Une zone de faible production qui couvre les régions du Kadiogo (ex Centre), de Koulsé (ex Centre-Nord), de Oubri (ex Plateau Central), de Yaadga (ex Nord) et du Liptako (ex Sahel) [3].



Figure 3: Champ de tournesol en pleine floraison à 10 semaines des semis



Figure 4: Fleur et capitule de tournesol à 10 semaines

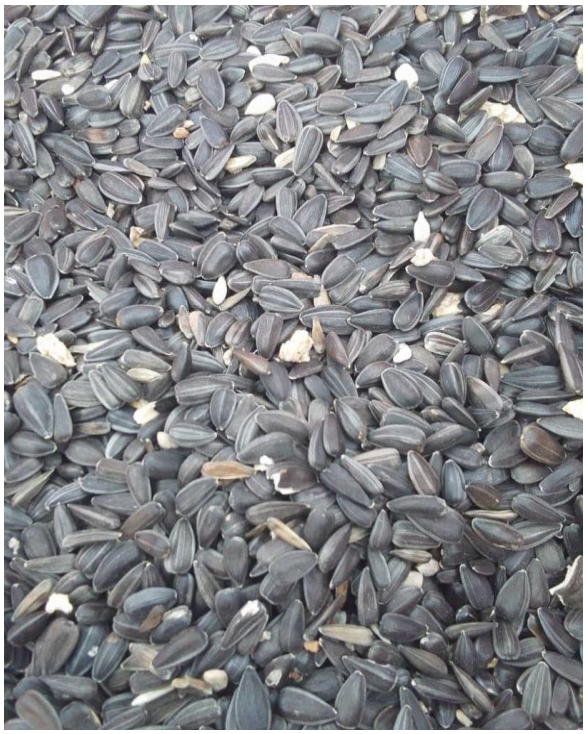


Figure 5: Graines de tournesol

IV. MATERIEL ET METHODE

Dans cette section nous allons décrire le matériel utilisé dans le cadre de l'étude, les étapes suivies, les données collectées, la procédure de leur analyse et la justification de nos choix, afin d'atteindre les objectifs visés.

IV.1 MATERIEL

Le matériel utilisé dans cette étude se compose d'outils de collecte et de traitement de données, ainsi que d'instruments de mesure de la vitesse d'infiltration du sol (ksat), nécessaires pour la réalisation du diagnostic du périmètre et pour établir les bases techniques de l'aménagement proposé.

- **Pour la collecte des données**
  - Un téléphone portable : l'appareil photo a servi pour la prise des images, l'application GPS Waypoints nous a permis de relever les différentes coordonnées géographiques du site. Et l'application Kobocollect a permis d'administrer le questionnaire d'entretien avec le producteur.
  - Un cahier pour la prise de note,
  - Une fiche d'entretien avec le producteur,
  - Un décamètre pour les mesures des distances,
  - Des piquets en bois pour matérialiser les carrés de rendement (1 m^2) et des ficelles pour relier les différents piquets.
- **Pour la mesure de ksat**
  - Le nécessaire pour la réalisation des mesures de la vitesse d'infiltration du sol était composé de chronomètre, de marteau, d'une règle graduée, de deux anneaux métalliques (hauteur : 30 cm pour les deux, diamètre : 40 cm pour l'anneau de garde et 20 cm pour le central), de bidons d'eau de 20 L et d'un arrosoir.
- **Pour le traitement des données**
  - Un ordinateur : le pack office (Word, Excel, PPT) pour les notes de calcul et la rédaction du rapport,
  - Des logiciels de traitement tel que :
    - Google Earth utilisé pour la localisation satellitaire des différents points et la délimitation du champ,
    - QGIS pour la réalisation des cartes,
    - Archicad pour l'élaboration des plans d'aménagement,
    - MINITAB pour déterminer la conductivité hydraulique à saturation ksat,
    - SPAW pour avoir les caractéristiques du sol,

- Zotero pour générer la bibliographie.

IV.2 METHODOLOGIE DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT DES DONNEES

Recherche documentaire et entretien avec le producteur

La recherche documentaire associée à l'échange avec le producteur a constitué la première étape de l'étude. La première a consisté à rechercher sur internet des informations relatives à la production et à l'aménagement du tournesol. Certains articles scientifiques et manuel [4] ont aussi été exploités. L'échange avec le producteur a consisté à administrer un questionnaire au producteur. Les principaux thèmes abordés se résument entre autres à des informations personnelles, l'historique du site, la production, les pratiques culturales et ses rendements obtenus.

IV.2.1 DIAGNOSTIC DU PERIMETRE

L'observation directe constitue la source la plus fiable pour comprendre les conditions réelles de production, identifier les contraintes majeures et orienter l'ensemble de l'analyse agronomique. Dans le cadre de notre étude, les différentes étapes du diagnostic ont porté sur des mesures de terrain, les pratiques culturales mises en œuvre par le producteur, de même que l'énergie engagée pour les travaux, la pluviométrie, les rendements obtenus et le coût de la campagne.

IV.2.1.1 MESURES DE TERRAIN

Caractérisation du sol et pente du terrain

L'objectif est d'évaluer la conductivité hydraulique à saturation (ksat) ainsi que les caractéristiques du sol, et de déterminer la pente dominante du terrain. Au total neuf (09) mesures de ksat ont été effectuées à des points différents sur le périmètre suivant un protocole bien défini, à l'aide de la méthode du double anneau. Le logiciel MINITAB nous a permis d'ajuster les données à partir de l'équation non linéaire (1). Les logiciels SPAW et HWSD de la FAO ont permis de déterminer les caractéristiques du terrain (texture, les humidités au point de flétrissement et à la capacité au champ) à partir de la valeur moyenne de ksat. Quant à la pente dominante i (%) du terrain, elle a été déterminée à partir de la dénivelée $(C_1\text{-}C_2)$ entre les cotes élevée (C_1) et basse (C_2) et de la distance qui les sépare, selon l'équation (1). L'application GPS Waypoints du téléphone a servi pour relever les coordonnées géographiques du terrain.

Tableau 1 : Equations de détermination de ksat et de de la pente

Equations	Numéros
$h_{cumul} = ksat \times t + (1/b) \times (i_0 - ksat) \times (1 - e^{-b \times t})$ h_{cumul} (mm) : l'infiltration cumulée ksat (mm/h): la conductivité hydraulique i_0 : la vitesse d'infiltration initiale b : paramètre d'ajustement de l'équation de la courbe de régression t (h) : le temps écoulé depuis l'instant t_0	(1)
$i\ (\%) = [100 \times (C_1 - C_2) / L]$ i (%) : la pente du terrain C_1 : la cote élevée C_2 :la cote basse C_1-C_2 : la dénivelée L : la distance qui sépare les points C_1 et C_2	(2)



Figure 6 : Mesure de ksat

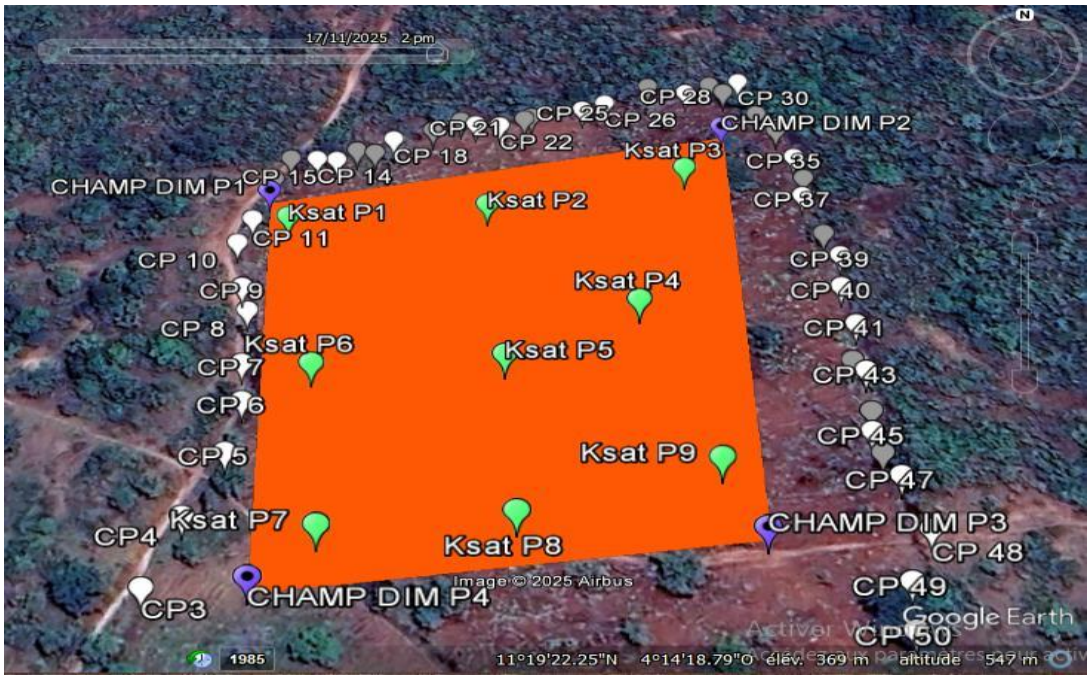


Figure 7 : Répartition des points de mesure de ksat

IV.2.1.2 ITINERAIRE TECHNIQUE DE PRODUCTION

❖ Préparation du champ et variété de tournesol

L'objectif visé dans le cadre de notre étude est de connaitre la variété utilisée, ainsi que la façon dont le producteur a travaillé et amélioré la structure du sol au profit de la plante. L'application de la fumure de fond par le producteur conformément à la fiche technique de production de l'INERA (en annexe I) a été vérifiée. La période de labour conformément à ladite fiche a aussi été vérifiée, ainsi que l'utilisation de pesticides (herbicides, etc.). Quant à la variété de culture, il s'est agi de l'identifier dans un premier temps. En second lieu, c'était de vérifier si elle fait partie de celles déjà expérimentées au Burkina Faso (AMSOL composite, CETIOM 265 composite, BOSPHORA hybride).

❖ Semi et paramètres du semi

Le semi étant l'une des étapes les plus déterminantes pour le succès des cultures, l'objectif dans cette étude est d'apprécier les semis corrects des cultures et d'autres paramètres liés. L'appréciation de l'implantation correcte du tournesol a d'abord consisté à observer la période de semis, la quantité de graines semées par poquets, la profondeur et l'écartement de semis. Et à les comparer avec les prescriptions de la fiche technique. Les autres paramètres calculés étaient : le nombre de poquets à l'hectare indiqué à l'équation (3), les taux de poquets vides et levés à l'hectare aux équations (4) et (5), la densité de peuplement à l'équation (6), le nombre de fleurs et de capitules à l'hectare aux équations (7) et (8), ainsi que la hauteur des plants à l'équation (9). Le tableau suivant illustre les différentes équations qui ont permis d'obtenir ces valeurs. Pour les observations, trente-trois (33) carrés de rendement d'un mètre carré (1 m^2) ont été placés sur l'ensemble du périmètre.

Tableau 2 : Les paramètres des semis

Equations	Numéros
$Nb\ P_{total\ /\ hectare} = (Nb\ P_{moyen} \times 10\ 000)$ Nb $P_{total\ /\ hectare}$: nombre total de poquets à l'hectare Nb P_{moyen} : le nombre moyen de poquets	(3)
$Taux\ P_{vides}\ (\%) = [(Nb\ P_{vides\ /\ hectare} / Nb\ P_{total\ /\ hectare}) \times 100]$ Taux P_{vides} : le taux de poquets vides Nb $P_{vides\ /\ hectare}$: le nombre total de poquets vides à l'hectare Nb $P_{total\ /\ hectare}$: nombre total de poquets à l'hectare	(4)
$Taux\ P_{levés}\ (\%) = [100 - Taux\ P_{vides}]$	(5)

Equations	Numéros
Taux P $_{levés}$ (%) : le taux de poquets levés Taux P $_{vides}$ (%) : le taux de poquets vides	
Densité = Nb Plants $_{total\ /\ hectare}$ = (Nb Plants $_{moyen}$ x 10 000) Densité : le nombre total de plants à l'hectare Nb $_{Plants\ total\ /\ hectare}$: nombre total de plants à l'hectare Nb Plants $_{moyen}$: le nombre moyen de plants issus des 33 carrés	(6)
Nb Fleurs $_{total\ /\ hectare}$ = (Nb Fleurs $_{moyen}$ x 10 000) Nb Fleurs $_{total\ /\ hectare}$: nombre total de fleurs à l'hectare Nb Fleurs $_{moyen}$: nombre moyen de fleurs issues des carrés	(7)
Nb Capitules $_{total\ /\ hectare}$ = (Nb Capitules $_{moyen}$ x 10 000) Nb Capitules $_{total\ /\ hectare}$: le nombre total de capitules à l'hectare Nb Capitules $_{moyen}$: le nombre moyen de capitules issus des carrés	(8)
Hauteur moyenne totale Plants = [(Hauteur moyenne Plants $_{carré1}$ + Hauteur moyenne Plants $_{carré2}$ + ……. + Hauteur moyenne Plants $_{carré33}$) / 33] Hauteur moyenne totale Plants : la hauteur moyenne mesurée des plants à l'hectare Hauteur moyenne Plants $_{carré\ i}$: la hauteur moyenne des plants d'un carré donné	(9)

❖ Entretien des cultures

Il permet dans le cadre de notre étude d'évaluer les conditions favorables à la croissance du tournesol à travers les différents apports d'engrais (NPK et urée) et les autres soins apportés à la plante. Les nutriments (N, P_2O_5, K_2O) contenus dans le NPK de formulation 15-15-15 et l'urée 46% apportés à la plante par le producteur lors des deux (02) fertilisations ont été quantifiés. Les équations (10) à (14) illustrent le mode de calcul. Puis les valeurs obtenues ont été comparées aux recommandations de la fiche technique. Le respect du calendrier d'application (RCA) des nutriments a aussi été évalué et comparé à l'intervalle de référence [0,9 ; 1,1] [5]. L'équation (15) permet de calculer cet indicateur. Par ailleurs, les périodes et l'énergie agricole utilisée pour les soins apportés aux plants (sarclage et le buttage), l'apparition de maladie ou d'attaques des plants, ainsi que la survenue de poche de sécheresse ont été l'objet d'une attention particulière.

Tableau 3 : Calcul des nutriments

Equations	Numéros
Apport de NPK 15-15-15	
$N_1 = [(15 \text{ x } M_1) / 100]$ N_1 : la part d'azote dans le NPK apporté. M_1 : la masse totale de NPK apporté	(10)
$P_2O_5 = [(15 \text{ x } M_1) / 100]$ P_2O_5 la part de phosphate dans le NPK apporté.	(11)
$K_2O = [(15 \text{ x } M_1) / 100]$ K_2O la part de potassium dans le NPK apporté	(12)
Apport d'urée (46%)	
$N_2 = [(46 \text{ x } M_2) / 100]$ N_2 : la part d'azote dans l'urée apporté. M_2 : la masse totale d'urée apportée	(13)
Quantité totale d'azote	
$N = (N_1 + N_2)$ N : la quantité totale d'azote apportée (urée et NPK)	(14)
Respect du calendrier d'application	
$RCA_1 = Nr / Np$ Nr : le nombre de jours écoulés entre le semis du tournesol et l'épandage de l'engrais par l'exploitant Np : le nombre de jours préconisés par les services techniques pour l'épandage de l'engrais	(15)

IV.2.1.3 RENDEMENT OBTENU

Il permet de mesurer la performance de production atteinte par le producteur, et d'établir un lien entre la production de tournesol et les pratiques du producteur. La masse totale de graines de tournesol obtenues a l'hectare a été évaluée. Puis elle a été comparée au rendement théorique de la fiche technique de production. Le rendement est donné par le rapport entre la production obtenue et la superficie emblavée comme l'indique l'équation ci-dessous. Le lien entre les pratiques agricoles et le rendement obtenu a été établi en se basant sur les recommandations de la fiche technique. Sachant que son rendement théorique est conditionné par le respect des pratiques prescrites.

$$R\ (kg/ha) = \frac{P}{S} \qquad (16) \qquad [6]$$

Avec :

R (kg/ha) : le rendement obtenu

P (kg) : la production récoltée (kg)

S (ha) : la superficie cultivée

En somme, il convient de souligner que le diagnostic du périmètre constitue la base méthodologique de l'aménagement hydro-agricole. Il permet d'identifier les contraintes et potentialités du milieu physique, du système de production et du contexte socio-économique, afin de concevoir un aménagement techniquement adapté, économiquement viable et durable.

