



REPUBLIQUE DU BENIN



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI

ECOLE POLYTECHNIQUE D'ABOMEY-CALAVI

Centre Autonome de Perfectionnement (CAP)

Rapport de fin de formation pour l'obtention du diplôme de la Licence Professionnelle en
Production Végétale

THEME :

**Amélioration du rendement de la culture du maïs (Zea mays L.) par
l'utilisation des plantes fertilisantes : cas de mucuna dans la Commune de
Kalalé au Nord du Bénin**



Réalisé par :

GANZO Dieu-Donné Togbédji

Superviseur

Dr. Azocli David

Maître-Assistant des Universités (CAMES)

Enseignant chercheur à l'EPAC/UAC

Maître de Stage

Ing. OGOUGBE Aristide ORITCHA

Chef cellule Communale ATDA/Kalalé

Année académique 2023-2024

DEDICACE

A

Mon père GANZO Augustin pour toutes les peines et souffrances consenties.

Ma mère VODOUMBO Jeanne pour toutes les peines et souffrances consenties pour moi, et surtout ses conseils très instructifs et éducateurs.

Mon oncle VODOUMBO A. Daniel qu'il trouve à travers ce travail une partie du fruit des inestimables sacrifices consentis pour ma formation.

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce modeste travail de recherche a été effective grâce à l'encouragement, la contribution, le soutien spirituel, matériel et financier de plusieurs personnes que nous tenons à remercier ici. Nous exprimons toutes nos gracieuses reconnaissances à :

- ❖ Professeur ALITONOU Guy, Directeur de l'Ecole Polytechnique d'Abomey- Calavi (EPAC) ;
- ❖ Professeur TCHOBO Fidèle Chef du Centre Autonome de Perfectionnement pour la bonne coordination de ce programme de License Professionnelle ;
- ❖ Notre superviseur Dr David AZOCLI, pour avoir accepté de suivre notre travail de recherche malgré ses innombrables occupations. Ses encouragements et incitations au travail bien fait et ses nombreux apports scientifiques nous ont été d'une grande utilité pour la réalisation du présent travail ;
- ❖ Tous les enseignants impliqués dans ce programme de formation ;
- ❖ Tout le personnel du Centre Autonome de Perfectionnement ;
- ❖ A toute notre promotion en particulier les camarades de la production végétale : Emile, Rockard, Rémi, Kabirou, Alidou, Alphonse et au feu Teko Barthélemy que son âme repose en paix
- ❖ BAGODOU Alidou et MATCHOU Issa tous deux, producteurs de maïs à Dunkassa
- ❖ GNEL GAMADJE pour leurs soutiens durant les travaux de terrain
- ❖ Nos chers sœurs et frères GANZO Rodrigue, Bonaventure, Alida pour leur soutien moral et financier, que la fraternité soit !
- ❖ Ma femme DEGBESSOUN G. F Armelle et ma fille Lindsey, pour l'amour qu'ils m'ont toujours manifesté ;
- ❖ BONI Sakinathe infiniment merci pour tes soutiens de tous les temps.
- ❖ A mon très cher doyen GOUTHON L.Florent pour tous les conseils et encouragements morales et financiers.
- ❖ DOUAKOUA Sembieni pour son accompagnement.
- ❖ Tous mes amis qui n'ont cessé de m'encourager ;
- ❖ Nos illustres membres du jury pour avoir accepté apprécier la qualité de ce travail malgré leurs multiples occupations.

TABLE DES MATIERES

TITRES	PAGES
DEDICACE.....	II
REMERCIEMENTS	III
TABLE DES MATIERES	IV
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	VI
LISTE DES FIGURES.....	VII
LISTE DES TABLEAUX.....	VII
RESUME.....	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I.....	3
1. GENERALITES.....	3
1.1. DEFINITIONS	3
1.2. CLASSIFICATION VEGETALE.....	3
1.3. COMPOSITION EN ELEMENTS NUTRITIFS DU MAÏS	4
1.4. GENERALITES SUR LA PRODUCTION DU MAÏS	4
1.5. PRODUCTION DU MAÏS AU BENIN	8
CHAPITRE II.....	9
2. MILIEU D’ETUDE.....	9
2.1. PRESENTATION DE LA COMMUNE DE KALALE	9
CHAPITRE III	15
3. MATERIEL ET METHODES	15
3.1. MATERIEL.....	15
3.2 METHODES	15
3.2.1. <i>Lieu et période d’étude</i>	15
3.2.2. <i>Interviews semi-structurées</i>	15
3.2.3. <i>Production du Mucuna p.</i>	16

3.2.4. <i>Test de germination</i>	17
3.2.5. <i>Production du maïs sous la couverture végétale du Mucuna p.</i>	18
3.2.6. <i>Brève présentation de la canne planteuse</i>	19
3.2.7. <i>Traitement des données</i>	21
CHAPITRE IV	22
4. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	22
4.1. INFORMATIONS OBTENUES AUPRES DES PRODUCTEURS ECHANTILLONNES	22
4.3. LE TEST DE GERMINATION.....	23
4.4. LES DONNEES OBTENUES SUR LE SITE EXPERIMENTAL	23
4.4.1. <i>Estimation de la biomasse sèche de Mucuna p.</i>	23
4.4.2. <i>Semis du maïs par l'usage de la canne planteuse</i>	24
4.5. EVALUATION DES RENDEMENTS OBTENUS PAR SITE.....	27
CONCLUSION	30
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	31
ANNEXES	I
QUESTIONNAIRE D'ENQUETE	II

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

CAP	: Centre Autonome de Perfectionnement
CARDER	: Centre d'Action Régionale pour le Développement Rural
EPAC	: Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi
FAO	: Food and Agriculture Organization
FUPRO	: Fédération des Unions des Producteurs
INSAE	: Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique
JAS	: Jour Après Semis
MAEP	: Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche
ONASA	: Office National d'Appui à la Sécurité Alimentaire
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
ONS	: Office National de Soutien des Revenus Agricoles
PDC	: Plan de Développement des Communes
PDE	: Projet de Développement de l'Elevage
PE	: Parcelle d'Essai
PIB	: Produit Intérieur Brut
PT	: Parcelle Témoin
ATDA	: Agence territoriale du développement Agricole de Kalalé
SONAPRA	: Société Nationale pour la Promotion Agricole
TSPV	: Technicien Spécialisé en Production Végétale
UAC	: Université d'Abomey-Calavi

LISTE DES FIGURES

Titres	Pages
Figure 1 : Carte géographique de la commune de Kalalé	14
Figure 2 : Schéma explicatif de la pose des carrés sur les PE pour l'évaluation de la biomasse	17
Figure 3 : Schéma explicatif de la pose du carré de densité et rendement sur les PE.....	19
Figure 4 : Maïs semé sous le <i>mulch</i> du <i>Mucuna pruriens</i>	24
Figure 5 : Densité de semis par carré de 25 m ² posé sur PE et PT par site.....	24
Figure 6 : Levée des plants par carré de 25 m ² posé sur PE et PT par site :	25
Figure 7 : Poids bruts de maïs obtenus par carré de 25 m ² posé sur PE et PT par site: Basso, Dunkassa, Gbéssakpérou, Batin.....	26
Figure 8 : Poids nets de maïs séché obtenus par carré de 25 m ² posé sur PE et PT par site ...	26
Figure 9 : Poids de maïs grain obtenus par carré de 25 m ² posé sur PE et PT par site.....	27
Figure 10 : Maïs séché à l'ombre (à gauche le maïs de la PT et à droite celui de la PE)	29

LISTE DES TABLEAUX

Titres	Pages
Tableau I : Classification du maïs et du <i>Mucuna p.</i>	4
Tableau II : Eléments nutritifs contenus dans 100g de maïs.....	4
Tableau III : Synthèse de la production du maïs de 2000 à 2007	8
Tableau IV : Synthèse de la production du maïs de 2008 à 2015	8
Tableau V : Liste des arrondissements et villages de Kalalé	10
Tableau VI : Test de germination du maïs	23
Tableau VII : Estimation de la quantité de biomasse de <i>Mucuna</i> par unité de surface de sol. 23	
Tableau VIII : Estimations des rendements obtenus par site	27

RESUME

Ce travail réalisé dans la commune de Kalalé vise à évaluer l'impact de la technique de semis direct sous couverture végétale de *Mucuna pruriens* (var. *utilis*) sur le rendement de maïs DMR-ESR afin d'amener les producteurs de maïs à l'adoption des pratiques modernes de production agricole.