IV.2.2 AMENAGEMENT DU PERIMETRE

Il consiste à préparer, organiser et équiper le périmètre afin de permettre une production durable, maîtrisée et rentable du tournesol, en particulier par l'irrigation. Dans les lignes qui suivent, le processus du dimensionnement préliminaire, puis final et le calcul de la capacité de la source d'énergie ont été développés.

IV.2.2.1 DIMENSIONNEMENT PRELIMINAIRE

L'objectif est d'obtenir des débits d'équipement et total du système pour assurer la faisabilité technique du projet. Il passe par le calcul de la réserve facilement utilisable (RFU), l'évaluation des besoins de pointe en eau du tournesol, la fréquence des arrosages et le choix du tour d'eau. Ensuite la dose réelle et celle brute, ont été calculées pour aboutir au débit d'équipement et au débit total du système.

Tableau 4 : Paramètres du dimensionnement primaire

Equations	Numéros
$RFU\ (mm) = p \times Zr\ (m) \times RU\ (mm/m)$ RFU (mm) : la réserve facilement utilisable Zr (m) : la profondeur racinaire (Zr = 0,8 m) p : le facteur de tarissement (p = 0.375)	(17)
$ETM_{pointe} = ETc = ET0 \times Kc$ ETM_{pointe} (mm) = ETM du mois de mars ETc : l'évapotranspiration de la culture (tournesol) ET0 : l'évapotranspiration de référence Kc : le coefficient cultural du tournesol	(18)

Equations	Numéros
$BMP = ETM_{pointe} - Pe$ BMP : le besoin maximal de pointe ETM_{pointe} = ETM du mois de mars Pe : la pluie efficace de la période	(19)
$F = RFU / BMP$ F (j) : la fréquence des arrosages RFU (mm) : la réserve facilement utilisable BMP : le besoin maximal de pointe	(20)
$Tour\ d'eau\ T\ (jours)\ choisi : T\ (j) \leq F\ (j)$ T (j) : le tour d'eau	(21)
$Dr = BMP \times T(j)$ Dr (mm) : la dose réelle BMP (mm) : le besoin maximal de pointe T (jours) : le tour d'eau	(22)
$Db = Dr / Ea$ Db (mm) : la dose brute Dr (mm) : la dose réelle Ea : l'efficience d'application à la parcelle (85% en micro aspersion).	(23)
$qe\ (l/s/ha) = [Db / (T\ (j) \times Ts\ (h/j) \times Ns \times 0{,}36]$ qe (l/s/ha) : le débit d'équipement Db (mm) : la dose brute T (jours) : le tour d'eau Ts (h/j) le nombre d'heures écoulées par poste d'arrosage pour apporter la dose brute, Ns : le nombre de postes d'arrosage effectués (l'un après l'autre) le même jour.	(24)
$Qtot\ (l/s) = qe\ (l/s/ha) \times A(ha)$	(25)

Equations	Numéros
Qtot (l/s) : le débit du système en l/s qe (l/s/ha) : le débit d'équipement A(ha) : la superficie du périmètre	

IV.2.2.2 DIMENSIONNEMENT FINAL

Il a consisté au choix de l'asperseur convenable, au dimensionnement des conduites, à la détermination de la hauteur manométrique totale (HMT) de la pompe pour un choix approprié et au dimensionnement de la source d'énergie.

❖ Choix de l'asperseur

Le choix de l'asperseur se justifie par sa capacité à assurer une distribution uniforme et contrôlée de l'eau, sa bonne adaptation aux cultures et aux conditions pédologiques du site. La configuration carrée des asperseurs a été choisie. L'asperseur a été choisi à partir du catalogue Rotateur Nelson R10T avec filetage de 1/2" et large portée. Les conditions du choix de l'asperseur :

- La pression nominale dans le catalogue P nom-cat (m) doit être comprise entre 1,5 et 2 bars (15 et 20 m).
- Le débit de l'asperseur choisi dans le catalogue Q asp-cat (l/h) doit être supérieur au débit calculé.
- Le diamètre mouillé dans le catalogue Dm-cat (m) doit permettre d'assurer un chevauchement idéal.

❖ Dimensionnement des conduites et hauteur manométrique totale (HMT) de la pompe

L'objectif est d'obtenir le diamètre théorique optimal des différentes conduites (rampes, porte rampes, tubes sous-primaires, primaire et de transport) du système d'irrigation et de faciliter le choix de la pompe. Les pertes de charges dans chaque conduite ont été calculées. Le critère de Christiansen à savoir : la variation de pression (ΔP) acceptable dans un tube ne doit pas excéder 20% de la pression nominale de fonctionnement dudit tube a également été vérifié. La HMT permet de déterminer la hauteur totale que la pompe doit vaincre pour garantir un débit et une pression suffisante aux asperseurs, un fonctionnement homogène du système et une utilisation optimale de l'énergie. Elle est obtenue par la somme de toutes les hauteurs et pertes de charge dans les conduites, y compris la pression nominale de l'asperseur.

Tableau 5 : Détermination du diamètre des conduites et HMT

Equations	Numéros
$$Dth\ (mm) = 18{,}811 \times \sqrt{\frac{Q\ (m^3/h)}{V\ (m/s)}}$$ Dth (mm) : le diamètre théorique calculé de la conduite considérée. Q (m^3/h) : le débit qui circule dans la conduite considérée en m^3/h V (m/s) : la vitesse de l'eau qui circule dans la conduite considérée. Toutes nos conduites étant en plastique (PVC et PE), la vitesse V = 1,7 (m/s).	(26)
$$\Delta H\ simple\ (m) = L \times a \times \frac{Q^n/3600}{D_{int}^m/1000}$$ ΔH simple (m) : la perte de charge simple dans la conduite Q (m^3/s) : le débit qui transite dans le tube Dint (mm) : le diamètre intérieur choisi de la conduite L(m) : la longueur de la conduite a, m, n : les coefficients de rugosité de Calmont-Lechapt (a = 0,00101 ; n = 1,84 ; m = 4,88).	(27)
$$HMT\ (m) = \Delta H\ géom\ (m) + \Delta H\ friction\text{-}totale\ (m) + \Delta H\ sing\ (m) + Pnom\ (m)$$ HMT (m) : la hauteur manométrique totale de la pompe ΔH géom (m) : la hauteur géométrique, ΔH friction-totale (m) : la perte de charge totale dans le réseau, des rampes jusqu'à la conduite de transport. ΔH sing (m) : les pertes de charge singulières (filtres, injecteurs, tés, coudes, vannes et autres pièces de connexion). Pnom (m) : pression nominale de l'asperseur (issue de catalogue).	(28)

IV.2.2.3 DIMENSIONNEMENT DE LA SOURCE D'ENERGIE

L'objectif dans le cadre de notre étude est de déterminer le nombre de batteries [4], de panneaux photovoltaïques et le convertisseur idéal. Les batteries permettent d'alimenter la pompe en absence de soleil. Le but des panneaux est d'assurer une fourniture énergétique suffisante et fiable pour l'exploitation du système. Et le convertisseur hybride permet d'assurer une conversion et une distribution de l'énergie électrique adaptée aux besoins du système d'aménagement. Leur dimensionnement suit plusieurs étapes.

Tableau 6 : Paramètres de dimensionnement de la source d'énergie

Equations	Numéros
P out bat (kW) = [Q pmp (m^3/h) x HMT (m) / (360 x η)] P out bat (kW) : la puissance sortante des batteries Q pmp (m^3/h) : le débit de la pompe HMT (m) : la hauteur manométrique totale de la pompe η : le rendement de l'électropompe (50%).	(29)
P in-bat (kW) = [P out bat (kW) x T pmp (h) / T ens (h)] P in-bat (kW) : la puissance fournie par les panneaux solaires P out-bat (kW) : la puissance sortante des batteries T pmp (h) : le temps nécessaire au pompage (10 h) T ens (h) : le temps d'ensoleillement des panneaux solaires (8 h).	(30)
E stock-bat (kWh) = [E bat-pmp (kWh) / ((1- δ) x μ x (1- Θ))] E stock-bat (kWh) : l'énergie totale en stock dans les batteries E bat-pmp (kWh) : le volume d'énergie nécessaire au pompage δ : les pertes dans les batteries μ : le taux admissible de décharge des batteries Θ : les pertes dans le convertisseur	(31)
N bat = E stock-bat (kWh) / E bat (kWh) N bat : le nombre total de batteries E stock-bat (kWh) : l'énergie totale en stock dans les batteries E bat (kWh) : l'énergie de l'unité de batterie	(32)
P out-pan (kW) = [(Q pmp (m^3/h) x HMT (m) x Tpmp (h)) / (360 x η x ρ x (1- δ) x (1- Θ) x T ens (h))] P out-pan (kW) : la puissance totale des panneaux Q pmp (m^3/h) : le débit de la pompe HMT (m) : la Hauteur manométrique totale T pmp (h) : le temps nécessaire au pompage (10 h) T ens (h) : le temps d'ensoleillement des panneaux solaires (8 h). η: le rendement de l'électropompe ρ : Le rendement des panneaux solaires δ : les pertes dans les batteries Θ : les pertes dans le convertisseur	(33)

Equations	Numéros
N pan = P out-pan (kW) / P pan-mod (Wc) N pan : le nombre total de panneaux solaires P out-pan (kW) : la puissance totale des panneaux P pan-mod (Wc) : la puissance d'un panneau solaire.	(34)
P ond (KvA) = (P pmp x K) / (R pmp x Cos Phi) …. P ond (KvA) : la puissance de l'onduleur P pmp : la puissance de l'électropompe K = 1,05 : le coefficient de correction pour prendre en compte les autres équipements électriques R pmp : le rendement de la pompe Cos Phi = 0,8 : le facteur de puissance des installations	(35)

Pour finir on peut dire qu'un aménagement bien conçu est gage d'une production, durable et rentable pour le producteur.

IV.2.3 EVALUATION DE LA RENTABILITE FINANCIERE DU PROJET

Elle aide à faire une analyse chiffée de l'ensemble des coûts (investissements, charges), et des recettes possibles issues de la vente du tournesol, afin de répondre à la question simple : le projet est-il économiquement viable ? Pour cela, quatre (4) indicateurs ont été calculés : la valeur actuelle nette (VAN), le taux de rentabilité interne (TRI), l'indice de profitabilité (IP), ainsi que le délai de récupération des investissements (source : www.public.iutenligne.net, 08/01/2026). Puis leur interprétation a permis de répondre à la question. Les équations qui suivent permettent de calculer ces indicateurs.

Tableau 7 : Paramètres de calcul des indicateurs de rentabilité

Equations	Numéros
$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{CFN}{(1+r)^t} - I_0$$ VAN : la valeur actuelle nette CFN : le flux de trésorerie net r : le taux d'actualisation t : l'année ou la période du flux de trésorerie I_0 : le montant de l'investissement initial n : la durée du projet	(36)

Equations	Numéros
$$VAN = 0 \text{ ou } \sum_{t=1}^{n} \frac{CFN}{(1+TRI)^t} = I_0$$ TRI : le taux de rentabilité interne t : l'année ou la période du flux de trésorerie I_0 : le montant de l'investissement initial n : la durée du projet	(37)
$$IP = 1 + \frac{VAN}{I_0}$$ IP : l'indice de profitabilité VAN : la valeur actuelle nette I_0 : le montant de l'investissement initial	(38)
$$\text{Délai de récupération} = \sum_{t=1}^{n} \frac{CFN}{(1+r)^t} = I$$ Délai de récupération : le nombre d'années nécessaires pour récupérer l'investissement CFN : le flux de trésorerie net r : le taux d'actualisation t : l'année ou la période du flux de trésorerie I : le montant de l'investissement	(39)

IV.2.4 PRESCIPTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE DU PROJET

La prescription environnementale permet d'anticiper, d'analyser et de maîtriser les effets de notre projet d'aménagement sur l'environnement et les populations, afin d'assurer sa durabilité et sa conformité réglementaire. Pour ce faire, nous avons commencé par rappeler le cadre législatif de la mise œuvre du projet dans le contexte du Burkina Faso. Nous avons par la suite considéré trois phases pour la réalisation des travaux d'aménagement du site à savoir : la préparation, la mise en œuvre de l'aménagement et son exploitation. Pour chaque phase nous avons dans un premier temps identifié les impacts potentiels positifs et négatifs des différentes opérations à mener. Ensuite nous les avons analysés suivant le milieu affecté**,** la nature de l'impact (positif ou négatif), l'amplitude ou l'étendue (faible, moyenne, ou élevée), la durée possible (courte, moyenne ou longue), et la réversibilité ou non de l'impact. Enfin, nous avons proposé des mesures d'atténuation des impacts négatifs et d'amélioration des impacts positifs.

V. RESULTATS ET DISCUSSIONS

V.1 DIAGNOSTIC DU PERIMETRE

Diagnostiquer, c'est « prévoir ou déceler d'après les signes ». La notion de diagnostic peut être définie comme « un jugement porté à un moment donné sur une situation ou un état » [7]. La phase de diagnostic s'effectue alors (…...) en comparant les observations effectuées sur la culture réelle aux prédictions du modèle théorique [8]. Dans notre cas, certains facteurs comme le terrain, les pratiques culturales du producteur, de même que l'énergie agricole engagée pour les travaux, la pluviométrie, le rendement obtenu et le coût de la campagne ont fait l'objet d'observations. Et la fiche technique de production proposée par l'INERA était notre modèle théorique de référence.

V.1.1 PENTE DU TERRRAIN

Connaitre la pente du terrain est une condition sine qua non pour réussir la production, indépendamment de la superficie emblavée. Dans notre cas, il est relativement plat malgré les disparités comme l'indiquent les courbes de niveau présentées en annexe. La pente globale **(i)** du terrain vaut **3,7 %.** Globalement le terrain est bien drainé bien que la pente ne soit pas uniforme. Légèrement supérieure à 2%, il conviendrait de procéder au nivellement par endroit des parties les plus élevées du terrain. Cela pourrait permettre d'obtenir un terrain relativement plat. Tout compte fait le terrain physique ne présente aucun obstacle à la culture du tournesol. Pour cette campagne test, un (1) hectare (ha) de tournesol a été cultivé sur une superficie totale de 4,75 ha du producteur. La production est prévue pour servir de semence pour la prochaine campagne.

V.1.2 ITINERAIRE TECHNIQUE DE PROCUCTION

Elles regroupent l'ensemble des opérations techniques réalisées par le producteur sur une culture, afin d'assurer une bonne croissance des plantes et un rendement optimal. Entre autres opérations, il y a la préparation du champ et la variété de tournesol utilisée, le semi et ses paramètres, l'entretien des cultures, la récolte, le séchage, l'égrainage, les pesées et le conditionnement des graines.

- **Préparation du champ et la variété de tournesol**

Primordiale pour la réussite de la campagne, la préparation du champ englobe plusieurs opérations dont le labour, l'usage de pesticides, etc. D'abord le producteur n'a pas pu utiliser la fumure de fond (10 t/ha) [9], pourtant recommandée par la fiche technique. Ensuite, le labour a été réalisé le 02/08/2025 sous forme de billons écartés d'environ 60 cm sur lesquels les semis ont été effectués. Avant cela, le producteur a utilisé de l'herbicide connu sous le nom commercial « Tête rouge » dosé à trois cent soixante grammes par litre (360 g/l) de glyphosate. La variété AMSOL composite de l'Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA) a été utilisée. Son cycle a une durée de quatre-

vingt dis à cent (90-100) jours, avec un rendement potentiel de deux (02) tonnes à l'hectare (2 t/ha) [9]. La non utilisation de la fumure de fond recommandée par la fiche technique de production peut influencer le rendement. Cette situation s'explique par l'insuffisance de moyens financiers du producteur, vu qu'il n'a bénéficié ni de financement, ni de subvention. Quant au labour, il permet d'ameublir la terre et de faciliter la poussée des cultures. Il a été effectué en retard de dix-huit (18) jours par rapport au calendrier préconisé par la fiche technique production, qui donne la fourchette du 15 juin au 15 juillet [9]. La principale explication du retard et de l'usage d'herbicide est le manque de main d'œuvre. En effet, le producteur était obligé de travailler avec la disponibilité des laboureurs qui se trouvaient très sollicités à ce moment. Le labour tardif présente plusieurs risques aussi bien pour les cultures que pour le producteur. Cela expose d'une part les plants au déficit hydrique en cas de rupture ou de fin précoce des pluies, et peut conduire à des pertes économiques pour le producteur d'autre part. Respecter la période de labours indiquée par la fiche technique est indispensable pour garantir la réussite de la campagne. Concernant l'usage de l'herbicide, le glyphosate est un herbicide total dangereux pour la santé [10] d'où la nécessité d'éviter son utilisation dans la mesure du possible. Par rapport à la variété AMSOL composite, elle fait partie de celles expérimentées et qui produisent bien dans le contexte du Burkina Faso. C'est la raison qui explique son choix.

❖ Semi et paramètres du semi

Le semi est une phase très délicate pour la réussite de la campagne, et certains paramètres permettent de mieux l'apprécier. En général, des directives sont toujours données pour les semis selon le type de culture. Mais leur respect systématique par le producteur reste souvent influencer par plusieurs facteurs. Dans le cadre de cette étude, les paramètres suivants ont été observés : la période, la profondeur et l'écartement des semis, le taux de semis, le nombre de poquets ainsi que ceux vides et levés, le nombre de plants et la densité de peuplement, la hauteur des plants, le nombre de fleurs et de capitules.

Période, profondeurs et écartements des cultures.

Le tournesol a été semé du 9 au 11 Août à la main, dans des poquets écartés d'environ 20 cm. La profondeur de semis variait entre 2 et 3 cm. Les premiers plants ont commencé à pousser dès le septième jour.

Le retard observé dans le labour a entrainé le semis tardif de 25 jours par rapport à la période indiquée par la fiche technique de production (entre le 15 juin et le 15 juillet après une pluie) [9]. Cette situation peut compromettre la performance des cultures. Puisqu'elle peut exposer le tournesol au stress hydrique en cas de poche de sécheresse ou de fin précoce de la saison. Cela peut contribuer au mauvais remplissage des graines ou à un dessèchement prématuré des plants, et même entrainer la réduction du cycle végétatif.

Taux de semis

Le taux de semis est un indicateur qui permet d'apprécier la quantité de semence utilisée par unité de surface (ici l'hectare). Le producteur en a utilisé dix kilogrammes de tournesol à l'hectare (10 kg/ha). Cette valeur est supérieure à l'indication de la fiche technique de production qui donne cinq (05) à sept kilogrammes (07 kg) pour la même superficie [9]. L'explication plausible de la situation pourrait résider dans le non-respect systématique du nombre de graines indiqué par poquet (02 graines) lors des semis qui ont été manuels. Visiblement les opérateurs ont parfois dépassé ce nombre. La conséquence est que cette pratique peut contribuer à compenser de façon partielle les irrégularités de levées. Cependant, elle peut aussi être à l'origine de compétition entre les plants, sans oublier les coûts supplémentaires engendrés lors de l'achat de la semence.

Nombre de poquets, taux de vides et de levé

Il y a également d'autres paramètres et indicateurs clés conditionnant le bon rendement des cultures : le nombre de poquets, les poquets vides et levés. Ainsi sur l'ensemble de nos carrés, au total le nombre de poquets était trois cent vingt-cinq (325) soit en moyenne 9,85 poquets par carré et 98485 poquets à l'hectare. Quatre-vingt-cinq (85) poquets étaient vides dans les carrés observés. Cela faisait en moyenne 2,58 poquets vides par carré soit 25758 poquets à l'hectare, d'où un taux moyen de 26 % de poquets vides. En revanche nous avons observé deux cent quarante (240) poquets levés, soit 7,27 par carré et à l'hectare 72727 poquets levés. Cela donne un taux moyen de levé de 74 %.

Le taux de levé indicatif des poquets se situe entre 75 et 85% [11]. La proportion de poquets levés observées réellement sur le terrain (74%) peut être dit moyen dans la mesure où il est légèrement inférieur à cet objectif recherché. Cela traduit une irrégularité de levé. Plusieurs raisons parmi lesquelles des semis trop profonds par endroit, l'attaque des fourmis, rongeurs et autres oiseaux, pourraient expliquer ce taux élevé de vides (26%).

Nombre de plants et densité de peuplement

Le nombre de plants levés est aussi un paramètre important. Il renseigne directement sur la réussite du semi, ainsi que la densité de peuplement des cultures qui est aussi liée au rendement. Il y'avait trois cent dix-neuf (319) plants dans l'ensemble des carrés, soit une moyenne de 9,67 plants par carré d'où une densité réelle des semis de 96 667 plants à l'hectare.

La densité de peuplement correspond au nombre effectif de plants qui sont levés par unité de surface (ici l'hectare). Celle réellement obtenue des observations (96 667 plants à l'hectare) est supérieure au peuplement recommandé par la fiche technique de production qui est de 83 000 plants/ha [9]. Soit un écart de 13 667 plants d'où 16,47% de différence par rapport à ladite fiche. En effet, le producteur n'a pas procédé au démariage systématique après le quatorzième jour comme l'a indiqué la fiche. Cela pourrait entrainer une forte compétition entre les plants pour les éléments nutritifs disponibles dans le

milieu. Par conséquent le rendement global peut baisser malgré le nombre élevé de plants.

Hauteur des plantes, nombre de fleurs et de capitules

La hauteur moyenne des plantes observés est 1,63 m. Le nombre de fleurs et de capitules, sont également des paramètres capables d'influencer le rendement. Dans l'ensemble des trente-trois carrés deux cent soixante-trois (263) fleurs et capitules ont été observés, cela fait en moyenne 7,97 fleurs et capitules par carré et 79 697 à l'hectare.

La hauteur moyenne ci-dessus cache des disparités. En effet, certains plants sont hauts, confirmant ainsi les observations selon lesquelles le tournesol peut même atteindre 2 m de hauteur [11]. L'on remarque que sur les trois cent dix-neuf (319) plants que comptait l'ensemble des carrés, deux cent soixante-trois (263) ont porté des fleurs et des capitules. La différence fait cinquante-six (56) plants, soit 17,56%. En effet, 82,44% des plants ont donné des fleurs et des capitules. Ce manque à gagner peut s'expliquer par la perte de certains plants après le sarclage, et principalement les vents qui en ont cassés pendant certaines pluies.

Entretien des cultures

Il consiste en l'ensemble des travaux agricoles qui ont été réalisés après les semis. Il permet aux cultures d'avoir une croissance saine, d'optimiser leur rendement et de les protéger contre les maladies, les mauvaises herbes et les ravageurs. Dans le cadre de cette étude, l'entretien a été résumé en quelques paramètres dont la fertilisation, le sarclage et le buttage, ainsi que la surveillance sanitaire.

Première fertilisation

La fertilisation est un élément essentiel dans l'atteinte de bons rendements de production. Sachant que tout produit contenant au moins 5% ou plus de l'un ou plus des trois principaux éléments nutritifs des plantes (N, P_2O_5, K_2O), fabriqué ou d'origine naturelle, peut être appelé engrais. Dans cette partie, les quantités d'éléments nutritifs réellement apportés et ceux recommandés par la fiche technique ont été comparés. Puis le respect du calendrier d'application (RCA) a été apprécié La première fertilisation du tournesol est intervenue du 26 au 30 Août. Au total 100 kg de NPK 15-15-15, et 50 kg d'urée 46% ont été apportés. L'explication majeure est que le producteur n'a pu avoir sur le marché la formulation recommandée. En effet, l'ouest du Burkina Faso est une zone cotonnière et la formulation d'engrais généralement disponible (NPK 15-15-15) est plus en adéquation avec cette culture. Dans cette formulation nous avons les quantités suivantes d'éléments nutritifs :

- Dans les 100 kg de NPK 15-15-15 il y a 15 kg d'azote (N), 15 kg de phosphate (P_2O_5) et 15 kg de potassium (K_2O).
- Dans les 50 kg d'urée 46 % il y a 23 kg d'azote (N).

- Les doses totales d'éléments nutritifs apportés au premier apport se résument ainsi : 38 kg/ha d'azote (N), 15 kg/ha de phosphate (P_2O_5) et 15 kg/ha de potassium (K_2O).

Par ailleurs le RCA vaut 1,21, et l'engrais était recouvert de terre au fur et à mesure qu'il était mis. La fiche technique prévoit 150 kg/ha de NPK 14-23-14 soit 21 kg/ha d'azote (N), 34,5 kg/ha de phosphate (P_2O_5) et 21 kg/ha de potassium (K_2O), en plus du compost 10t/ha à utiliser comme fumure de fond.

La première fertilisation est intervenue dix-sept (17) jours après les semis. Il apparait clairement un apport tardif et déséquilibré en éléments nutritifs bien que la composition du sol en ces éléments ne soit pas connue. En effet, sachant que l'azote est "le moteur de la croissance végétale", le producteur a mis l'accent sur l'azote avec 17 kg de plus pour compenser certainement la non application du compost. Cela, au détriment du phosphate (P_2O_5) avec 19,5 kg de moins et du potassium (K_2O) avec 6 kg de moins que celle recommandée par la fiche technique. Vu l'importance des autres éléments nutritifs, leur carence pourrait limiter le rendement. D'où la nécessité de procéder à une fertilisation équilibrée et à temps. L'enfouissement de l'engrais au fur et à mesure est une bonne pratique de la part du producteur dans la mesure où il permet de réduire les pertes sous forme de volatilisation de l'azote [12]. Il faut noter aussi que l'insuffisance de main d'œuvre a contribué à étaler l'application d'engrais sur cinq (5) jours pour des cultures déjà sans fumure de fond. La crainte est surtout le mauvais démarrage des plantes vu le rôle indispensable de l'azote dans le développement du système racinaire de la plante. Le premier apport n'a pas pu se faire dans les 14 jours du fait principalement que le producteur attendait une condition d'humidité suffisante pour espérer avoir l'effet escompté sur les plantes. Le RCA 1,21 est hors de la référence qui doit être compris entre [0,9 - 1,1]. Cet indicateur confirme que l'apport d'engrais n'a pas été fait au moment opportun.

Deuxième fertilisation

Quant à la deuxième fertilisation, elle a eu lieu les 22 et 23 Septembre avec un apport de 100 kg d'urée 46% soit 46 kg/ha de (N). Le calcul du respect du calendrier d'application d'engrais (RCA) vaut 1,05. A l'image de la première, l'engrais était enfoui au fur et à mesure à la deuxième fertilisation. La fiche technique de production préconise que : « la fumure de couverture est appliquée en deux temps, à raison de 50 kg/ha d'urée soit 23 kg/ha de (N) par application, 4 et 6 semaines après le semis, respectivement » [9].

Par ailleurs l'apport de la dose unique d'urée est survenu quarante-quatre (44) jours après les semis soit dans la septième semaine. Le RCA 1,05 est dans l'intervalle de référence [0,9 - 1,1]. Cela traduit l'effort du producteur pour être dans le délai maximum prescrit par la fiche technique pour la fumure de couverture. Toutefois, il n'a pas pu respecter strictement ces prescriptions qui stipulent que cette

fumure doit être « appliquée en deux temps, à raison de 50 kg/ha d'urée par application, 4 et 6 semaines après le semis, respectivement ». Les plants n'ont pas bénéficié de l'apport recommandé de la quatrième semaine. En somme, les prescriptions de la fiche technique n'ont pas été respectées par le producteur en matière de fertilisation. Cette situation peut influencer négativement le rendement.

Sarclage, buttage et surveillance sanitaire

Le sarclage consiste à enlever les mauvaises herbes autour des plantes de tournesol, pour permettre leur meilleure croissance. Le premier a débuté le 20 Août et s'est étalé jusqu'au 27. Il s'est ensuite poursuivi en fonction de l'état d'enherbement. L'outil utilisé à cet effet était la daba. Quant au buttage, il s'est déroulé du 22 au 30 septembre 2025 à la main avec aussi des dabas.

Pour le sarclage, le producteur a pu mobiliser de la main d'œuvre lorsqu'il en avait besoin. Cela s'explique par le fait que de nombreuses personnes qui avaient fini leurs principaux travaux, étaient alors disponibles pour des contrats. Le buttage a également été manuel principalement parce que les plantes avaient atteint une certaine hauteur. Par conséquent le producteur n'a pas pris le risque de procéder au buttage à l'aide des animaux qui pourraient contribuer à casser certains pieds et réduire le rendement. Malheureusement cette précaution n'a pas empêché les pertes dues aux vents qui en ont cassé et déraciné pendant certaines pluies notamment celle du 11 octobre. La force humaine, qui est l'énergie agricole principalement utilisée dans le champ, a contribué à rallonger la durée des opérations. Aucune maladie ou attaque majeure qui a nécessité une quelconque intervention n'a été notée.



Figure 9: Plants de tournesol déracinés par le vent



Figure 8: Pied de tournesol cassé par le vent

Récolte, séchage, égrainage

La récolte est aussi une opération majeure dans la mesure où sa période et les moyens utilisés peuvent contribuer à réduire la quantité finale de graines. Celle du tournesol a été faite du 18 au 30 Novembre. Elle a été faite à la main à l'aide de couteaux. Les capitules ont été stockés sur des bâches pour le séchage. Puis l'égrainage et le vannage manuels ont commencé. Lors du vannage, il y avait beaucoup de graines insuffisamment formées.

L'opération de récolte a débuté cent un (101) jours après les semis, signe que le cycle a été complètement bouclé. L'insuffisance de main d'œuvre évoquée plus haut a contribué à rallonger la durée des récoltes (treize (13) jours). Les graines insuffisamment formées pourraient être la conséquence des semis tardifs et de la survenue d'une poche de sécheresse, au moment où les plantes en avaient toujours besoin pour la formation des graines. Et cela a contribué à réduire le rendement du tournesol du producteur.



Figure 10: Capitules de tournesol stockés sur une bâche (récoltés depuis le cent unième jour du semi)

V.1.3 PLUVIOMETRIE

La pluie est l'élément central dans la production agricole. La dernière pluie du mois d'octobre y est tombée le 13. Plusieurs capitules n'avaient pas encore formé suffisamment de graines. La dernière pluie de la campagne sur le périmètre y est tombée le 7 Novembre.

Globalement, les pluies ont été régulières sur le périmètre de tournesol durant la campagne malgré la survenue d'une poche de sécheresse entre octobre et novembre. Le principal problème à l'origine de la maturation tardive des graines de tournesol découle du démarrage tardif des semis. En effet, les semis effectués hors de la période indiquée par la fiche technique exposaient déjà le producteur à ce risque. Cette poche de sécheresse a certainement eu un impact négatif sur le développement des graines puisque la plupart des plantes étaient dans la phase de formation des graines. Cela n'aurait pas eu d'influence sur la production si elle avait débuté à temps selon l'indication de la fiche technique. En somme, même si le tournesol « est considéré adapté à la sécheresse, (…) » [13], Reddy et al. (1998) ont soutenu l'idée qu'un stress hydrique d'une durée supérieure à douze (12) jours, survenant aux stades de floraison et de remplissage des graines du tournesol (cultivé sur sol sablo limoneux), était particulièrement dommageable et entraînait une réduction de rendement en akènes [14]. Il convient alors de prévoir un apport d'eau pour l'irrigation de complément lors des poches de sécheresse, et pour la production en saison sèche, surtout dans un contexte sud-soudanien.