Il s'agira d'identifier les difficultés liées à la production de maïs et d'apprécier le rendement agricole de maïs dans la commune de Kalalé.

Des interviews semi-structurées directes ont été réalisées auprès de 100 producteurs de maïs sélectionnés au hasard à partir du répertoire des producteurs disponible au service de la production végétale du Secteur Communal pour le Développement Agricole de kalalé. Les données collectées étaient relatives au mode de culture et la perception des aléas climatiques par ces producteurs répartis dans les villages de **Dunkassa, Gbessakpérou, Batin, Basso** où existaient déjà des parcelles de *Mucuna pruriens* en végétation. Ces dernières ont par la suite servi de parcelles de démonstration où des essais de semis direct sous couverture végétale ont été conduits en présence d'une parcelle témoin soumise aux pratiques paysannes. Des carrés de rendement posés sur chacune des parcelles ont permis la collecte des données de productions.

Des enquêtes, il ressort que 80% des producteurs de maïs pratiquent mal ou très peu les bonnes techniques de production du maïs, ne maîtrisent plus les phénomènes climatiques et sont souvent surpris de constater des poches de sécheresse en pleine saison pluvieuse sans que le maïs ne boucle son cycle normal ou que l'inondation vienne s'imposer à des moments imprévus. Ils ne savent non plus les mesures atténuantes qu'il faut prendre pour faire face à ces phénomènes qui ne font que les surprendre à chaque campagne agricole.

Par ailleurs, il résulte des parcelles d'essai que le maïs semé sous couverture végétale donne un rendement moyen de 1440 kg/ha contre 840 kg/ha pour le maïs semé suivant la pratique paysanne. Le semis direct sous couverture végétale avec l'utilisation de la canne planteuse favorise un gain du temps de travail et réduit l'énergie utilisée pour les travaux de labour et de semis.

Mots clés : maïs ; *Mucuna* ; impact ; production ; technique ; rendement.

ABSTRACT

This work carried out in the commune of Kalalé aims to evaluate the impact of the direct seeding technique under vegetation cover of *Mucuna pruriens* (var. Utilis) on the yield of maize DMR-ESR in order to bring producers of maize to the adoption of modern agricultural production practices.

Semi-structured interviews were conducted with 100 maize producers randomly selected from the producer directory available to the crop production department of the kalalé Agricultural Development Community Sector. The data collected relate to the mode of cultivation and the perception of climatic hazards by these producers distributed in the villages of **Dunkassa, Gbéssakpérou, Batin, Basso** where there already existed plots of *Mucuna pruriens* in vegetation. The latter then served as demonstration plots where direct seeding tests under vegetation cover were carried out in the presence of a control plot subjected to peasant practices. Performance squares on each plot allowed the collection of production data. Surveys show that the majority of maize growers do little or no good corn production, no longer control climatic phenomena and are often surprised to find pockets of drought during the rainy season without corn Loop its normal cycle or that the flood comes to impose itself at unforeseen moments. Nor are they aware of the mitigating measures that must be taken to deal with these phenomena, which merely surprise them every agricultural season. On the other hand, it results from the test plots that corn sown under vegetation yields an average yield of 1440 kg / ha compared with 840 kg / ha for peasant practice. Direct seeding under plant cover with the use of the planting cane favors a saving of working time and reduces the energy used for plowing and seeding.

Keywords: maize; *Mucuna*; impact; production; technical; Performance.

INTRODUCTION

L'agriculture est essentielle à la croissance et au développement de l'Afrique Subsaharienne. Elle représente un poids stratégique dans les tissus social et économique du Bénin, en termes de contribution à la sécurité alimentaire, d'emploi, de formation, des revenus et de création des biens et services. Plus de 60% des actifs masculins et 36% des actifs féminins réellement occupés exercent une profession agricole. Ce secteur génère globalement 70% des emplois, procure environ 70 à 80% des recettes d'exportation agricole et participe à hauteur de 15% aux recettes de l'Etat. Il représente 38% du PIB (FAO BENIN, 2012). L'agriculture est donc de loin le plus grand secteur de l'économie dont la majorité des africains dépendent pour leur bien-être et pour leur existence. Pour N'TCHA (2004), le renforcement du secteur agricole est une priorité affirmée dans les plans de développement au Bénin.

Au Bénin, le maïs occupe une place de choix dans l'alimentation des populations. Principal élément composant 43 mets locaux (ONS, 2011), il est la première base alimentaire des béninois qui consomment chacun une moyenne de 69 kg environ de maïs par an (ONS, 2011), soit plus du double de celle du riz qui est de 30 kg (MAEP, 2011). Cela explique le niveau élevé de la production du maïs, principale céréale cultivée qui intervient aussi dans l'alimentation du bétail et donc pour l'élevage. En effet, de 230.000 tonnes au début des années 70, la production nationale du maïs (*Zea mays L.*), a atteint en 2010 plus d'un million de tonnes (1.063.492 tonnes) (ONS, 2011) et une production de 1 419 184 tonnes en 2015 (ONASA, 2015), largement en dessous des 1900000 tonnes prévues et consignées dans le Plan Stratégique de Réforme du Secteur Agricole (FUPRO, 2011).

Les différents diagnostics faits au Bénin signalent une baisse des rendements des cultures et cette situation est attribuée selon les paysans à une baisse de la fertilité des sols dont la dégradation se manifeste par l'épuisement des éléments nutritifs qu'ils contiennent. Les paquets technologiques vulgarisés jusque-là ont montré leurs limites par la non prise en compte systématique des notions de restauration des terres, surtout pour une vieille culture comme le maïs. Les techniques culturales sont encore pour la plupart à l'étape rudimentaire, justifiant les rendements de maïs peu élevés surtout dans le Zou, le département qui a enregistré le plus faible rendement de maïs 945 kg/ha en 2015 (INSAE, 2015).

Aussi, l'absence de renforcement des mesures d'adaptation et d'atténuation aux effets néfastes des changements climatiques, afin d'améliorer les niveaux de vie des producteurs ne

constitue-t-elle pas des contraintes qu'il faut lever au regard des constats peu reluisants faits en matière de sécurité alimentaire ?

Face à ces constats, l'initiation et la conduite du présent travail de recherche intitulé « *Impact de Semis direct sous Couverture Végétale de Mucuna pruriens va. Utilis sur le rendement de maïs DMR-ESR dans la commune de kalalé* » s'avèrent nécessaires et indispensables.

De façon globale, cette étude vise à évaluer le rendement du maïs par l'usage des pratiques de production avec la technique de semis direct sous couverture végétale. Spécifiquement, il s'agit d'identifier les difficultés liées à la production de maïs dans la Commune de Kalalé et d'apprécier le rendement agricole de la production de maïs.

Chapitre I

1. Généralités

1.1. Définitions

Quatre concepts méritent d'être clarifiés dans le présent document : Impact ; Production, Technique et rendement.

L'impact est selon le dictionnaire Larousse, l'effet produit par quelque chose. Ici, il s'agit de l'ensemble des effets produits sur la culture du maïs par la technique utilisée pour sa production. Dans le cadre de cette étude, la technique utilisée est le semis direct du maïs sous couverture végétale de *Mucuna pruriens*.

La production est selon le dictionnaire Larousse, l'action de produire, de fournir certains biens ou services, de porter, de rapporter, de donner du profit. Sur le plan agricole, elle englobe toutes les opérations relatives à la mise en terre des semences jusqu'à la récolte. Se rapportant à cette étude, c'est donc l'ensemble des processus opérationnels à partir du semis du maïs jusqu'à sa récolte.

La technique est l'ensemble des actions ou stratégies mises en œuvre pour l'atteinte d'un objectif visé. Dans ce cas précis, elle est l'ensemble des opérations et moyens utilisés pour améliorer le rendement du maïs par la pratique du semis sous couvert végétal du *Mucuna pruriens*.

Le rendement selon le dictionnaire Larousse, c'est l'efficacité de quelqu'un dans le travail. Sur le plan agronomique, on appelle habituellement rendement, la quantité de produit récolté sur une surface cultivée donnée. Il est souvent exprimé en kilogramme par hectare (kg/ha) pour les grains, ou en tonnes par hectare (t/ha) pour les produits riches en eau (racines et tubercules, fruits...). Dans le cas précis, c'est le résultat obtenu du quotient de la quantité du maïs obtenu sur la superficie prise en considération par l'essai et rapporté à l'hectare. Il s'est exprimé en kg/ha

1.2. Classification végétale

Le maïs et le *Mucuna p.* sont des végétaux dont les classifications sont relatées dans le tableau I suivant :

Tableau I : Classification du maïs et du *Mucuna p.*

Classification	Maïs	<i>Mucuna</i>
Règne	Plantae	Plantae
Classe	Equisetopsida	Magnoliopsida
Ordre	Poales	Fabales
Famille	Poaceae	Fabaceae
Genre	<i>Zea</i>	<i>Mucuna</i>
Espèce	<i>Zea mays L.</i>	<i>Mucuna pruriens</i>

1.3. Composition en éléments nutritifs du maïs

La composition nutritive du maïs est présentée dans le tableau II.