Figure 11: Graines insuffisamment formées +++

V.1.4 L'ENERGIE AGRICOLE

Elle est l'ensemble des sources d'énergie utilisées pour réaliser les différentes activités de production agricole, depuis la préparation du sol jusqu'à la transformation et le stockage des produits. Sur le périmètre de tournesol deux sources d'énergie ont contribué à la production : celle animale lors des labours et celle humaine pour le reste des opérations. Au total une trentaine de personnes ont travaillé dans le champ tout au long de la campagne.

En plus du démarrage tardif de la campagne, on peut dire que le recours à l'énergie humaine a aussi contribué à limiter les rendements. Plusieurs facteurs expliquent cela. D'une part la force humaine est limitée. D'autre part dans le contexte du producteur, elle était difficile à mobiliser du fait que ces derniers doivent d'abord s'occuper de leurs productions avant d'effectuer des prestations privées. Cette situation a aussi occasionné beaucoup de dépenses.

V.1.5 RENDEMENT OBTENU

Le rendement agricole désigne la quantité de production obtenue par unité de surface cultivée. A l'issue des observations dans les trente-trois carrés de rendement, la production moyenne par carré est estimée à 0.13 kg par carré. A l'hectare elle vaut 1344 kg soit 1,34 t.

Ce rendement, est en dessous de celui potentiel proposé par la fiche technique de production (2 t). Notre producteur a réalisé 67,2% de ce rendement potentiel avec un écart de 656 kg. Il aurait pu dépasser cette quantité si les semis avaient été réalisés dans la fourchette préconisée par la fiche technique. Cependant, le résultat est appréciable pour une première expérience et confirme les travaux antérieurs qui ont montré que le tournesol peut bien produire au Burkina Faso.

V.1.6. LE COUT DE LA CAMPAGNE

Le coût de production d'une campagne agricole représente l'ensemble des dépenses engagées pour produire une culture depuis la préparation du sol jusqu'à la récolte et la commercialisation. Il est un facteur déterminant en agriculture dans la mesure où entre autres, il détermine la rentabilité de la culture, influence directement les décisions techniques, permet de fixer un prix de vente minimum au consommateur. Pour la production du tournesol pluvial, le producteur a dépensé au total deux cent quatre-vingt-dix mille sept cent cinquante francs (290 750 F CFA). Les principales dépenses concernent entre autres l'achat d'intrants (semence, engrais, herbicide), de matériel et surtout la main d'œuvre pour les différentes opérations. Pour cette campagne, la fertilisation représente environ 43% du coût de production, suivie de la main d'œuvre 29%, puis la semence 25% et le matériel 3%. Le diagramme ci-dessous illustre la structure des dépenses liées à la production ainsi que leur nature.

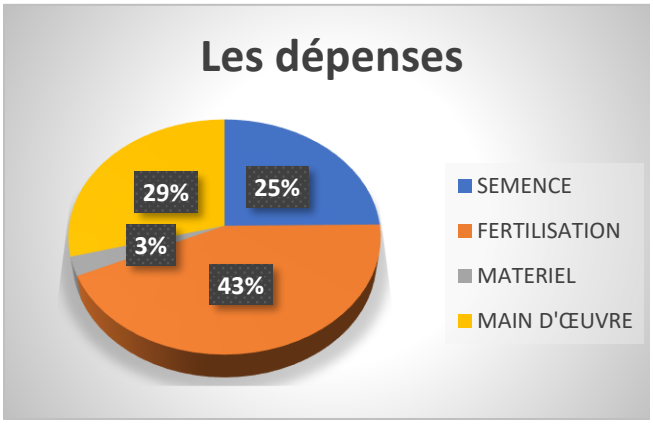


Figure 12 : Structure des dépenses de production

A l'issue du diagnostic de périmètre pluvial, l'un des facteurs limitant la production est la variabilité pluviométrique avec d'une part le retard de semis causé par l'attente de pluie après le labour, et la poche de sécheresse survenue à une période critique du cycle d'autre part. Et cela a considérablement affecté le rendement du tournesol. Face à cette situation, la seule solution reste la maitrise de l'eau sur le site. Alors, le périmètre doit être aménagé et muni d'un système d'irrigation adapté. Ainsi, le producteur pourra d'une part sécuriser sa production à travers une irrigation de complément en cas de survenue de poche de sécheresse, et d'autre part améliorer ses rendements avec les productions pendant la saison sèche.

V.2 AMENAGEMENT DU PERIMETRE

Il vise à rendre un espace agricole en un système de production maîtrisé et durable. Dans le cadre de cette étude l'hypothèse sur l'organisation pratique de la production irriguée en saison a d'abord été émise. Puis les résultats de la mesure de la vitesse d'infiltration du sol (ksat), des dimensionnements préliminaire, final et de la source d'énergie ont été présentés.

V.2.1 HYPOTHESE DE L'ORGANISATION PRATIQUE DU SYSTEME

L'aménagement proposé porte sur une superficie totale de 1,1 ha dont 10% seront réservés aux usages divers : les passages, les infrastructures et équipements de pompage solaire, de stockage, les hangars servant d'abris lors de certains travaux notamment l'égrainage, etc. Le reste de l'espace (1 ha) sera équipé de système d'irrigation par micro aspersion et entièrement réservé à la culture du tournesol. Il est prévu être reparti en quatre (04) parcelles de 0,25 ha chacune. L'ensemble sera clôturé par du grillage pour assurer la protection des équipements et des cultures contre d'éventuelles agressions d'animaux ou de vols. Le plan d'aménagement en 3 D illustre cet énoncé. Quant au plan d'aménagement en 2 D, il illustre l'emplacement des infrastructures et équipements de production : les panneaux, le forage, les conduites, les asperseurs, etc. comme l'indique la légende. Pour l'irrigation,

deux (02) postes soit 0,5 ha sont prévus par jour. Le premier de 08h à 12h et le deuxième de 15h à 19h. Le tour d'eau choisi est de 4 jours L'arrosage se fera directement à partir de l'énergie solaire dans la journée. Puis les batteries prendront le relai dès que l'énergie du soleil ne suffira plus pour assurer le fonctionnement de pompe.

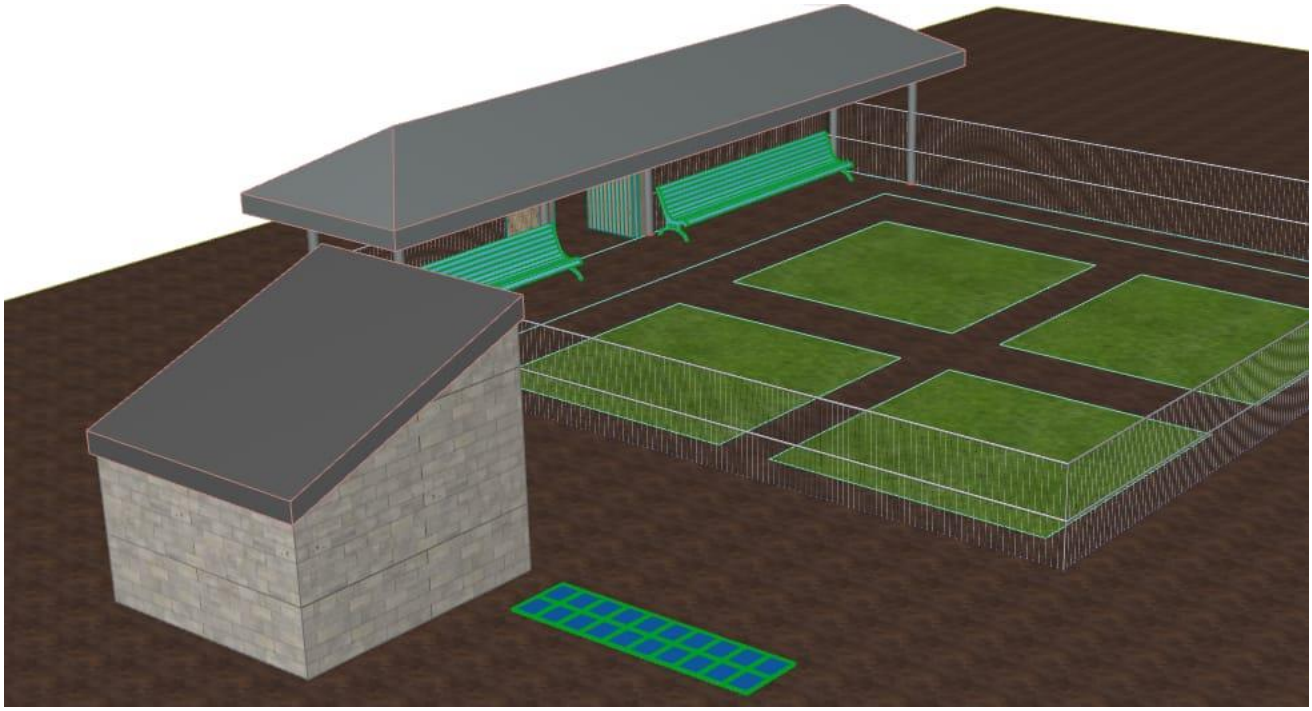


Figure 13: Plan d'aménagement du périmètre en 3 D

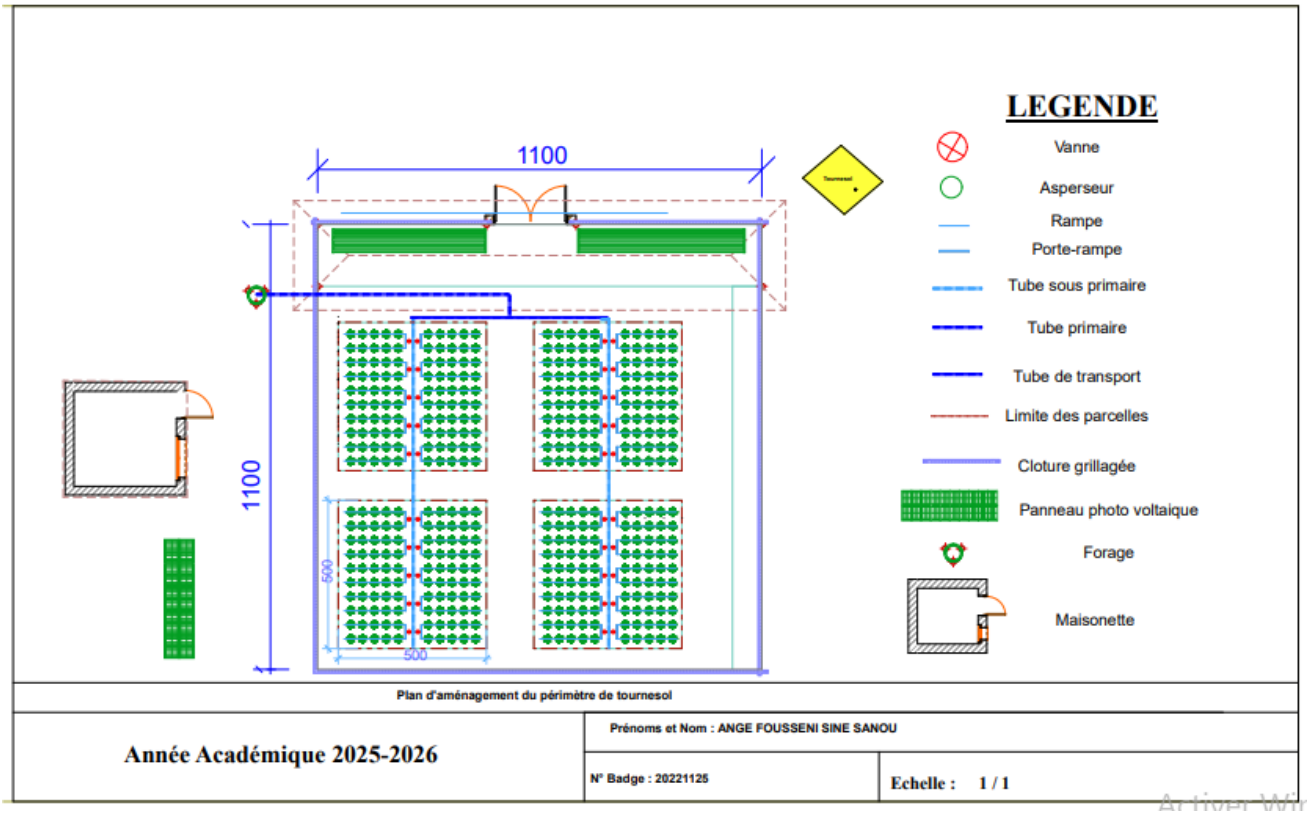


Figure 14: Plan d'aménagement du périmètre en 2 D

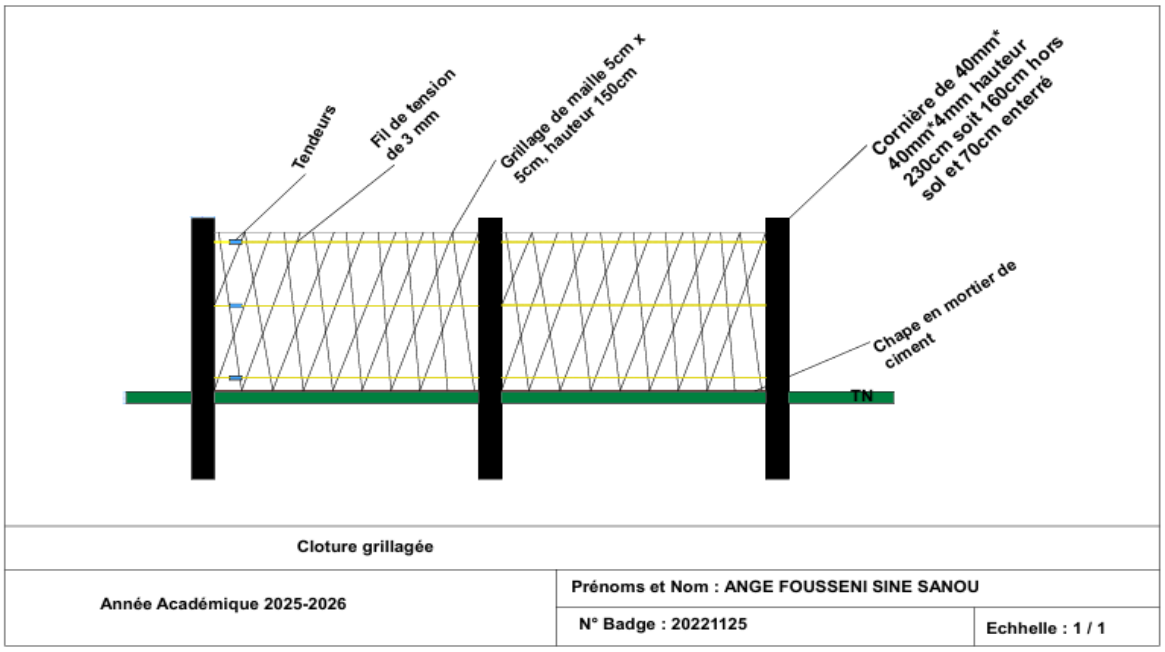


Figure 15: Représentation de clôture grillagée en 2 D

V.2.2 MESURES DE LA VITESSE D'INFILTRATION DU SOL (KSAT)

L'objectif de cette étude est la détermination de la valeur moyenne de la conductivité hydraulique à saturation du sol ksat**.** Cette valeur vaut 58,28 mm/h, avec un minimum de 50,80 mm/h, un maximum de 66,4 mm/h, et un écart type de 6,64.

La valeur moyenne de ksat introduite dans les logiciels SPAW et HWSD de la FAO aboutit à un sol sablo limoneux avec une réserve utile (RU) de 132 mm/m, 18,5% d'humidité à la capacité au champ (Θ Fc) et 5,3% d'humidité au point de flétrissement (Θ Wp). L'écart-type et le coefficient de variation de 11,39 % issus du calcul de ksat indiquent une variabilité faible à modérée des mesures, traduisant alors une bonne homogénéité des propriétés hydrauliques du sol dans la zone étudiée. Cela suppose que le sol réagit de manière relativement uniforme à l'irrigation.

V.2.3 DIMENSIONNEMENT PRELIMINAIRE

Dans cette partie, nous avons évalué certains paramètres parmi lesquels la réserve facilement utilisable (RFU) les besoins de pointe du tournesol, la fréquence des arrosages (F) et le tour d'eau (T), les doses réelle (Dr) et brute (Db), ainsi que les débits d'équipement et total du système, pour vérifier la faisabilité technique du projet avant le dimensionnement final.

❖ Réserve facilement utilisable (RFU)

Le calcul de l'équations (17) donne la valeur de la réserve facilement utilisable (RFU) 39,6 mm. Le tableau ci-dessous illustre les valeurs des paramètres qui ont permis de l'obtenir :

Tableau 8 : La réserve facilement utilisable (RFU)

Humidité volumique à la capacité au champ ΘFC (%)	18,5
Humidité volumique au point de flétrissement ΘWP (%)	5,3
La réserve utile RU (mm/m)	132
La profondeur racinaire du tournesol Zr (m)	0,8
Le facteur de tarissement p	0,375
La réserve facilement utilisable RFU (mm)	**39,6**

❖ Evaluation des besoins de pointe en eau du tournesol

A l'aide des équations (18) et (19) l'évapotranspiration maximale (ETM) du tournesol fait 8,11 mm/jour au mois de mars. Son besoin maximum de pointe (BMP) vaut 7,58 mm/jour. Les tableaux 3 et 4 résument ces valeurs.

Tableau 9 : Pluviométrie et ET0 de la station de Bobo-Dioulasso

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Pluies (mm)	1	4	17	40	94	125	205	289	187	57	6	1	1026
Pluies efficaces (mm)	1	4	16,5	37,4	79,9	100	137,8	154	131	51,8	5,9	1	720,3
ET0 (mm/j)	7,26	7,81	8,11	7,25	6,44	5,25	4,38	3,69	3,98	5,03	5,69	6,36	5,94

Source : Cropwat

Tableau 10 : L'évapotranspiration maximale

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
ET0 (mm/j)	7,26	7,81	8,11	7,25	6,44
Pluies efficaces (mm)	1	4	16,5	37,4	79,9
Kc mensuels équivalents	0,35	0,73	1,00	0,63	0,35
ETM = ETc (culture) (mm/j)	2,54	5,70	8,11	4,53	2,25
Besoins nets = BMP (mm)	14,25	155,64	**234,91**	98,54	-68,63
Besoins nets = BMP (mm/j)	2,37	5,56	**7,58**	3,28	-13,73

- **Fréquence des arrosages (F), tour d'eau (T), doses (Dr) réelle et brute (Db), débits d'équipement Qe (l/s/ha) et total du système Q syst (m3/h)**

Le but d'une part est d'assurer une gestion rationnelle et équitable de l'irrigation, en adéquation avec les besoins hydriques du tournesol et les capacités du système d'irrigation. D'autre part c'est dimensionner correctement la pompe et la source d'énergie, et de garantir le bon fonctionnement de l'aménagement hydro-agricole. L'équation (20) a permis d'avoir une fréquence des arrosages (F) de 5,23 jours, et le tour d'eau (T) choisi est 4 de jours. Les équations (22) et (23) ont permis d'avoir une dose réelle (Dr) 30,31 mm et une dose brute (Db) 35,66 mm. Les équations (24) et (25) ont donné leurs valeurs : **Qe 2,18 l/s/ha** et **Q syst 9,8 m3/h.** Le tableau ci-dessous résume les paramètres du dimensionnement préliminaire.

Tableau 12 : Résumé des paramètres du dimensionnement préliminaire

La RFU (mm)	39,6
Le besoin maximal de pointe BMP (mm)	7,58
Le tour d'eau T (jours)	4
Temps journalier d'irrigation T irrig (h/j)	10
Temps par poste T poste (h)	4
Nombre de poste par jour N poste/j	2
La dose réelle Dr (mm)	30,31
La dose brute Db (mm)	35,66
Débit d'équipement du système Qe (l/s/ha)	2,18
Débit total du système Q syst (m^3/h)	9,8

A l'issue du dimensionnement préliminaire, des choix définitifs tenant compte des réalités du producteur doivent être arrêter, afin de réaliser l'aménager du périmètre.

V.2.4 DIMENSIONNEMENT FINAL

❖ Choix de l'asperseur

L'asperseur choisi a les caractéristiques suivantes : pression nominale de service (Pnom) 1,75 bars, débit (Qasp) 245 l/h et diamètre mouillé (Dm) 15,8 m. C'est un asperseur rotatif R10 Turbo P8 15° Gold Orange 86 qui assurera une dose uniforme avec un chevauchement ≥ 50% de son diamètre mouillé. Et son débit est plus élevé que celui de l'asperseur, avec une pression nominale comprise entre 1,5 et 2 bars. Le lien suivant a servi au choix : Rotateur Nelson R10T avec filetage de 1/2" et large portée.

Tableau 13 : Les caractéristiques de l'asperseur

Désignation du micro asperseur	R10 Turbo P8 15° Gold Orange 86
La pression nominale dans le catalogue P nom-cat (bars)	1,75
La pression nominale dans le catalogue P nom-cat (m)	17,5
Le débit de l'asperseur dans le catalogue Q asp-cat (l/h)	245
Diamètre mouillé dans le catalogue Dm-cat (m)	15,8



Source : Rotateur Nelson R10T avec filetage de 1/2" et large portée.

Tableau 14 : Tableau des paramètres du choix de l'asperseur

La longueur du périmètre (m)	100
L'écartement des asperseurs E asp (m)	5
L'écartement des rampes E rampe (m)	5
Le temps journalier d'irrigation T irrig (h/j)	10
Le temps par poste d'arrosage T poste (h)	4
Le nombre initial de rampes en fonctionnement simultané N rp-sim-init	2
Le nombre de poste à arroser par jour N poste/j	2
La pluviométrie de l'asperseur P asp (mm/h	8,91
Le débit de l'asperseur Q asp (l/h)	223

❖ Dimensionnement des conduites

Le réseau d'irrigation sera composé d'une part de rampes de diamètre nominal (DN) 20 mm, et de portes rampes de DN50, tous en polyéthylène de pression nominale 6 bars (PE40 PN6) posés sur le sol. D'autre part nous auront de tubes enterrés sous-primaires, primaire et de transport, tous en polychlorure de vinyle de pression nominale 6 bars (PVC PN6) de DN 110 mm.

Tableau 15 : Les dimensions des conduites

Conduite	Longueur (m)	Nombre	Débit (m3/h)	Vitesse (m/s)	Diamètre théorique (mm)	Diamètre commercial (mm)
Rampes	25	80	1,23	1,7	16	20
Porte-rampes	5	40	2,45	1,7	22,58	50
Sous-primaires	100	2	4,9	1,7	31,94	110
Primaire	100	1	9,8	1,7	45,16	110
Transport	100	1	9,8	1,7	45	110

❖ Hauteur manométrique totale (HMT) de la pompe

Pour satisfaire les besoins en eau du tournesol, il faut une électropompe immergée capable de mobiliser 9,8 m3/h, avec une HMT de 94 m et une puissance de 2,52 kW. Alors, la pompe choisie est celle pouvant délivrer un débit Qp 10 m^3/h à une hauteur de 100 m.

Tableau 16 : Les caractéristiques calculées de la pompe

La hauteur manométrique totale HMT (m)	94
La puissance sortant des batteries vers la pompe P out-bat (kW)	5,14
Le débit de la pompe Qp (m3/h)	9,8

Tableau 17 : Les caractéristiques de la pompe choisie

La Hauteur manométrique totale (m)	110,8
Le débit nominal de la pompe Qp (m3/h)	9
Vitesse de la pompe (tr/min)	2900
Tension nominale (V)	3*400
Intensité nominale (A)	9,6
La puissance nominale de la pompe P (kW)	4
Puissance (P2) requise par pompe (kW)	4



Une fois le dimensionnement final effectué, les différentes composantes de la source d'énergie seront proposées afin de faire fonctionner convenablement les équipements.

V.2.5. DIMENSIONNEMENT DE LA SOURCE D'ENERGIE

Batteries, panneaux photovoltaïques et convertisseur hybride

Il est prévu huit (8) batteries constituées de lithium, fer et phosphate (LiFePO4) de 24 V et 280 Ah, conçus pour une longue durée de vie (8 à 15 ans dans les conditions d'utilisation normale), avec une profondeur de décharge élevée (70%), et une charge rapide. Elles sont aussi respectueuses de l'environnement. Ces batteries prendront le relai en l'absence de soleil. Afin d'assurer une production énergétique suffisante et fiable pour le fonctionnement du système d'aménagement, en tenant compte des besoins réels en énergie capable d'alimenter la pompe et les batteries, vingt (20) panneaux photovoltaïques monocristallins de 300 Wc seront utilisés. La puissance minimale requise de l'onduleur hybride MPPT à l'issue des calculs est 7.5kW. L'onduleur choisi est un RSI 3x380-440V IP66 7.5kW 16A avec les caractéristiques suivantes :

Tableau 18 : Les caractéristiques des batteries

Type de batteries	LiFePO4
Nombre de batteries	8
Ampérage (Ah)	280
Le voltage de l'unité batterie U bat (V)	24
Le taux de décharge admissible μ	0,7
Le taux d'énergie utilisée	0,61
Les pertes dans les batteries δ	0,1
Les pertes dans le convertisseur Θ	0,03

Tableau 19 : Les caractéristiques des panneaux photovoltaïques

Type de panneaux	Monocristallin
Nombre de panneaux	20
Puissance des panneaux (Wc)	300
Le temps nécessaire au pompage T pmp (h)	10
Le temps de travail maximal Twmax (h)	10
Le rendement de l'électropompe η	0,5
Les pertes dans les batteries δ	0,1
Les pertes dans le convertisseur Θ	0,03
Le rendement des panneaux solaires ρ	0,8



Tableau 20 : Les caractéristiques du convertisseur hybride

Puissance nominale - P2 (KvA)	7,5
Tension nominale (V)	3 x 380-440
Tension nominale de sortie AC (V)	380
Tension d'entrée DC	800
Courant nominal de sortie AC (A)	16



Source : www.grundfos.com

Dans le cadre de l'aménagement du périmètre, après le dimensionnement final du système d'irrigation et de la source d'énergie, il est important d'évaluer la rentabilité du projet en tenant compte entre autres des investissements à réaliser, des charges liées à la production.

V.2.6 EVALUATION DE LA RENTABILITE FINANCIERE DU PROJET

Dans tout projet, l'étude des coûts et des recettes liés à sa mise en œuvre est primordiale aussi bien pour le producteur que pour tout potentiel investisseur. En effet, cela permettra au premier de décider de poursuivre la production de tournesol, et au second de se lancer dans sa production pour se faire des bénéfices. Vu le contexte de mobilisation difficile de ressources financières en faveur de l'agriculture, nous avons prévu un projet à moyen terme d'une durée du projet de cinq (5) ans. Dans le contexte du producteur, il faut des investissements à hauteur de 27 340 220 F CFA. Ces investissements doivent couvrir la sécurité du site à savoir la clôture grillagée, la réalisation d'un forage équipé, l'installation d'une unité de pompage solaire et d'un système d'irrigation par micro aspersion. D'autres achats sont également prévus : un motoculteur 18 chevaux et un semoir multifonctionnel pour réduire la dépendance à l'énergie humaine qui est l'un des facteurs limitant la production, des matériels et équipements de production et de protection. En plus des investissements, il faut tenir compte des charges diverses liées à la production (achats de matières premières, les services extérieurs et autres charges), y compris les impôts. Avec l'aménagement du périmètre qui permettra de ne plus dépendre que de la pluie, il est prévu une campagne pluviale et deux (02) productions sèches soit trois (03) cycles par ans. Cela permettra de booster la production de tournesol qui pourrait atteindre 1,7 t/ha par campagne soit 85% du rendement potentiel estimé par la fiche technique, en attendant la maitrise totale de l'itinéraire technique de production par le producteur. Au bout de deux années, il pourrait avoir assez de moyens (humains, matériels et financiers) et respecter strictement l'itinéraire technique, ce qui lui permettrait d'atteindre voire dépasser le rendement potentiel prévu par la fiche technique (2 t/ha). Sur cette base, le chiffre d'affaires du producteur vaut 25 500 00 F CFA à la première année si le kilogramme revendu à 5000 F CFA, prix actuel de la semence. Les différents indicateurs de rentabilité nous montrent que le projet est rentable. En effet, la valeur nette (VAN) 42 319 551 F CFA est **positive**, ce qui signifie que le projet génère des bénéfices qui couvrent le coût de l'investissement initial et plus encore, rendant le projet viable et rentable à long terme. Quant au taux de rentabilité interne (TRI) de 60,71 %, il est supérieur au taux d'actualisation de 11% ; cela indique aussi que le projet est rentable et génère une rentabilité suffisante pour couvrir l'investissement initial, tout en offrant un rendement attractif. L'indice de profitabilité (IP) de 2,94 est supérieur à 1 confirme aussi que le projet génère un retour sur investissement positif. Nous avons un délai de récupération des investissements de 2 ans, acceptable pour une durée de projet de 5 ans.

Finalement, on peut dire que l'aménagement du périmètre permettra d'améliorer la production de tournesol, et le coût de réalisation du projet est relativement acceptable. Toutefois, il convient de tenir compte de ses impacts sociaux et environnementaux, afin d'assurer une production durable.

VI. PRESCRIPTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE DU PROJET

INTRODUCTION

Pour le développement de nos pays, les projets d'aménagement hydro agricole ont un rôle primordial, dans un contexte de pression énorme sur les ressources naturelles. Il convient alors de produire en alliant les besoins actuels et ceux des générations futures. Pour cela, il faut impérativement concilier les objectifs de production agricole et la protection de l'environnement dans tout projet entrepris quelle que soit son envergure. La présente étude s'inscrit dans cette logique et vise d'abord à identifier les impacts sociaux et environnementaux du projet, à les analyser, puis à proposer des mesures d'atténuation pour les impacts négatifs, afin d'assurer une exploitation conforme aux principes du développement durable recommandés par les objectifs du développement durable (ODD 12, 13 et 15).

VII.1 RAPPEL DU CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Le projet d'aménagement du périmètre pour la production du tournesol irriguée à l'eau souterraine est prévu sur moins de 5 ha. Alors selon le décret portant conditions et procédures de réalisation et de validation de l'évaluation environnementale stratégique, de l'étude et de la notice d'impact environnemental et social, ce projet peut être classé dans la catégorie C, celle des activités faisant objet de prescriptions environnementales et sociales. La réalisation du projet sera conforme aux textes législatifs et réglementaires en vigueur au Burkina Faso, dont entre autres :

- **La loi n°006-2013/AN portant Code de l'environnement du Burkina Faso**, modifiée par **la loi n°003-2018/AN** qui définit les principes de gestion durable, le droit à un environnement sain et les obligations de protection. Cette loi fixe les règles fondamentales qui régissent l'environnement au Burkina Faso et vise à protéger les êtres vivants contre les atteintes nuisibles ou incommodantes, et les risques qui mettent en péril leur existence [15].
- **Le décret N°2015-1187/PRESTRANS/ PM/ MERH/ MATD/ MME /MS/ MAR HA SA/ MRA/ MICA/ MHU/ MIDT/ MCT** portant conditions et procédures de réalisation et de validation de l'évaluation environnementale stratégique, de l'étude et de la notice d'impact environnemental et social qui définit les catégories de projets soumis à NIES ou à EIES [16].
- **La loi N°022-2005/AN portant Code de l'hygiène publique au Burkina Faso** dans son volet qui encadre la gestion des déchets, des eaux usées et des risques sanitaires [17].