Tableau II : Eléments nutritifs contenus dans 100g de maïs

Eléments nutritifs	Quantité
Calories	365,0g
Lipides	5,0g
Sodium	0,035g
Potassium	0,287g
Glucides	74,0g
Protéines	9,4g
Vitamine B6	0,0006g
Calcium	0,007g
Fer	0,0027g
Magnésium	0,127g

Source : FAO 1993

1.4. Généralités sur la production du maïs

1.4.1 Description de l'espèce

Le maïs (*Zea mays L.*) appartient au règne végétal, à la classe des monocotylédones, sous classe des Commelinidae, à l'ordre des Poales, à la famille des Poaceae, à la sous-famille des Panicoidées, au genre *Zea* et à l'espèce *Zea mays*. C'est une plante qui ne peut se multiplier à l'état naturel sans l'intervention de l'homme c'est ce qui expliquerait son absence à l'état sauvage (Dore et Varoquaux, 2006).

1.4.1.1 Tige

La tige du maïs est unique et est formée de plusieurs entrenœuds d'une vingtaine de centimètre, séparés par des nœuds. Au niveau de chaque nœud, de manière opposée, s'insèrent les feuilles à limbes allongées et à nervures parallèles (Anzala, 2006). A la différence des autres graminées, le maïs ne talle pas en général, tout fois quelque rare variétés talles et donne très rarement des épis. Les entre-nœuds de la base sont les plus courts. La tige mesure 2,5 à 3,5 m de haut et 5 à 6 cm de diamètre et est remplie d'une moelle sucrée. La coloration de la tige varie d'une variété à une autre. Elle est en général verte ou rougeâtre (Tidjani, 2010).

1.4.1.2 Racines

Elles sont du type fasciculé et peuvent atteindre 170 cm de profondeur. Des racines adventives aériennes se forment sur les nœuds de la base de la tige. Les variétés hybrides ont un système racinaire plus développé que celui des variétés locales jusque-là cultivées au Bénin (Tidjani, 2010).

1.4.1.3 Feuilles

Elles s'attachent à la tige au niveau des nœuds. Elles sont formées d'une gaine et d'un limbe plat et très large. Entre le limbe et la gaine, on distingue une petite ligule. Elles ont 50 à 80 cm de long et 5 à 10 cm de large. Les nervures sont parallèles. Les feuilles sont alternées et opposées. On en rencontre 10 à 15 cm suivant les variétés (Hubert, 1978).

1.4.1.4 Inflorescences

Il existe une inflorescence mâle et des inflorescences femelles séparées sur un même pied. L'inflorescence mâle est une panicule terminale composée d'épillets contenant chacun 2 fleurs mâles. Ces épillets sont groupés par deux : l'un est sessile tandis que l'autre est muni d'un pédicelle de 6 mm de long environ. Chacun de ces épillets contient deux fleurs mâles qui sont enfermées dans les deux glumes. Les inflorescences femelles sont au nombre de 1 à 4 par pied. Elles sont situées à l'aiselle des feuilles du milieu de la tige. Ce sont des épis enveloppés dans des feuilles rudimentaires appelées "spathes". Chaque épi est constitué par un "rafle" sur lequel sont insérés en rangées verticales des centaines d'épillets. Ils comportent chacun deux fleurs femelles dont une seule est fertile. Au moment de la fécondation, les styles des fleurs sortent à l'extrémité des épis sous forme de soies vertes, rosées ou violacées, suivant les variétés (Hubert, 1978).

1.4.1.5 Fleurs

Les fleurs mâles sont composées de deux glumelles entourant un ovaire rudimentaire et de trois étamines. Les fleurs femelles possèdent chacune un ovaire à un ovule, surmonté d'un style très long (20 cm) terminé par un stigmate bipide. Les glumelles entourant ces fleurs femelles sont rudimentaires et réduites à l'état de bractées. Les fleurs mâles fleurissent avant les fleurs femelles. La fécondation est donc croisée (Rouanet, 1984).

1.4.1.6 Fruits

C'est un caryopse. Les grains sont disposés en rangées verticales de 8 à 20 rangées (selon les variétés) le long de la rafle de l'épi. Les grains sont très variables avec les variétés quant à leur forme (globulaire, ovoïde, prismatique, etc.), à leur couleur (blanc, jaune roux, doré, violet, noir) à leur taille (grosse, moyenne, très petits), à leur aspect (lisse ou ride, corné ou denté, etc.), à leur texture (vitreuse ou farineuse ou plus ou moins colorée, etc.). Tous les grains d'un même épi n'ont pas la même forme. Les bons grains pour le choix des semences sont au milieu de l'épi, les petits aux extrémités. Chaque grain est composé d'une enveloppe, d'un albumen, d'un cotylédon et d'un embryon. Nous comptons 500 à 1000 grains par épi et un épi pèse en moyenne 150g (Hubert, 1978).

1.4.2 Ecologie et phases végétatives du maïs

1.4.2.1 Ecologie du maïs

- Besoins en chaleur : la germination à 10 °C, minimum. Au cours de sa végétation, le maïs a besoin d'une température optimum de 19 °C.
- Besoin en eau : il faut une moyenne mensuelle de 100 mm d'eau durant toute la période de sa végétation, le maïs étant une plante exigeante en eau, surtout en phase de germination, croissance, floraison, fécondation et grossissement des grains. Mais la période la plus critique pour l'eau s'étend sur les 15 jours qui précèdent et les 15 jours qui suivent l'apparition des inflorescences mâles.
- Besoin en lumière : le maïs demande une forte insolation.
- Besoin en altitude : le maïs pousse aussi bien en bordure de la mer que sur les hauts-plateaux lorsque les conditions écologiques précédentes sont satisfaisantes. Néanmoins, il ne peut pas dépasser 1800 m d'altitude.
- Besoin en sol : le maïs étant une plante exigeante, les meilleurs sols sont :
 - ✓ Profonds, meubles, frais, assez légers, fertiles, humifères pour éviter les risques de tassement et d'engorgement permanent en eau asphyxiant les racines ;

- ✓ Surtout sols alluvionnaires ou issus d'un volcanisme récent qui contiennent des éléments minéraux et de la matière organique ;
- ✓ Sols de pente < 12% pour éviter les risques d'érosion ;
- ✓ Sols pas trop acides, $P^H < 5$ (Beliard et Fraleigh, 1987).

1.4.2.2 Phases végétatives du maïs

- **Phases de germination**

La germination marque le passage de la vie ralentie (dormance) à la vie active. Lorsque les semences sont placées dans un milieu humide et chaud, leur activité physiologique redémarre. Le grain gonfle sous l'influence de l'humidité. Deux à trois jours après le semis, apparaît la radicule. Trois à quatre jours après le semis, apparaît la tigelle (Tidjani, 2010).

- **Phases de levée**

La levée doit être en général entre 8 à 10 jours après le semis. Une parcelle de maïs est levée lorsque la coléoptile de 50% des plantes est visible.

- **Phase de croissance**

C'est la phase de croissance de l'ensemble de l'appareil végétatif et des racines. Elle s'étend de la levée à l'apparition des inflorescences mâles. Ce stade dure plus ou moins longtemps suivant les variétés (25 à 40 jours), la température ambiante et l'état d'humidité du sol.

- **Phase de floraison, formation et maturation des grains**

Dès que la croissance est terminée, l'inflorescence mâle apparaît, soit 60 à 80 jours après le semis (photo 6, annexe). Quelques jours après, les inflorescences femelles sont prêtes pour la fécondation, soit 5 à 8 jours après l'apparition des inflorescences mâles. La fécondation a lieu une dizaine de jours après l'apparition des inflorescences mâles. Les organes reproducteurs se dessèchent, les inflorescences mâles prennent une teinte grisâtre tandis que les soies des épis femelles sèchent et noircissent. Dans le même temps le grain formé grossit par accumulation de produits issus de la photosynthèse.