VII.2 L'IDENTIFICATION DES IMPACTS DU PROJET

Le projet comporte trois phases à savoir : la préparation de l'aménagement, la mise en œuvre des travaux, l'exploitation du périmètre. L'identification des impacts se fera selon les différentes phases.

❖ Phase de préparation de l'aménagement

Cette phase comprend essentiellement le défrichement et ou déboisement du terrain qui a déjà été réalisé, ainsi que le stockage des matériels et engins, avec leurs conséquences possibles, Les principaux impacts potentiels sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 21 : Origines et impacts pendant la préparation du projet

Origines	Impacts potentiels
Le défrichement et ou déboisement du terrain	- La perte du couvert végétal, - L'érosion du sol, - La mort, le déplacement de certains insectes et animaux (fourmis, reptiles, etc.)
Le stockage des matériels et engins	- Des pollution visuelles (huiles de vidange) du sol - Production de déchets

❖ Phase la mise en œuvre des travaux d'aménagement

La préparation et le nivellement du sol (circulation du personnel et des engins, etc.), la foration, l'installation des ouvrages de clôture (poteaux, grillage) et du système d'irrigation sont les causes probables des impacts potentiels synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 22 : Origines et impacts pendant la mise en œuvre des travaux

Origines	Impacts potentiels
La préparation et le nivellement du sol (circulation du personnel et des engins, etc.)	- Le compactage du sol, - La perte de matières organiques du sol, - L'émission de poussière et de la fumée des engins, - La mort, la fuite ou le déplacement de certains animaux. - Les nuisances (bruits, vibrations etc.)
La foration	- La perturbation du sol - Les nuisances (poussière, bruits, vibrations, etc.)
L'installation des ouvrages de clôture (poteaux, grillage)	- La perturbation du sol - La production de déchets métalliques - Le risque de blessure pour les employés
L'installation du système d'irrigation (le creusement et la pose des conduites)	- La modification et exposition du sol à l'érosion, - La production de déchets - Des pollutions ponctuelles lors des travaux

❖ Phase d'exploitation du périmètre

Les impacts probables issus de l'exploitation du projet et mentionnées dans le tableau ci-dessous, ont pour sources entre autres les pratiques culturales (labours, sous-solage, etc.), l'utilisations d'intrants agricoles (engrais, pesticides, etc.), la gestion de l'eau pour l'irrigation et celle des résidus agricoles et des déchets.

Tableau 23 : Origines et impacts pendant l'exploitation du périmètre

Origines	Impacts potentiels
Les pratiques culturales (labours, sous-solage, etc.)	- L'érosion, la dégradation du sol - La perte de nutriments du sol
Utilisations d'intrants agricoles (engrais, pesticides, etc.)	- La pollution des sols et de l'eau - L'exposition de la santé humaine et la biodiversité aux pesticides
La gestion de l'eau pour l'irrigation	- La surexploitation de la ressource en eau - La salinisation
La gestion des résidus agricoles et des déchets	- Des pouritures de résidus agricoles - La pollution plastique

VII.3 ANALYSE ET L'EVALUATION DES IMPACTS DU PROJET

Pour la production, la construction d'une maisonnette et la réalisation de son poulailler, le producteur a coupé plusieurs arbres. Toutefois, il a planté une dizaine de baobabs. La production de tournesol lui a aussi permis ainsi qu'à son voisin de pratiquer l'apiculture. Grâce à ce projet, certaines personnes ont pu obtenir un peu d'argent pour subvenir à leurs petits besoins, et à d'autres d'obtenir de l'emploi. Dans le tableau ci-dessous, l'analyse et l'évaluation des impacts ont été faites suivant les phases du projet, les différents impacts identifiés dans le point précédent selon le milieu affecté, la nature de l'impact, son amplitude (intensité), sa durée et son caractère réversible ou pas.

❖ Phase de préparation de l'aménagement

Tableau 24 : Analyse des impacts identifiés

Impact potentiel	Milieu affecté	Nature	Amplitude/ Intensité	Durée	Réversibilité
La perte du couvert végétal,	Faune, sol, air	Négatif	Moyenne	Moyenne	Partiellement (s'il y a reboisement)
L'érosion du sol,	Sol	Négatif	Moyenne	Moyenne	Partiellement (s'il y a aménagements)
La mort, ou le déplacement de certains insectes et animaux (fourmis, reptiles, etc.)	Flore	Négatif	Moyenne	Moyenne	Mort : irréversible Migration : réversible (si les conditions du milieu redeviennent favorables)
Des pollutions visuelles du sol (huiles de vidange)	Sol, air, faune, flore	Négatif	Faible	Moyenne	Réversible (si pollutions traitées)
Production de déchets	Sol	Négatif	Faible	Moyenne	Réversible

❖ Phase la mise en œuvre des travaux d'aménagement

Tableau 25 : Analyse des impacts identifiés

Impact potentiel	Milieu affecté	Nature	Amplitude	Durée	Réversibilité
Le compactage et modification de la structure du sol,	Sol, faune, flore	Négatif	Moyenne	Durée	Réversible
La perte de matières organiques du sol,	Sol	Négatif	Moyenne	Faible	Réversible
L'émission de poussière et de la fumée des engins,	Sol, air	Négatif	Moyenne	Moyenne	Réversible
Les nuisances (bruits, vibrations etc.)	Sol, air, flore	Négatif	Moyenne	Moyenne	Réversible
La production de déchets métalliques	Sol	Négatif	Faible	Durée	Réversible (si site nettoyé)
Le risque de blessure pour les employés	Santé humaine	Négatif	Faible	Fable	Réversible

❖ Phase d'exploitation du périmètre

Tableau 26 : Analyse des impacts identifiés

Impact potentiel	Milieu affecté	Nature	Amplitude	Durée	Réversibilité
La pollution des sols et de l'eau par les pesticides	Biodiversité (humains, sol, air, eau, faune, flore)	Négatif	Moyenne	Longue	Réversible (si dépollution du sol et de l'eau)
La surexploitation de la ressource en eau	Eau, sol	Négatif	Moyenne	Moyenne	Réversible (si exploitation rationnelle)
La salinisation	Sol	Négatif	Faible	Moyenne	Réversible
Des pouritures de résidus agricoles	Sol, air	Négatif	Faible	Faible	Réversible
L'exposition de la santé humaine et la biodiversité aux pesticides	Humain et biodiversité	Négatif	Moyenne	Moyenne	Réversible (si on y met fin)
Amélioration des revenus des contractuels	Humain	Bonne	Moyenne	Moyenne	A poursuivre
Création d'emplois	Humain	Bonne	Moyenne	Longue	A poursuivre
Réalisation de l'apiculture (miel de tournesol)	Humain et abeilles	Bonne	Moyenne	Moyenne	A poursuivre
Amélioration de la production	Humain	Bonne	Moyenne	Longue	A poursuivre

VII.4 QUELQUES MESURES D'ATTENUATION

A la suite de l'identification et de l'analyse des impacts potentiels du projet, nous proposons des mesures qui permettront de valoriser les bonnes pratiques et de réduire les impacts des mauvaises pratiques dans le cadre du projet.

❖ Pendant la phase de préparation de l'aménagement

Afin de réduire l'impact négatif de la perte de la couverture végétale, la mort ou le déplacement de certains insectes et animaux (fourmis, reptiles, etc.), l'érosion et la pollution (huiles de vidange) du sol, il sera convenable pour le producteur de :

- Préserver les espèces végétales qui restent après le défrichage surtout celles protégées ainsi que celles qui existaient dans le milieu dans la mesure du possible.
- Planter des arbres sur le site en privilégiant les espèces protégées et les entretenir.
- Se limiter à la superficie nécessaire pour la production et préserver la végétation existante.
- Privilégier l'utilisation d'engins en bon état sur le site.
- Prévoir sur le site un système de gestion des déchets (collecte, tri, réutilisation, etc.)

❖ Pendant la phase la mise en œuvre des travaux d'aménagement

Pour atténuer les effets négatifs des différentes opérations durant cette étape du projet, il est conseillé de :

- Utiliser des engins légers et en bon état lors des travaux pour limiter le compactage du sol, ainsi que l'émission de fumée.
- Dans la mesure du possible, arroser le sol quelques heures avant le début des travaux pour réduire l'émission de poussière.
- Privilégier les travaux dans la journée pour réduire les nuisances (bruits, vibrations etc.).
- Ramasser tous les morceaux de fer et autres déchets à la fin des travaux.
- Porter systématiquement les équipements de protection individuels (EPI) sur le site, et assurer la vaccination des tous les employés (entreprise).

❖ Pendant la phase d'exploitation du périmètre

L'exploitation durable du site ne sera une garantie que si la prise des mesures visant à limiter les impacts négatifs des différentes opérations au cours de cette phase sont prises en compte. Il conviendra pour le producteur de :

- Limiter l'usage des pesticides.

- Former les employés à l'agroécologie
- Valoriser les résidus agricoles pour la production de compost.
- Analyser la qualité de l'eau d'irrigation.
- Eviter les excès d'irrigation, le gaspillage d'eau.
- Respecter le calendrier d'irrigation.
- Sensibiliser les employés sur les effets négatifs des pesticides sur leur santé.
- Porter les équipements de protection individuelle (EPI) lors des travaux sur le site.
- Déclarer les employés à la caisse avec un contrat de travail clair.

CONCLUSION

L'analyse des impacts environnementaux et sociaux du projet d'aménagement du périmètre de tournesol, à travers ses différentes phases (préparation, aménagement et exploitation) a permis de mettre en exergue les impacts potentiels tant négatifs que positifs sur le milieu physique, biologique et socio-économique. Les impacts négatifs affectent essentiellement le sol, la faune, la flore, l'humain. Toutefois, ces impacts restent dans l'ensemble localisés, faibles à modérés et généralement réversibles si les mesures de mitigation proposées sont mises en œuvre. Le projet comporte aussi des avantages notables dont entre autres la création d'emplois, l'amélioration de la production, l'utilisation d'énergie renouvelable lors du pompage de l'eau.

VII. CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

A la fin de cette étude portant sur le diagnostic d'un périmètre pluvial de tournesol et proposition d'aménagement pour la production irriguée en saison sèche à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, nous pouvons dire qu'elle contribuera au développement de la culture du tournesol au Burkina Faso. Elle a permis dans un premier temps d'analyser les performances de la production de tournesol en saison pluvieuse et d'identifier les facteurs limitants (sol, climat, pratiques culturales, etc.). Entre autres facteurs limitants il y a le non-respect des prescriptions de la fiche technique de production au niveau des pratiques culturales (les périodes de semis, de fertilisations, sarclage, buttage, les doses d'engrais apportées). Le second facteur limitant réside dans les aléas climatiques avec la poche de sécheresse de vingt et quatre (24) jours qui a contribué à avoir beaucoup de graines insuffisamment formées. Le troisième facteur est l'énergie agricole puisque l'énergie humaine a principalement servi pour la production sur le périmètre. Le producteur, n'ayant ni engin ou outil agricole à traction animale, ni de personnel, a dû travailler en fonction de la disponibilité des contractuels qui s'assurent de terminer leurs travaux avant d'effectuer une quelconque prestation. Bien que la production réalisée (1,34 t) ne soit pas négligeable, sans l'influence de ces facteurs, le producteur aurait pu atteindre un rendement qui avoisinerait celui potentiel indiqué par la fiche technique (2 t), qui demeure notre référence. En second lieu, cette étude a permis de quantifier les besoins de pointe en eau du tournesol estimé à 7,58 mm/j au mois de mars, et de choisir un tour d'eau optimal de quatre jours (4 j) qui permettra d'irriguer en tenant compte des réalités locales. Sur cette base, nous avons proposé un système d'irrigation adapté à savoir la micro aspersion. Cela permettra au producteur d'assurer une production toute l'année. Troisièmement, à travers cette étude, la faisabilité et la rentabilité économique, ont été évalués. Le projet est rentable d'autant plus que tous les indicateurs calculés sont au-delà des valeurs de référence. L'impact social et environnemental du projet d'irrigation a aussi été évalué. Ce fut l'occasion de les identifier, de les analyser et de proposer des mesures d'atténuation des impacts négatifs.

Si le diagnostic du périmètre pluvial de tournesol et la proposition d'aménagement permettront au producteur de booster sa production. Ce travail pourrait constituer une base des recherches futures axées sur l'évaluation de la productivité de l'eau et de l'efficience des systèmes d'irrigation dans le cadre de la production de tournesol en zone sud-soudanienne comme Bobo-Dioulasso.

VIII. RECOMMANDATIONS

Afin de réussir la production continue de tournesol et contribuer à réduire la dépendance du pays en huiles alimentaires, des recommandations ont été formulées à l'endroit du producteur. Ce sont :

- Mécaniser la chaine de production : préparation du sol (labour), semis, sarclage, buttage, récolte, égrainage. Cela permettra de réduire la pénibilité du travail, la dépendance de la main d'œuvre extérieure surtout, et de respecter les périodes indiquées par la fiche technique de production pour les différentes opérations.
- Respecter l'itinéraire technique de production prescrite par la fiche technique : les dates de semis, fertilisation, les doses d'engrais à apporter, etc.
- Valoriser les résidus de production de tournesol (tiges, feuilles, capitules égrainées) par la production de compost.
- Niveler par endroit le terrain pour obtenir une pente relativement uniforme.
- Réaliser un forage d'au moins 5 m^3/h.

BIBLIOGRAPHIE :

[1] S. Dury, É. Vall, et J. Imbernon, « Production agricole et sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest », *Cah. Agric.*, vol. 26, nº 6, p. 61001, nov. 2017, doi: 10.1051/cagri/2017047.

[2] Institut National de la Statistique et de la Démographie, « MONOGRAPHIE DE LA COMMUNE DE BOBO-DIOULASSO », Ministère de l'économie, des finances et de la prospective, BURKINA FASO, Ouagadougou, 5e RGPH, déc. 2022.

[3] Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), « RAPPORT FINAL : Étude de recherche et développement d'huile à base de tournesol, pour combler la production d'huile de coton au profit de la Chambre de Commerce et d'Industrie du Burkina Faso (CCI-BF », Ouagadougou, déc. 2021.

[4] A. KEITA, *Microaspersion par pompage photovoltaïque*, Quincaillerie Agroforestière (QAF) pour la première édition. Ouagadougou, Burkina Faso : Quincaillerie Agroforestière (QAF-SARL) . 06 BP 10650 Ouagadougou 06. Burkina Faso. Email : quincaillerie.agro.forestiere@gmail.com, 2020.

[5] Projet d'appui intentionnel au Ministre l'Eau pour la Recherche-Développement en Management de l'irrigation au B, « Méthodologie d'évaluation des performances et de diagnostic des systèmes irrigués », p. 76, nov. 1996.

[6] Jean Lecours, M. Sc. agronome et Joseph Gary Cadet, agronome, « Guide de calcul, Références économiques En Production maraîchère en serres, Des indicateurs technico-économiques », Quebec, p. 7, juin 2012.

[7] M.-H. Chatelin et J.-C. Poussin, « Diagnostic d'exploitation agricole : apport de la simulation », *Économie Rurale*, vol. 206, nº 1, p. 77-80, 1991, doi: 10.3406/ecoru.1991.4244.

[8] N. Jean, B. Fabre, G. Yvan, et G. Colette, « Aide au diagnostic global de l'exploitation agricole. Un modèle et une méthode de diagnostic », 1994.

[9] K. Moumouni *et al.*, « Culture du tournesol (Helianthus annuus L.) au Burkina Faso ».

[10] G. Andreotti *et al.*, « Glyphosate Use and Cancer Incidence in the Agricultural Health Study », *JNCI J. Natl. Cancer Inst.*, vol. 110, nº 5, p. 509-516, mai 2018, doi: 10.1093/jnci/djx233.

[11] M. Abella, « Animateur du programme tournesol chez Terres Inovia ».

[12] International Fertilizer Industry Association et FAO, Éd., *Fertilizers and their use : a pocket guide for extension officers*, 4. ed., Rev. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2000.