- **Phase de mûrissement des grains et sénescence des feuilles**

Le grain sera mûr lorsqu'il ne peut plus être rayé par l'ongle (photo 2, annexe). Le grain a une humidité inférieure à 35%. Les spathes de l'épi jaunissent, puis c'est le tour de la plante. Elle dure une quinzaine de jour (Tidjani, 2010).

1.5. Production du maïs au Bénin

L'agriculture au Bénin : l'agriculture, première source de richesse du Bénin, constitue le secteur le plus important de l'économie béninoise. Elle englobe généralement la production des cultures de rente (palmier à huile, cocotier, anacardier, karité, coton, etc.) et des cultures vivrières (maïs, igname, manioc, arachide, niébé, sorgho, riz, etc.)

La production du maïs au Bénin : Le maïs est une culture qui joue un rôle important dans l'économie du pays. Il est produit dans toutes les régions du Bénin et fait l'objet d'importantes transactions internes et externes. Sa production annuelle est de 1 419 184 tonnes en 2015 (ONASA, 2015). Les tableaux III et IV suivants présentent la synthèse de la production du maïs de 2000 à 2015

Tableau III : Synthèse de la production du maïs de 2000 à 2007

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Production (tonne)	702862	686936	784850	786131	851946	840953	841915	760683

Tableau IV : Synthèse de la production du maïs de 2008 à 2015

Année	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Production (tonne)	998892	1075823	1170605	1036757	1266281	1327692	1334277	1419184

Source : ONASA, 2015

Les techniques culturales du maïs : c'est l'ensemble des actions mises en œuvre pour obtenir le maïs prêt à être consommé suivant des étapes clés bien définies à savoir le nettoyage du terrain, le labour si nécessaire, le semis, le sarclage, la fumure de fond, le sarclo-buttage, la fumure d'entretien, la récolte puis la conservation des grains de maïs récoltés.

Généralement au Bénin, les producteurs adoptent pour la production du maïs, les techniques culturales suivantes : le nettoyage du terrain (fauchage et brulage des herbes fauchées dans le champ), le labour en billon avec la daba, le semis manuel des graines de maïs, le sarclage, la fumure minérale ou non, la récolte puis la conservation ou la vente des grains de maïs récoltés.

Chapitre II

2. Milieu d'étude

2.1. Présentation de la commune de Kalalé

La commune de Kalalé est située dans le département du Borgou, elle s'étend entre la latitude 10°17'43" et 10°29'01" Nord, la longitude 3°22'54" et 3°38'17" Est et à 397 m d'altitude. (INSAE, 2002). Située plus précisément dans la partie Nord-est du Département du Borgou elle est limitée au Nord par la Commune de Segbana (Département de l'Alibori), au Sud par celle de Nikki, à l'Est par la République Fédérale du Nigeria et à l'Ouest par les Communes de Bembèrèkè et de Gogounou. Elle s'étend sur une superficie de 3 586 km² représentant 13,87% de la superficie du département et 3,18% de la superficie nationale du Bénin. Les terres de protection, correspondant à l'aire de la Forêt classée des Trois Rivières, occupent une grande partie de la superficie totale. La Commune compte quarante-quatre (44) villages administratifs répartis sur six arrondissements que sont : Basso, Bouka, Dérassi, Dunkassa, Kalalé et Péonga (voir tableau 1). Le Conseil Communal de Kalalé compte 25 conseillers. La Commune a à sa tête un maire élu au sein des conseillers et 6 chefs d'arrondissements. La Commune de Kalalé présente un relief peu accidenté formé de quelques élévations de collines avec des escarpements à l'ouest de la RNI6 entre Dérassi et Kalalé et les collines de Kidaroukpérou, Bouca et Basso. Les principaux cours d'eau qui traversent la Commune sont l'Oli au sud, la Sota au nord et le Tassin et le Wena à l'ouest. La plupart tarissent en saison sèche à l'exception de la Sota. Le réseau des eaux souterraines n'est pas encore maîtrisé ; la plupart des nappes aquifères se trouvent sous le socle cristallin ce qui rend difficile la construction des puits. Certains tarissent en saison sèche. (Rapport diagnostique de la commune de Kalalé ; 2020).

Tableau V : Liste des arrondissements et villages de Kalalé

Arrondissement	Villages	Total
BASSO	Banagbasson; Banèzi; Basso; Basso-Peulh; Gawezi; Gbèkona; Gorogao; Nèganzi ; Nèganzi-Peulh	09
DERASSI	Alafiarou II; Dèrassi; Guiri-Gando; Guiri-Peulh; Kaka-tènin; Mareguita; Matchorè; Ganourè-Hèrè; Gnel-Kèlè; Toukarè; Wonko;	11
DUNKASSA	Alafiarou; Gbèssakperou; Dangorou; Djèga I; Dunkassa; Dunkassa-Peulh; Krikoubé; Ouénagourou; Batin; Dadi; Djilidjalarè; Gnel-Gamadjè; Gorobani	13
BOUCA	Bouka; Bouka-Gando; Bouka-Peulh; Gbassi; Gbérougbassi; Gbèssassi-Bouca; Gnel-Boukatou; Kourel; Sérégourou; Ada-Kpané; Bessassi-Bouca; Bouraourè; Gando-Gourou; Kaala; Karèl;	15
KALALE	Bèssassi; Bèssassi-Gando; Bèssassi-Béa; Danganzi; Djèga II; Goudema; Kalalé Centre ; Kalalé-Peulh; Kalalé-Sessouan; Kalalé-Zina; Kidaroukpérou; Lou; Nassikonzi; Sebana; Wobadjè; Yolla; Zambara	17
PEONGA	Angaradébou; Bagaria; Boa; Boa Gando Centre; Gando-Baka; Péonga; Gbéí; Gnel- Djobo; Gnel - Yakan; Gossodji; Korodji	11

Source : Mairie de Kalalé (Francis k. , 2016)

2.1.1. Infrastructures

La commune de Kalalé n'abrite aucune industrie mais dispose d'un important réseau de marchés (10 marchés) dont l'aménagement est encore d'un faible niveau. Ils offrent aujourd'hui plus de 38 boutiques, 69 grands hangars, des appâtâmes pour plus de 4200 places et disposent de 7 abattoirs/boucheries. Elle dispose de deux gares routières fonctionnelles dont l'une au chef-lieu de la commune, est partiellement aménagée et l'autre dans l'arrondissement

de Bouka, n'est pas aménagé. Le réseau routier est pauvre et fait essentiellement de routes communales et départementales. (Rapport diagnostique de la commune de Kalalé ; 2020).

2.1.2. Sol

La commune de Kalalé, située au nord du Bénin, présente une diversité de sols influencée par son climat soudano-guinéen et son relief.

Types de sols :

- Sols ferrugineux tropicaux lessivés : Ces sols sont dominants dans la région. Ils sont généralement profonds, bien drainés et caractérisés par une forte teneur en fer. Leur fertilité est moyenne, ce qui les rend adaptés à diverses cultures agricoles.

- Sols ferralitiques : Présents dans certaines zones, ces sols sont riches en fer et en aluminium, résultant d'une altération intense des roches mères. Ils sont souvent acides et peuvent nécessiter des amendements pour améliorer leur fertilité.

- Sols sablo-argileux et granito-gneissiques : Ces sols, issus de l'altération de roches comme le granite et le gneiss, sont présents dans des zones spécifiques de la commune. Ils varient en texture et en profondeur, influençant leur capacité à retenir l'eau et les nutriments.

- Sols sableux : Bien que moins répandus, ces sols se trouvent dans certaines parties de la commune. Ils sont généralement bien drainés mais peuvent être pauvres en nutriments, nécessitant des apports organiques pour améliorer leur fertilité.

Caractéristiques générales :

- Texture : Les sols de Kalalé présentent une texture variée, allant du sableux à l'argileux, ce qui influence leur capacité de rétention d'eau et leur fertilité.

- Fertilité : La fertilité des sols est généralement moyenne, avec des variations selon les types de sols. Les sols ferrugineux tropicaux lessivés sont considérés comme ayant une fertilité moyenne, adaptée à diverses cultures agricoles. [OBJ]

- Acidité : Certains sols, notamment les ferralitiques, peuvent être acides, nécessitant des ajustements pour optimiser les conditions de culture.

- Drainage : Les sols sont généralement bien drainés, ce qui est favorable à la culture de nombreuses espèces végétales.