[13] Philippe Grieu, Pierre Maury, Philippe Debaeke, et Ahmad Sarraf, « Améliorer la tolérance à la sécheresse du tournesol : apports de l'écophysiologie et de la génétique », *Innov. Agron.*, vol. 2, p. 37-51, 2008.

[14] H.-B. Shao, L.-Y. Chu, C. A. Jaleel, et C.-X. Zhao, « Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants », *C. R. Biol.*, vol. 331, nº 3, p. 215-225, janv. 2008, doi: 10.1016/j.crvi.2008.01.002.

[15] www.legiburkina.gov.bf, ASSEMBLEE NATIONALE, *LOI N°006-2013/AN PORTANT CODE DE L'ENVIRONNEMENT AU BURKINA FASO*. 2013.

[16] www.legiburkina.gov.bf, le 08/01/2026, PRESIDENCE DU FASO, *DECRET N°2015-1187 /PRES- TRANS/PM/ MERH\|MATD/MME/MS/MARHASA/MRA/ MICA/MHU/MIDT/MCT portant conditions et procédures l'évaluation de réalisation et de validation environnementale stratégique, de l'étude et de la notice d'impact environnemental et social.* 2015.

[17] www.legiburkina.gov.bf, ASSEMBLEE NATIONALE, *LOI N° 022-2005/AN PORTANT CODE DE L'HYGIENE PUBLIQUE AU BURKINA FASO* 2005.

LES ANNEXES :

Annexe 1: Fiche technique de production du tournesol

FICHE TECHNIQUE

Numéro d'identification unique :

Date de parution :

Culture du tournesol (Helianthus annuus L.) au Burkina Faso

KONATE Moumouni[1*], SANOU Jacob[1,] BICABA Ezéchiel Boué Colomband[1], OUATTARA Sié Salif Sabarikagni[1], SEKONE Zaliatou[1,2], OUEDRAOGO Brice Bonaventure[1], ZOUNGRANA Mouniratou[1,2]

[1]*Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Institut de l'Environnement et de Recherches*

Agricoles, Direction Régionale de Recherches Environnementales et Agricoles de l'Ouest, station de Farako-Ba, Génétique, Biotechnologies Végétales et Gestion des Ressources Phytogénétiques, Amélioration génétique des Oléagineux, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

[2]*Université Joseph KI-ZERBO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre, département de biologie végétale et physiologie végétale, Ouagadougou, Burkina Faso* *Auteur correspondant : Dr KONATE Moumouni, mouni.konate@gmail.com

1. Introduction

Le conflit armé entre l'Ukraine et la Russie a eu des conséquences néfastes sur la production agricole mondiale. Il a engendré une crise alimentaire sans précédent, qui touche des denrées de première nécessité comme la farine de blé et les huiles alimentaires. Déjà, au Burkina Faso, il y avait un déficit de production d'huile alimentaire de près de 70% dont l'importation occasionnait des sorties importantes de devises Les crises internationale et sécuritaire au Burkina Faso, ont exacerbé le déficit d'huile, avec pour conséquence l'augmentation des prix

sur le marché. Alors, il faut augmenter la production nationale d'huile alimentaire, afin de faire face à une demande de plus en plus grande. La production nationale d'huile est dominée par l'huile de graines de coton, qui ne couvre pas plus du tiers des besoins. Une solution possible à l'augmentation de la production d'huile est la diversification des espèces oléagineuses pour assurer une production abondante et durable. L'introduction du tournesol, avec sa haute teneur en huile, est recommandable, pour faire émerger une filière porteuse. L'huile de graines de tournesol est très appréciée dans l'alimentation, ainsi que ses graines grillées (riche en protéines, cellulose, lipides et sels minéraux). En outre, les tourteaux issus de la trituration de ses graines constituent un bon aliment pour la nutrition animale. En raison de sa fleur très attrayante pour les abeilles, la culture du tournesol à proximité des ruches s'est avérée très bénéfique pour les apiculteurs. Le tournesol se présente comme une spéculation de rente émergente et rentable pour les agriculteurs au Burkina Faso. Cependant, l'absence de fiche technique pour guider les producteurs est une entrave à la réussite de la culture du tournesol. C'est pourquoi cette fiche technique a été élaborée pour servir de guide pour une production rentable du tournesol. Elle est destinée aux agents de vulgarisation et aux producteurs intéressés de diversifier leurs sources de revenus par la production du tournesol.

2. Matériel et méthodes

La plante

Nom scientifique : *Helianthus annuus* L. Type de plante : port érigé, allogame Couleur de la graine : noire, blanche Variétés **:** AMSOL, CETIOM 265 Cycle : 90 – 100 jours Rendement potentiel : 2 t/ha	

Choix et préparation du terrain

Le tournesol est une plante à cycle court et à racine pivotante, rendant la culture exigeante vis-à-vis de la structure du sol, dont la qualité est directement dépendante du travail du sol.
Type de sols : sol profond, argilo-sableux, riche en matières organiques et bien drainé.
Préparation du sol : labour profond par traction animale ou motorisée.

Fertilisation

- Utiliser du compost comme fumure de fond à la dose de 10 t/ha, ainsi que du NPK (14-2314) à la dose de 150 kg/ha ;
- La fumure de couverture est appliquée en deux temps, à raison de 50 kg/ha d'urée par application, 4 et 6 semaines après le semis, respectivement ;
- Mode d'application : localiser l'engrais à 10 cm des plantes pour ne pas les brûler par la proximité de l'engrais. Semis du tournesol
- Quantité de semences par hectare **:** 5-7 kg par hectare
- Traitement de la semence : prévenir les fontes de semis et les nuisibles par l'utilisation d'insecticides ou de fongicides homologués. Respecter la dose prescrite. Exemple : métaxyl, Aperon 35 SD à raison de 6 g/kg de semences.
- Période de semis : deux périodes sont favorables à la culture du tournesol. 1) En saison humide, semer entre le 15 juin et le 15 juillet après une pluie. 2) En saison sèche, semer entre le 15 janvier et le 15 février, après une pré-irrigation.
- Modes de semis : semis direct à plat ou sur billon, 2 graines par poquet à 2 cm de profondeur.
- Densité de semis : 83000 plants/ha, écartements 60 cm x 20 cm, démarier à une plantule/poquet, 14 jours après semis au plus tard.
-

Entretien du champ

- Sarclo – binage : 2 sarclo-binages au besoin, pour contrôler l'enherbement.
- Buttage : à l'apparition des boutons floraux, 30-35 jours après semis.
- Protection de la culture : minimiser l'utilisation d'insecticide en cours de culture pour préserver les pollinisateurs très utiles dans la formation des grains.

- Irrigation : le tournesol a besoin d'environ 550 mm d'eau repartie sur 90 jours. L'irrigation peut se faire par aspersion, de manière gravitaire ou par goutte-à-goutte. Deux apports d'eau (~25 mm) sont nécessaires par semaine et arrêter l'irrigation une semaine avant la récolte.

Récolte et séchage

La récolte du tournesol se fait quand les capitules virent du jaune au brun. Couper les capitules entiers et étaler sur une bâche ou une terrasse bien propre. Les sécher pendant 4 à 5 jours sur, le dos posé au sol dans un endroit sec et abrité.

Battage/Egrenage : Mettre les capitules dans un sac et battre manuellement. Il existe aussi des batteuses mécaniques bien adaptées au tournesol. L'égrenage peut se réaliser en frottant deux capitules l'un contre l'autre.

Vannage/Triage : manuel, mécanique

Stockage

- Conditionnement : utiliser des sacs de jute ou de plastique tressé pour stocker les graines, à l'abri des rongeurs.
- Protection du stock : En cas d'attaque, procéder à un traitement conventionnel chimique par fumigation.

3. Résultats



La culture du tournesol a fourni des rendements de 1,5 à 2,5 t/ha selon la variété.

Les variétés Cetium 265 et Amsol, (disponibles à l'INERA Farakoba) ont produit entre 1,5 et 2t/ha



4. Conclusion



Le tournesol est une plante facile à produire dans les conditions agroclimatiques du Burkina Faso. Peu sensible aux insectes et attaques fongiques, et ayant un cycle court de production (80-90 jours), il donne jusqu'à 2 t/ha.

L'INERA dispose de variétés performantes et de l'expertise pour accompagner les promoteurs et producteurs de tournesol ;

La production du tournesol peut fournir un complément non négligeable aux sources habituelles de graines oléagineuses (coton, arachide, sésame), et ainsi contribuer à l'atteinte de l'autonomie en huile alimentaire. Cette filière est créatrice de richesses et d'emplois pour les jeunes.

5. Références bibliographiques.

BICABA, B.E.C (2013). Evaluation des caracteristiques agro morphologiques et performances d'une collection de cultivars de tournesol au Burkina Faso. Rapport de stage, Cycle TSA. CAP Matoutkou, 65 p.

MAAH (2017). Rapport Général des résultats définitifs de la campagne Agricole 2016/2017 et des perspectives de la situation alimentaire et nutritionnelle. Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-agricoles, Burkina Faso, 92 p.

OUEDRAOGO, M. (2016). "Reconquête du marché de l'huile au Burkina Faso", (ed.) Cfsi.).

REVOREDO, C.L and FLETCHER, S. (2002). World peanut market: an overview of the past 30 years. Georgia Agricultural Experiment Stations, College of Agricultural and Environmental Sciences, the University of Georgia.

ZOUNGRANA, M. (2020). Etude de la diversité de vingt-sept (27) variétés introduites d'arachide (Arachis hypogaea L.) et création d'hybrides en vue d'une sélection pour la teneur en huile à l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire de MSc., Université Joseph Ki-Zerbo, 66 p.

SANOU J, KONATE M, BICABA E.B.C, OUEDRAOGO I, OUATTARA A.J, BONKOUNGOU S, RODIER L, SANGARE D, PELISSOU H, PARE P, SIB/KABORE J, SANDOUIDI N.R, TOURE M, SOULAMA A (2013). Manuel de production rentable de tournesol grain. INERA/ANVAR, Doc. de vulgarisation No CNRST/INERA/DV/2017-011, 15p.

Annexe 2 : Les arrondissements de la Commune de Bobo-Dioulasso

Tableau 27 : Répartition des Secteurs et villages de Bobo-Dioulasso selon les arrondissements

Arrondissements	Secteurs	Villages
Arrondissement 1	(05) Secteurs : 1 à 4 et 8	(00) Villages
Arrondissement 2	(04) Secteurs : 10, 11, 23 et nouveau secteur 30 (zone SONATUR)	(06) Villages : Dafinso, Kimidougou, Santidougou, Panamasso, Doufiguisso et Moukoma.
Arrondissement 3	(04) Secteurs : 12 à 14 et nouveau secteur 31 (zone industrielle + trame d'accueil)	(05) Villages : Léguéma, Kékélésso, Moussobadougou, Noumousso, Kouentou
Arrondissement 4	(05) Secteurs : 15 (réduit en superficie), 16, 24 (réduit en superficie), nouveaux secteurs 32 (séparé de l'ancien secteur 15) et 33 (séparé de l'ancien secteur 24)	(07) Villages : Borodougou, Baré, Yéguéresso, Niamadougou, Tondogosso, Kotédougou et Sogossagasso.
Arrondissement 5	(06) Secteurs : 5, 6, 17 (réduit en superficie) et 25, nouveaux secteurs 26 (séparé de l'ancien secteur 17) et 27 (Kuinima Koura)	(06) Villages : Pala, Koro, Dodougou, Kouakoualé, Dingasso, Dogotélama
Arrondissement 6	(06) Secteurs : 7, 9, 18 à 20 et nouveau secteur 28	(07) Villages : Samagan, Farakoba, Matourkou, Logofourousso, Darsalamy, Koumi et Moamy
Arrondissement 7	(03) Secteurs : 21, 22 et nouveau secteur 29 (Belle-ville)	(05) Villages : Dindéresso, Ouolokoto, Kokorowé et Bana

Source : Tableau élaboré par INSD à partir de la loi 066-2009 du 22 décembre 2009.

Annexe 3 : Données de terrain

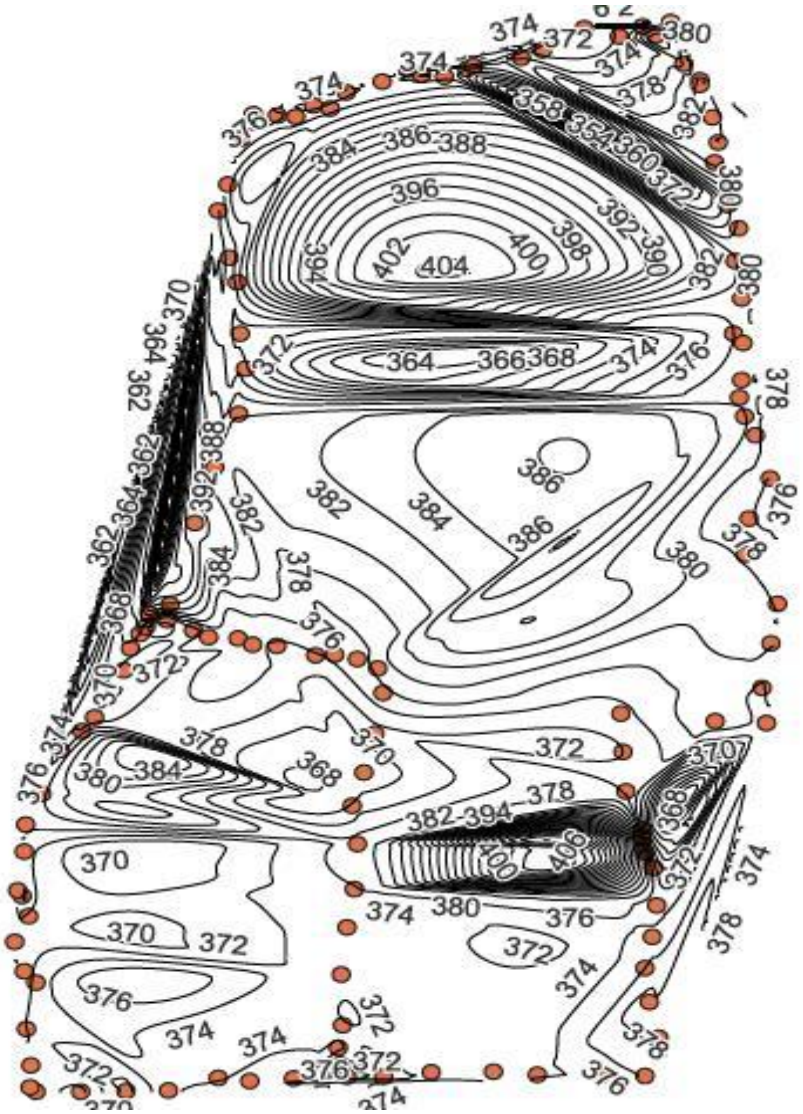


Figure 16 : Courbes de niveau

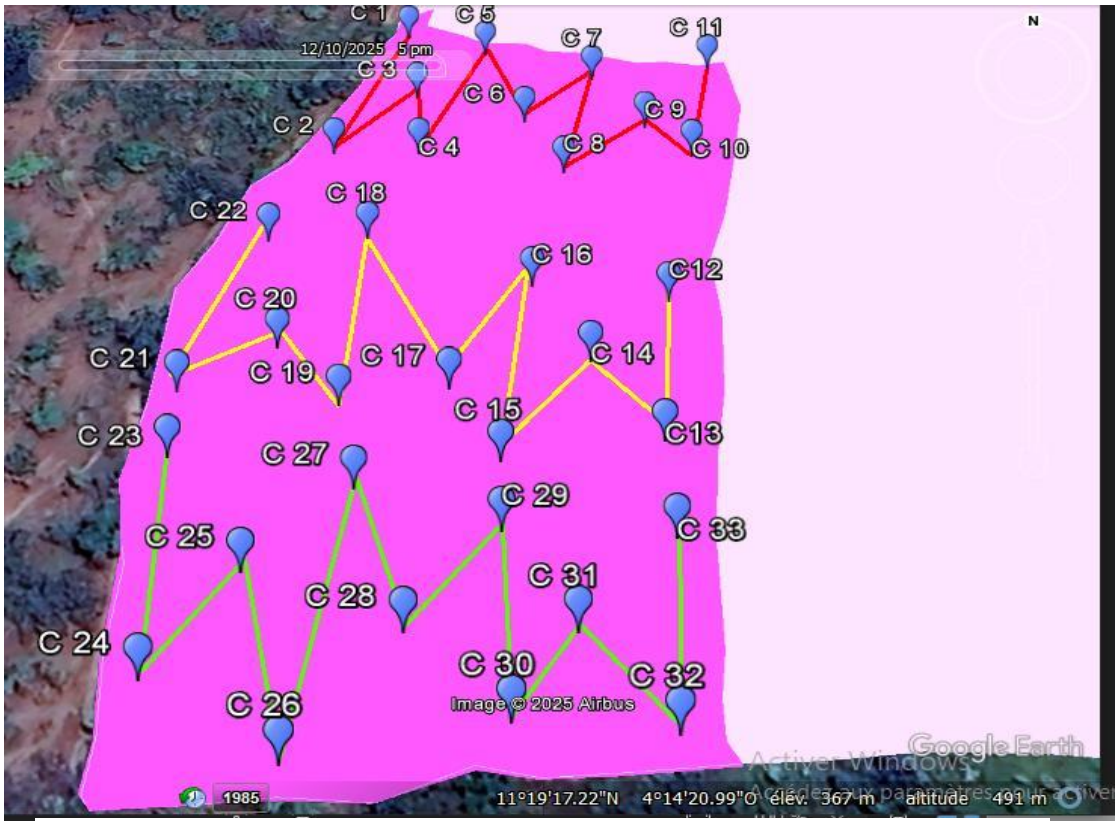


Figure 17 : Représentation du champ de tournesol (violet) avec des carrés de rendement