Ces caractéristiques influencent les pratiques agricoles locales, nécessitant parfois des ajustements pour optimiser la production

2.1.3. Climat

Le climat est de type soudano- sahélien et est caractérisé par deux saisons dans l'année : une saison pluvieuse d'avril à octobre et une saison sèche de novembre à mars. Le régime des vents est caractérisé par le mouvement alternatif de l'harmattan qui souffle pendant la saison sèche et de la mousson, vent humide, qui souffle pendant la saison des pluies. Il faut ajouter à ces deux types, des vents forts et violents de tornade observés au début et vers la fin des saisons de pluies et qui occasionnent beaucoup de dégâts. (Rapport diagnostique de la commune de Kalalé ; 2020).

2.1.4. Végétation

La végétation est composée de savanes boisées, arborées et arbustives et on y rencontre des forêts claires par endroit. L'action de l'homme a provoqué de profonds bouleversements, faisant naître une végétation « humanisée » caractérisée par la disparition de nombreux ligneux et de ressources fauniques. Les savanes arborées et arbustives saxicoles sont des formations végétales qui occupent essentiellement les affleurements rocheux, aux sols peu évolués, graveleux et peu profonds. On note la présence des arbustes aux troncs minces à frondaison lâche et quelques arbres. Mission de décentralisation, (2006).

2.1.5. Production agricole

A l'instar de la plupart des communes des zones rurales du Bénin et particulièrement des communes du Borgou, l'économie de la commune de Kalalé est dominée par l'agriculture qui emploie l'essentiel de la population active. Une autre partie importante de celle-ci est employée dans l'artisanat et le commerce. A Kalalé, la production végétale est dominée par l'igname, le coton, le maïs et le sorgho. Le coton a connu une ascension remarquable entre les campagnes de 2000, 2004 passant de 16.010 tonnes à 31.050 tonnes avant de chuter brutalement à 3.150 tonnes en 2005-2006. Dans le Borgou, la commune de Kalalé occupe le premier rang dans l'élevage des bovins, des petits ruminants et de la volaille. Elle abrite de ce fait l'un des plus importants marchés à bétail des Départements du Borgou-Alibori. Les activités productives hors agriculture recensées en 2006 dans Kalalé sont largement dominées par l'artisanat alimentaire et la transformation des produits agricoles, soit 46%. Viennent en

seconde position les activités liées aux métiers du textile (filature, tissage, couture, broderie, décoration sur tissus). L'hôtellerie, la restauration sont très peu développées. (Rapport diagnostique de la commune de Kalalé ; 2020).

2.1.6. Élevage et pêche

Le secteur de l'élevage, occupe une place importante dans l'économie de la commune. Les résultats du recensement récent des animaux donnent des chiffres reluisants pour la commune. Les différentes espèces les plus importantes sont : Bovine, Ovine, Caprine et Volaille. La pêche est très peu développée voir inexistante dans la commune en raison du tarissement précoce des cours d'eau, leur rareté et leur pollution et aussi du fait du manque des techniciens en la matière. (Francis K. ; 2016)

2.1.7. Artisanat et tourisme

L'artisanat est une activité secondaire qui génère tout de même des revenus non moins importants à certains artisans comme : les forgerons, les soudeurs, les cordonniers, les potiers, les bijoutiers et les couturiers. Aussi le secteur tourisme n'est pas du tout développé dans la commune. Pourtant les caïmans de la rivière de Bessassi et de la forêt classée des trois rivières et autres constituent des atouts qui ne sont pas malheureusement exploités à cause de l'accès difficile de la commune. Quant au transport, il est à l'étape embryonnaire en raison de l'inexistence d'infrastructures routières adéquates. (Francis K. ; 2016)

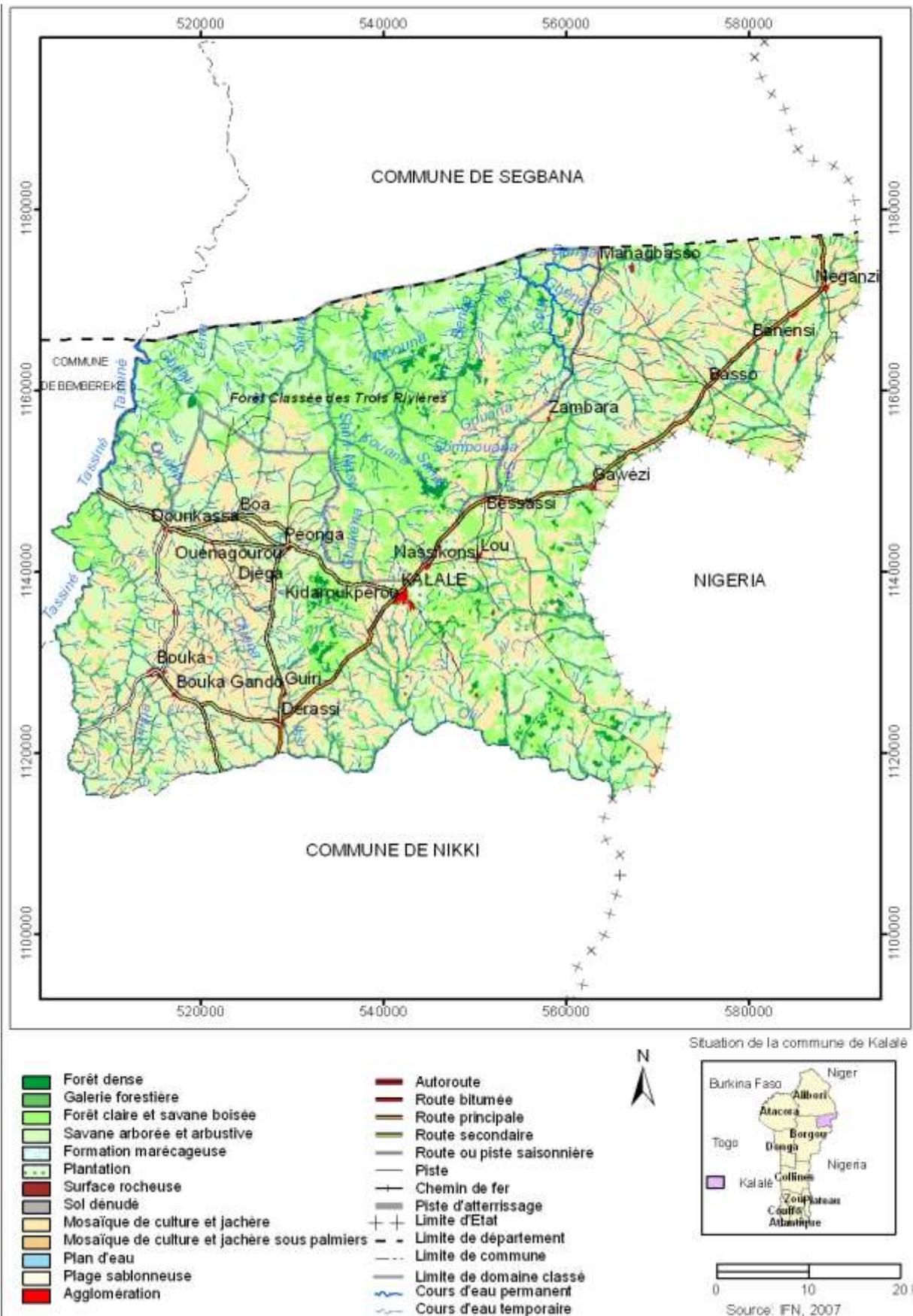


Figure 1 : Carte géographique de la commune de Kalalé

Chapitre III

3. Matériel et méthodes

3.1. Matériel

Les intrants utilisés dans le cadre de cette étude sont :

- Semence de maïs variété DMR-ESR,
- Semence de *Mucuna pruriens* variété *utilis*, produit à BASSO et mise en place par la cellule de l'Agence territoriale de développement agricole de Kalalé, Engrais minéraux que sont l'UREE (46%N) et NPKSBZn (13-17-17-6-05-1.5),
- Herbicides Killer 480 SL dont la matière active est le Glyphosate (480g/l).

Les équipements utilisés dans le cadre de ce travail sont les suivants :

- Houe, machette, daba, appareil de traitement (de marque cosmos) à dos et à pression maintenue, paires de botte, peson, canne planteuse et GPS (Garmin 62S).

Pour les interviews semi-structurées et autres activités de collecte de données, des fiches préconçues ont été utilisées (annexes).

3.2 Méthodes

3.2.1. Lieu et période d'étude

La présente étude est conduite d'avril à octobre 2024 dans la commune de Kalalé. Quatre (04) sites répartis dans quatre (04) villages (Dunkassa, Gbessakperou, Batin, Basso) ont abrité des unités d'essais composées chacune d'une parcelle d'essai (PE) et d'une parcelle témoin (PT) ayant chacune une dimension de 40 m sur 10 m soit 400 m². Chaque unité d'essai est abritée par un producteur choisi selon son caractère de disponibilité et d'ouverture aux innovations agricoles.