Tableau 28 : valeurs de ksat mesurés et la moyenne

Les points (Pi)	Latitude	Longitude	KSAT (mm/h)
P1	11°19'25.55"N	4°14'21.52"O	58,78
P2	11°19'25.66"N	4°14'20.08"O	50,99
P3	11°19'26.05"N	4°14'18.64"O	50,80
P4	11°19'24.67"N	4°14'19.03"O	53,51
P5	11°19'24.11"N	4°14'20.41"O	66,31
P6	11°19'23.84"N	4°14'21.42"O	66,40
P7	11°19'22.69"N	4°14'21.52"O	64,51
P8	11°19'22.76"N	4°14'19.92"O	51,81
P9	11°19'23.29"N	4°14'18.56"O	61,42
Moyenne			**58,28**
Ecart type			**6,64**
Coefficient de variation (CV)			**11,39**
Humidité à la capacité au champ (Ɵ Fc) (%)			**18,5**
Humidité au point de flétrissement (Ɵ Wp) (%)			**5,3**
La réserve utile RU (mm/m)			**132**
Le type sol			**Sol sablo limoneux**

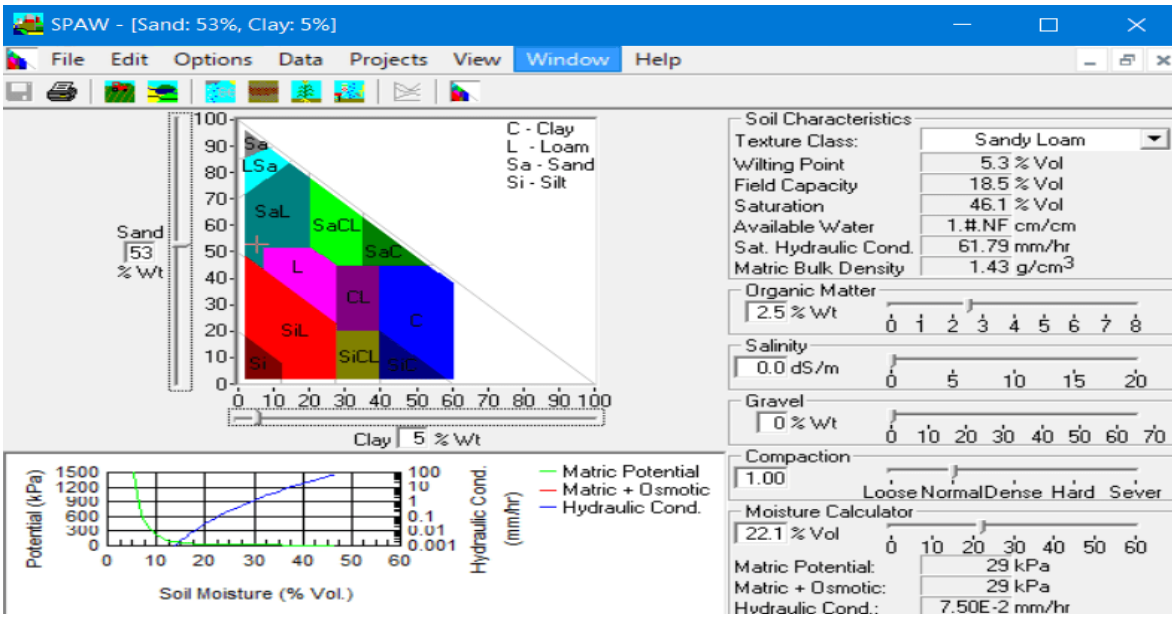


Figure 18 : Caractéristiques du sol sur SPAW

Annexe 4 : Données économiques

Tableau 29 : Dépenses de la campagne pluviale de tournesol

LES DEPENSES LIEES A LA PRODUCTION DE TOURNESOL POUR CETTE CAMPAGNE				
Operations	**Quantités/Nombres**	**Prix Unitaire**	**Coût Total**	**Sous-Total**
IV.1.1. LA PREPARATION DU CHAMP DE TOURNESOL				**20000**
Labour	1	20000	20000	
Herbicide			0	
Pulvérisateur (appareil)			0	
Opérateur/main d'œuvre			0	
IV.1.2. LES SEMIS/SEMENCE				**71250**
Semence (kg)	10	6000	60000	
Main d'œuvre	9	1250	11250	
IV.1.3. LA FERTILISATION				**124500**
Engrais NPK (50 kg)	2	24500	49000	
Engrais Urée (50 kg)	3	23500	70500	
Main d'œuvre	4	1250	5000	
IV.1.4. L'ENTRETIEN DU CHAMP (sarclage/désherbage et buttage manuel)				**25000**
Main d'œuvre	25	1000	25000	
IV.1.5. LES RECOLTES				**17500**
Main d'œuvre	14	1250	17500	
IV.1.6. SECHAGE				**5000**
Main d'œuvre	4	1250	5000	
IV.1.7. TRAITEMENT/EGRAINAGE				**12500**
Main d'œuvre	10	1250	12500	
IV.1.8. CONDITIONNEMENT				**11250**
Matériel (sacs)	15	500	7500	
Main d'œuvre	3	1250	3750	
IV.1. TOCKAGE/CONSEVATION				3750
Main d'œuvre	3	1250	3750	
SOUS-TOTAL 1				**290750**

Tableau 30 : Synthèse des investissements

Infrastructures (terrains, bâtiments, constructions, etc.)

Existant					**(Montant en F CFA)**
Désignation	Unité	Quantité	Valeur unitaire	Valeur vénale	Durée restante (en mois)
Terrains				3500000	
Champ	ha	1	3500000	3500000	120
Total				**3500000**	

A acquérir					**(Montant en F CFA)**
Désignation	Unité	Quantité	Coût unitaire	Coût total	Décalage (en mois)
Constructions et aménagements				4770400	
Clôture grillagée avec support métallique	unité	1	4770400	4770400	1
Total				**4770400**	

Matériels et équipement techniques ou de production

A acquérir (Montant en F CFA)

Désignation	**Unité**	**Quantité**	**Coût unitaire**	**Coût total**	**Décalage (en mois)**
Installation de système d'irrigation de micro aspersion sur 1 ha	unité	1	7 669 600	7 669 600	3
Motoculteur 18 chevaux	unité	1	2 500 000	2 500 000	3
Forage équipé	unité	1	4 150 000	4 150 000	3
Installation unité de pompage (panneaux solaires + électropompe + batteries, etc.)	unité	1	6 370 000	6 370 000	3
Autres matériels et équipements de production	unité	1	100 000	100 000	3
Semoir multifonctionnel	unité	1	100 000	100 000	3
Total				**20 889 600**	

Récapitulatif des investissements

Désignation	Existant	A acquérir				
		ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	ANNEE 4	ANNEE 5
Charges immobilisées	3500000	0	0	0	0	0
Immobilisations incorporelles	0	0	0	0	0	0
Immobilisation financières	0	0	0	0	0	0
Immobilisations corporelles	0	25660000	0	0	0	0
Terrains	0	0	0	0	0	0
Constructions et aménagements	0	4770400	0	0	0	0
Matériels et équipement techniques ou de production	0	20889600	0	0	0	0
Matériel et mobilier de bureau	0	0	0	0	0	0
Matériel informatique	0	0	0	0	0	0
Matériel de transport	0	0	0	0	0	0
Total des investissements de base	3500000	25660000	0	0	0	0
BFR		554300	58700	39000	75000	83000
Total des investissements	**3 500 000**	**27 340 220**	**58700**	**39000**	**75000**	**83000**

Tableau 31 : Les charges

Achats matières premières ou de marchandises

Désignation	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	ANNEE 4	ANNEE 5
Semence	180000	198000	217800	239580	263538
Compost	1000000	1090000	1188100	1295029	1411582
Composants pesticides naturels	240000	252000	264600	277830	291722
Engrais (urée + NPK)	498000	522900	549045	576497	605322
TOTAL	**1918000**	**2062900**	**2219545**	**2388936**	**2572163**

Autres achats					
Désignation	**ANNEE 1**	**ANNEE 2**	**ANNEE 3**	**ANNEE 4**	**ANNEE 5**
Emballages	40000	43200	46656	50388	54420
Total	**40000**	**43200**	**46656**	**50388**	**54420**

Services extérieurs, transport et autres charges

(Montant en FCFA)

Désignation	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	ANNEE 4	ANNEE 5
Frais de formation	50 000	55 000	60 500	66 550	73 205
Préparation du champ	200 000	220 000	242 000	266 200	292 820
Transport	100 000	110 000	121 000	133 100	146 410
Prestation externes (main d'œuvre pour semis, sarclages, récoltes, etc.)	100 000	110 000	121 000	133 100	146 410
Carburant	140 000	154 000	169 400	186 340	204 974
Communication (Internet & téléphone)	20 000	22 000	24 200	26 620	29 282
Dépenses diverses	-	-	-	-	-
Réparation & Entretien	25 000	27 500	30 250	33 275	36 603
TOTAL	**635 000**	**698 500**	**768 350**	**845 185**	**929 704**

SANO

Tableau 32 : Le chiffre d'affaires

Estimation du chiffre d'affaires HT

Désignation	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	ANNEE 4	ANNEE 5
Tournesol	25500000	28050000	30855000	33940500	37334550
Chiffre d'affaires	25500000	28050000	30855000	33940500	37334550

Tableau 33 : Les indicateurs de rentabilité

Valeur Actuelle Nette (VAN)

RUBRIQUES		ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	ANNEE 4	ANNEE 5
Capacité d'autofinancement		15671728	17473783	18536489	20529020	22727410
Variation du BFR		727780	81220	51000	97000	106000
Cumul variation du BFR		727780	809000	860000	957000	1063000
Capital investi	25660000	0	0	0	0	
Flux de trésorerie nette	-25660000	14943948	17392563	18485489	20432020	22621410
Taux d'actualisation	11%					
Valeur Actuelle Nette (VAN)	**42319551**					

Taux de rentabilité interne (TRI)						
RUBRIQUES		**ANNEE 1**	**ANNEE 2**	**ANNEE 3**	**ANNEE 4**	**ANNEE 5**
Capital investi	25660000	0	0	0	0	
Flux de trésorerie nette	-25660000	14943948	17392563	18485489	20432020	22621410
Taux de rendement interne	**60,71%**					

Indice de profitabilité						
RUBRIQUES		**ANNEE 1**	**ANNEE 2**	**ANNEE 3**	**ANNEE 4**	**ANNEE 5**
Capital investi	25660000	0	0	0	0	
Flux de trésorerie nette	-25660000	14943948	17392563	18485489	20432020	22621410
Indice de profitabilité	**2,94**					

Délai de récupération						
RUBRIQUES		**ANNEE 1**	**ANNEE 2**	**ANNEE 3**	**ANNEE 4**	**ANNEE 5**
Investissements de la période	25660000	0	0	0	0	
Flux de trésorerie nette		14943948	17392563	18485489	20432020	22621410
Taux d'actualisation		0	0	0	0	0
Flux de trésorerie actualisé		13463016	14116195	13516430	13459204	13424706
Cumul Flux de trésorerie		13463016	27579211	41095641	54554845	67979551
	Années	1	2	3	4	5
		11 mois	11 mois	-2 mois	-14 mois	-26 mois
Délai de récupération	**1 an 11 mois**					

Annexe 5 : Données de littérature

Profondeur d'enracinement maximale pour quelques cultures

Plante	Profondeur d'enracinement Zr (m)	Plante	Profondeur d'enracinement Zr(m)
Luzerne	1.0 -2.0	Melons	1.0-1.5
Banane	0.5-0.9	Olives	1.2-1.7
Orge	1.0-1.5	Oignons	0.3-0.5
Haricot	0.5-0.7	Palmiers	0.7-1.1
Betterave	0.6-1.0	Pois	0.6-1.0
Choux	0.4-0.5	Poivre	0.5-1.0
Carotte	0.5-1.0	Pomme	0.3-0.6
Celeri	0.3-0.5	Pomme de terre	0.4-0.6
Citron	1.2-1.5	Carthame	1.0-2.0
Trèfle	0.6-0.9	Sisal	0.6-1.3
Cacao	> 1.5	Sorgho	1.0-2.0
Coton	1.0-1.7	Soja	0.6-1.3
Concombre	0.7-1.2	Epinards	0.3-0.5
Dattes	1.5-2.25	Fraises	0.2-0.3
Vergers	1.0-2.0	Betterave sucrière	0.7-1.2
Lin	1.0-1.5	Canne à sucre	1.2-2.0
Petits grains	0.9-1.5	Tournesol	0.8-1.5
Grains d'hiver	1.5-2.0	Patates douces	1.0-1.5
Vigne	1.0-2.0	Tabac précoce	0.5-1.0
Herbes	0.5-1.5	Tabac tardif	0.5-1.0
Arachides	0.5-1.0	Tomates	0.7-1.5
Laitue	0.3-0.5	Maraichage	0.3-0.6
Maïs	1.0-1.7	Blé	1.0-1.5

Source : Depeweg, 1998

Figure 19 : Profondeur racinaire du tournesol (Source : Dr A. KEITA)

Valeurs du facteur de tarissement p à utiliser quand on calcule la RFU pour la conduite des arrosages d'une culture donnée

Group	Valeurs de ETM (mm/j)								
	2.0	*3.0*	*4.0*	*5.0*	*6.0*	*7.0*	*8.0*	*9.0*	*10.0*
1	0.500	0.425	0.350	0.300	0.250	0.225	0.200	0.200	0.175
2	0.675	0.575	0.475	0.400	0.350	0.325	0.275	0.250	0.225
3	0.800	0.700	0.600	0.500	0.450	0.425	0.375	0.350	0.300
4	0.875	0.800	0.700	0.600	0.550	0.500	0.450	0.425	0.400

Group	Crops
1	Oignon, poivre, pomme de terre
2	Banane, choux, vigne, pois, tomate
3	blé, Luzerne, haricot, citron, arachide, pomme, tournesol, pastèque
4	Coton, maïs, olive, carthame, sorgho, soja, betterave sucrière, canne à sucre, tabac

Figure 20 : Facteur de tarissement du tournesol