3.2.2. Interviews semi-structurées

Dans le cadre de cette étude, des données techniques ont été collectées à l'aide des guides qui sont des fiches préconçues. Une fois réalisée sous la supervision du Technicien Spécialisé en Production Végétale (TS maïs) de la commune de Kalalé, ces fiches ont fait objet d'une validation par le superviseur de ce travail avant leur utilisation sur le terrain. A partir du répertoire des producteurs disponible à l'ATDA Kalalé et avec l'aide des agents d'encadrement agricoles, un échantillon de 100 producteurs de maïs a été choisi au hasard et réparti dans les villages de Dunkassa, Gbessakperou, Batin, Basso. Ces villages ont été choisis car ayant abrité les unités d'essai. La stratégie de face à face a été utilisée pour administrer les

questionnaires semi-ouverts aux producteurs cibles de l'enquête qui a duré d'avril à octobre à 2024. Les données collectées sont relatives :

- aux techniques de production du maïs ;
- à la pluviométrie mensuelle sur 5 ans dans la commune de Kalalé ;
- à la perception des producteurs sur les changements climatiques observés ;

Par ailleurs, d'autres données relatives aux poids de la culture du maïs dans la production agricole, les contraintes liées à la production du maïs et les avantages liés à la production du maïs sous couvert végétal de *Mucuna pruriens* (variété utilis) ont été collectées à l'aide de la documentation disponible à la bibliothèque de l'EPAC, dans les archives de la cellule de l'ATDA Kalalé et aussi l'internet.

3.2.3. Production du *Mucuna p.*

Le *Mucuna p.* était en association avec le maïs, il était installé 45 jours après le semis du maïs sur les PE courant la saison pluvieuse de la campagne 2022-2023. Les différentes opérations liées à son installation sont présentées comme suit :

- Délimitation d'une parcelle de 400 m² sur chacune des quatre (04) sites.
- **La préparation du sol** : il a juste été question de faucher les parcelles délimitées et de les débarrasser des mauvaises herbes. Un labour en billon de 80 cm x 60 cm perpendiculaire à la pente a été réalisé pour le semis du maïs.
- **Le semis** : 1,4 kg de semence de *Mucuna* sont utilisés pour emblaver chaque parcelle d'essai de 400 m². Il est intervenu vers la fin du mois de mai (45 jours après le semis du maïs) dans les interlignes à 1 graine par poquet, avec un écartement de 0,40 m x 0,80 m et une profondeur de semis de 2 à 3 cm.
- **L'entretien** : le *Mucuna* est une plante herbacée qui envahit très vite le sol. Un seul sarclage a été réalisé après la récolte du maïs dont les pieds ont été enlevés. Aucune fertilisation ni traitement phytosanitaire n'a été appliqué.
- **La fauche des fanes** : elle est faite lorsque les plantes sont encore à l'état vert. Pour avoir un mulch avant le semis direct avec la canne planteuse sur les PE, il a été simplement question de faucher les plants de *Mucuna p.* en végétation et de les laisser étalés sur place pour leur assèchement et décomposition progressive.
- Par chacune des PE, sont posés cinq (05) carrés de 25m² chacun. La biomasse sèche disponible y est récoltée puis pesée afin d'évaluer l'apport en matière organique au sol.

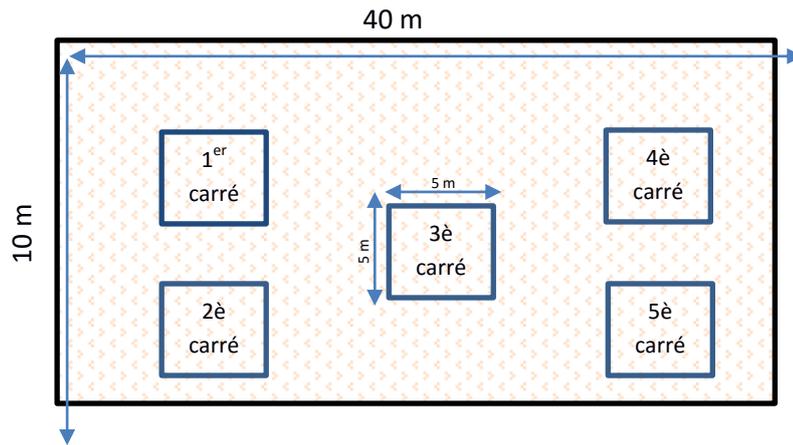


Figure 2 : Schéma explicatif de la pose des carrés sur les PE pour l'évaluation de la biomasse



Photo I : Mucuna sur la parcelle d'Essai à Basso

Source : Ganzo, 2024). Enquête de terrain

3.2.4. Test de germination

Une fois acquises, la semence de maïs est soumise à un test de germination afin d'évaluer le taux de germination ainsi que le pouvoir germinatif. La méthodologie a été de disposer du sable fin de rigole bien arrosé dans un germoir puis y disposer les graines de maïs (échantillon de 100 graines prélevées) indemnes de toutes attaques et pourritures en les enfonçant suivant une profondeur de semis adaptée en fonction du diamètre (entre 2 à 3 fois le diamètre de la graine) et les recouvrir d'une légère couche de sable en l'arrosant au quotidien. Les informations telles que date et variétés de maïs sont marquées sur le bac de germination. Les plantules levées sont dénombrées du 1^{er} au 6^{ème} jour après installation du test. De façon séparée, il a été dénombré :

- Les graines germées et normales (représentent le taux de germination).

- Les graines germées et anormales (pas de racine, racine atrophiée sans poils absorbants), plantules malades...
- Les graines non germées.

3.2.5. Production du maïs sous la couverture végétale du *Mucuna p.*

Les opérations effectuées pour la production du maïs sont les suivantes :

- **Préparation du sol** : sur les PE, la végétation du *Mucuna p.* est fauchée et étalée pour un assèchement progressif sous le soleil. Les PT sont nettoyés puis labourées en billon suivant les pratiques paysannes.
- **Semis** : A l'aide d'une canne planteuse (figure) le maïs est semé sous couvert végétal du *Mucuna p.* sur les PE avec l'écartement de 80 cm x 40 cm. Ce même écartement est respecté sur les parcelles témoin où le maïs est semé sur les billons.
- **Entretiens** : Un sarclage est effectué sur les PE (45^{ème} jour après semis (JAS)) contre deux sur les PT (15 et 45^{ème} JAS)
- **Fumure** : La fumure de fond (NPK) est appliquée le 15^{ème} JAS sur toutes les parcelles après le sarclage à la dose de 150 kg/ha soit 06 kg par parcelle de 400 m². La fumure d'entretien (Urée) est apportée le 45^{ème} JAS juste après le sarclage à la dose de 100 kg/ha soit 04 kg par parcelle de 400 m².
- **Récolte** : elle intervient à la maturité complète des épis de maïs
- **Carrés de densité et de rendement** : Des carrés de densité et de rendement de 25 m² sont posés pour l'évaluation de la densité et du rendement. Les carrés sont posés aussi bien sur les parcelles essais que celles témoins. Chaque parcelle a donc abrité un (01) carré de rendement. En effet, la densité est estimée avec le dénombrement des pieds de maïs présents dans chaque carré. A la récolte de ces carrés, le maïs est séché puis égrené. Le poids des graines obtenues a permis de faire une estimation du rendement par extrapolation de la masse de graine correspondante à l'hectare.

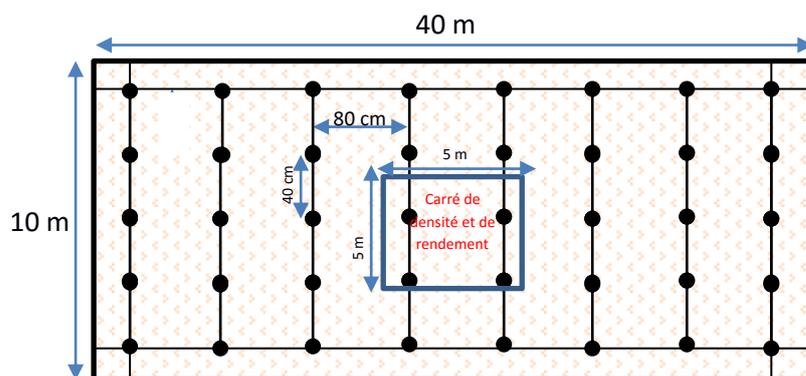


Figure 3 : Schéma explicatif de la pose du carré de densité et rendement sur les PE

Par ailleurs, d'autres données collectées sur les parcelles d'essais sont relatives à la physiologie de tous les plants des 8 carrés de densité posés : hauteur, diamètre, poids et taille de chaque épi à la récolte (poids bruts récoltés ; poids pesés après séchage ; poids pesés après égrenage)

Sur les parcelles témoins, les producteurs ont appliqué leurs pratiques quotidiennes pendant que le cordeau gradué est utilisé pour le semis en ligne à écartement de 80cm x 40cm avec la canne planteuse (cf. figure 6). Systématiquement sur les PE, le démariage à deux plants par poquet a lieu deux semaines environ après le semis de chaque parcelle.

3.2.6. Brève présentation de la canne planteuse

La canne planteuse est un outil très indispensable aux agriculteurs. Elle est mécanique à motricité humaine. L'on peut s'en servir pour faire le semis direct de diverses graines céréalières notamment le maïs, le haricot, l'arachide, le soja, le coton délité, le gombo, le riz, le sorgho, etc... et enfouir simultanément l'engrais (NPK, etc...) d'où sa polyvalence. Il peut effectuer des semis sur des hectares en un temps record et dispose d'une autonomie de fonctionnement sur tous terrains d'exploitation du secteur rural en matière de creusage, la sélection des graines en nombre désiré, la mise en terre et la fermeture du trou réalisé. Physiquement, le semoir (manuel) a l'aspect d'un fusil de chasse (nom donné par les paysans). Les différents éléments entrant dans sa fabrication sont : l'aluminium, le fer, le plexiglas, le ressort et les accessoires. De façon technique, la canne planteuse pèse 9,75 kg, son poids à vide est de 3,75 kg et sa capacité (contenance du réservoir) est de 6 kg. Elle a 130 cm de hauteur, 47 cm de longueur et 10 cm de largeur. Le temps de dépréciation du matériel est de 6 ans et la durée de travail par hectare de semence est de 3 jours pour 8 heures de travail par jour. La canne planteuse est à usage individuelle. Son mode d'utilisation est très simple, l'utilisateur place d'abord le toboggan qui comporte des entailles, guide la plaque de sélection adaptée selon le type de semence par poquet puis place au bout du bec, la tige inter-

poquet réglable selon le type de semence. Le sac réservoir est fixé au mécanisme principal par des tuyaux de liaison et une fois rempli des graines et de l'engrais dans chaque orifice respectif, il est porté au dos par le producteur. Pour chaque poquet, le semeur tient avec ses deux mains les poignets de la tige canne (le coude dirigé vers l'arrière), creuse à l'aide du bec en enfonçant l'appareil dans le sol, puis bascule la canne vers l'arrière (de son côté). La semelle sert d'appui au sol pendant que le toboggan se déplace vers l'avant, permet à la plaque de sélection de sélectionner le nombre de graines à semer dans le premier mécanisme, puis dans le second mécanisme la quantité d'engrais à enfouir, ensuite le faire libérer vers les deux becs. Selon la version de l'inventeur, le redressement de la semelle se fait à l'aide du ressort de rappel en sens inverse ramenant avec elle des graines et engrais se trouvant dans la partie inférieure du corps de l'appareil et continuent leur course dans les creusés par les deux becs. La mise en terre étant effectuée, le trou réalisé dans le sol est automatiquement fermé par les deux petits becs qui sont au-dessous de la semelle.



Photo II : Canne à semer

Source : <https://www.terrateck.com/fr/plantoirs/34-canne-a-semer.html>

3.2.7. Traitement des données

Les données collectées ont été saisies dans une base du logiciel Excel qui a permis la réalisation des tableaux statistiques et de diagrammes. Le logiciel Minitab 16 a été utilisé pour le test de student (t) permettant de comparer les moyennes de densité et de rendement entre les deux types de parcelle.

Chapitre IV

4. Résultats et discussions

4.1. Informations obtenues auprès des producteurs échantillonnés

La synthèse de l'interview révèle que tous les producteurs enquêtés exercent l'agriculture comme principale activité socioéconomique, 80% des producteurs exploitent une superficie inférieure ou égale à 5 ha. La production du maïs est souvent en baisse dans leurs exploitations surtout sur les deux (02) dernières années. Quatre-vingt-seize pourcents (96%) des producteurs déclarent qu'ils n'ont connaissance d'aucune pratique de la culture du maïs hormis celle héritée auprès de leurs parents, ils n'ont jamais pratiqué la jachère parce qu'ils ne disposent pas assez de terre. Tous les producteurs ont affirmé qu'ils utilisent les engrais minéraux mais selon les moyens dont ils disposent, la quantité souvent utilisée à l'hectare est de 100 kg de NPK et 50 kg de l'Urée et plus à des moments donnés mais ils enregistrent le plus souvent des rendements compris entre 450 et 800 kg/ha ; ce qui n'est pas du tout satisfaisant. Ils ont souvent bénéficié des appui-conseils de la part des agents de l'ATDA Kalalé généralement sur la production des cultures vivrières, ces appui-conseils leurs sont bénéfiques. Les précédents culturaux du maïs souvent observés sont le maïs (60%) et le manioc (40%). La production s'améliore souvent quand ils font précéder le niébé au maïs. Les difficultés rencontrées sont multiples, on peut retenir le bouleversement des saisons climatiques, l'inondation, la baisse de la fertilité des sols et le manque de financement pour la réalisation des travaux champêtres et surtout dans l'acquisition des engrais chimiques.

Les entretiens révèlent que 96% des producteurs de maïs pratiquent mal ou très peu les bonnes techniques de production du maïs, 100% des producteurs ne maîtrisent plus les phénomènes climatiques et sont souvent surpris des poches de sécheresse en pleine période pluvieuse pendant le développement végétatif du maïs ou des inondations à des moments imprévus. Ils ne savent non plus les mesures atténuantes qu'il faut prendre pour faire face à ces phénomènes qui ne font que les surprendre chaque campagne agricole. La technique de semis direct du maïs sous couvert végétal du *Mucuna pruriens* pourrait être la bienvenue chez eux et 8% de ces producteurs envisagent l'insérer dans leur pratique agricole.

4.3. Le test de germination

Les résultats issus du test de germination se présentent dans le tableau VI.

Tableau VI : Test de germination du maïs

Paramètres Jours	Nombre de graines germées et normales	Nombre de graines germées et anormales	Nombre de graines non germées
1	0	0	100
2	0	0	100
3	45	0	55
4	30	5	20
5	13	1	6
6	6	0	0
Total	94	6	-
<i>Pourcentage</i>	<i>94%</i>	<i>6%</i>	-

4.4. Les données obtenues sur le site expérimental

4.4.1. Estimation de la biomasse sèche de *Mucuna p.*

Le tableau VII résume les résultats obtenus pour l'estimation de la biomasse. La biomasse prélevée dans les carrés de densité et pesée sur les sites y était retournée avant le semis du maïs.

Tableau VII : Estimation de la quantité de biomasse de *Mucuna* par unité de surface de sol

Sites	Poids de la biomasse juste après fauchage sur 5m ² (kg)	Poids de la biomasse sèche obtenu sur 5m ² (kg)	Estimation de la biomasse sèche (kg/ha)
BASSO	9,90	5,20	10 400
DUNKASSA	9,75	5,10	10 200
GBESSAKPEROU	7,50	4,00	8 000
BATIN	5,80	3,20	6 400
Moyenne	8,24	4,38	8 750

De ce tableau VII, il ressort aisément que la production du *Mucuna p.* apporte en moyenne 8,75 tonnes/hectare de biomasse au sol. Ce qui renforce son niveau de fertilité. Ces résultats obtenus sont conformes à ceux de SKERMAN (1982) CODJIA (1996) et SPORE (1996) dont

les travaux ont prouvé que le *Mucuna p.* produit une biomasse importante de 5 à 8 tonnes de matière sèche à l'hectare.

4.4.2. Semis du maïs par l'usage de la canne planteuse

- Le maïs semé sous le mulch de *Mucuna* a bien poussé avec un très bon développement végétatif :



Figure 4 : Maïs semé sous le *mulch* du *Mucuna pruriens*

Les différentes densités obtenues sont données par les résultats des carrés de densité tels que présentés par les figures 8 et 9 ci-après :

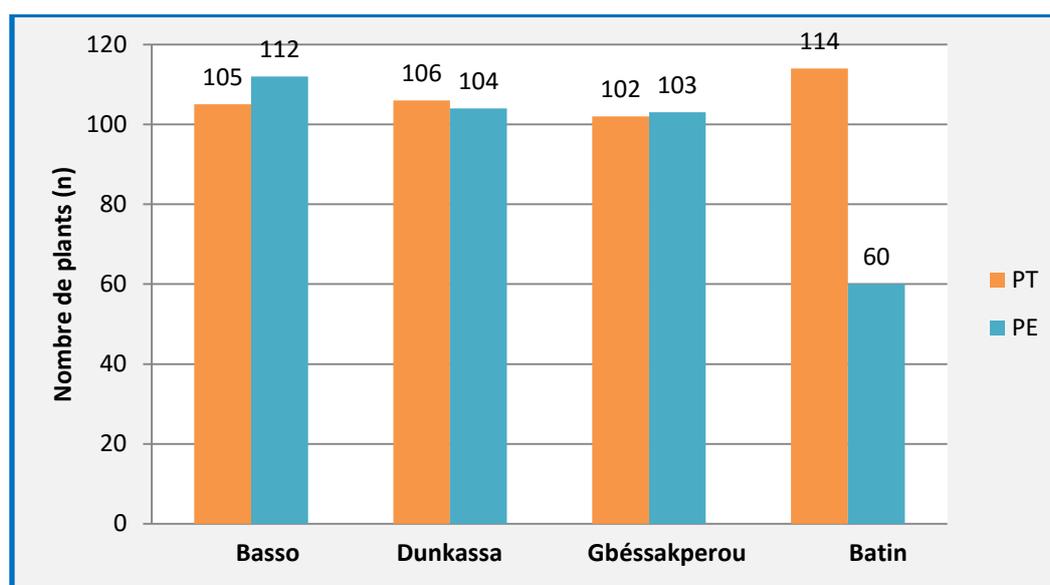


Figure 5 : Densité de semis par carré de 25 m² posé sur PE et PT par site

Villages : Basso, Dunkassa, Gbéssakpérou, Batin

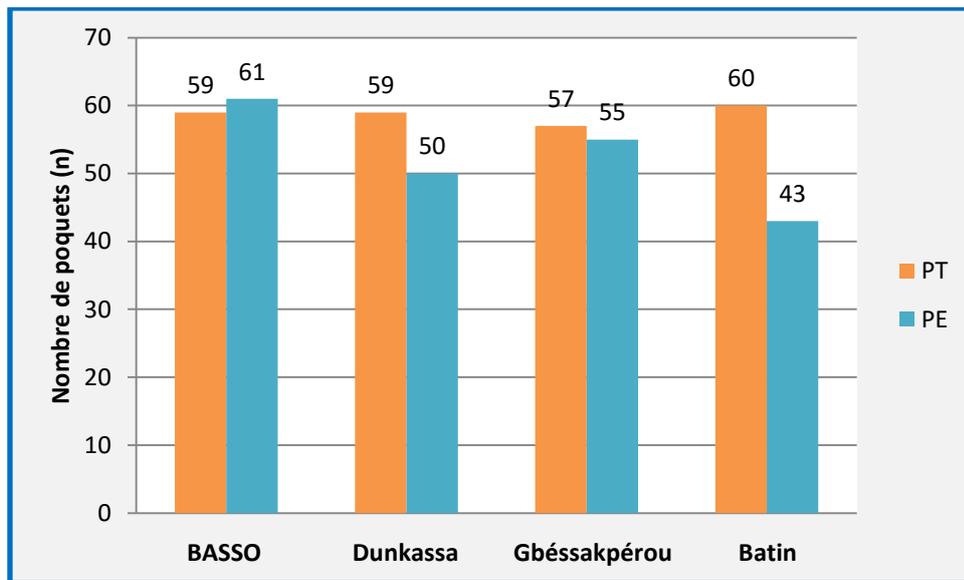


Figure 6 : Levée des plants par carré de 25 m² posé sur PE et PT par site : Basso, Dunkassa, Gbéssakpérou, Batin.

Les figures 8 et 9 montrent que hormis le site de Basso où le nombre de plants et de poquets observé sur les PT était inférieur à celui observé sur les PE, nous avons constaté que sur les autres sites, le nombre de plants et de poquets des PT dépasse largement celui des PE. Ceci s'explique du fait que sur les PT, les semis ont été faits suivant les pratiques paysannes (avec des écartements plus serrés) alors que sur les PE, les semis ont été faits avec la canne planteuse où les écartements de 80 cm x 40 cm ont été respectés.

Les figures 10, 11 et 12 ci-après montrent les résultats obtenus en matière de poids sur les différentes parcelles expérimentales.

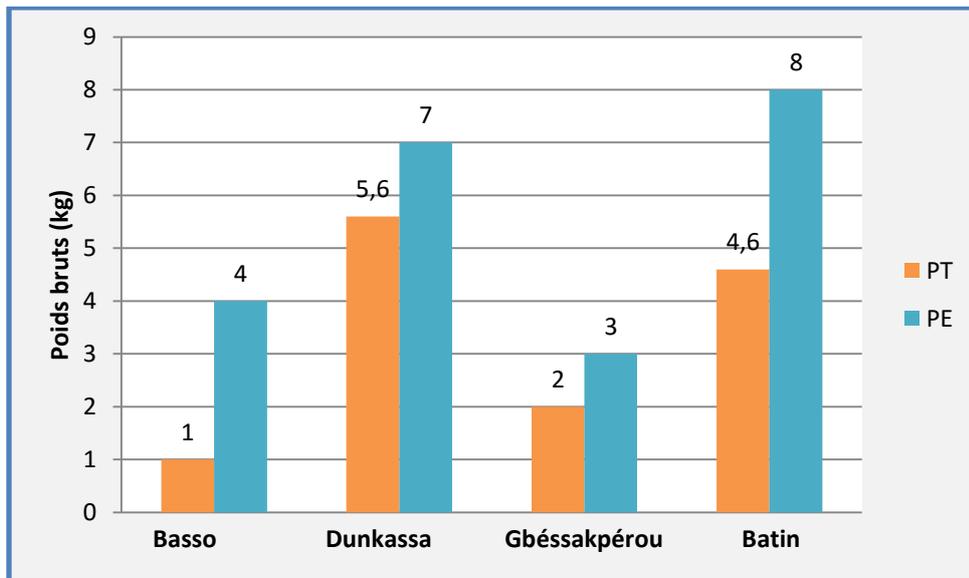


Figure 7 : Poids bruts de maïs obtenus par carré de 25 m² posé sur PE et PT par site: Basso, Dunkassa, Gbessakpérou, Batin

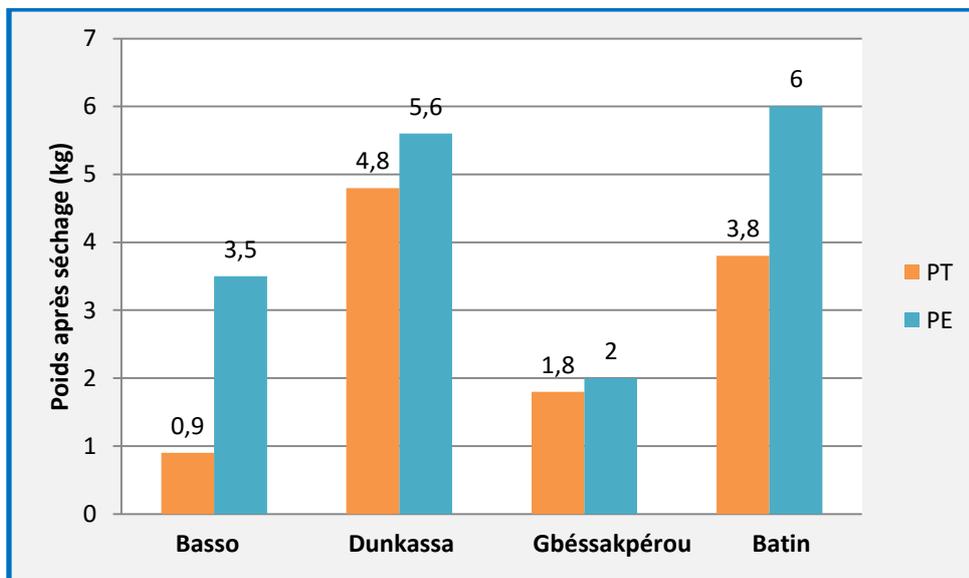


Figure 8 : Poids nets de maïs séché obtenus par carré de 25 m² posé sur PE et PT par site

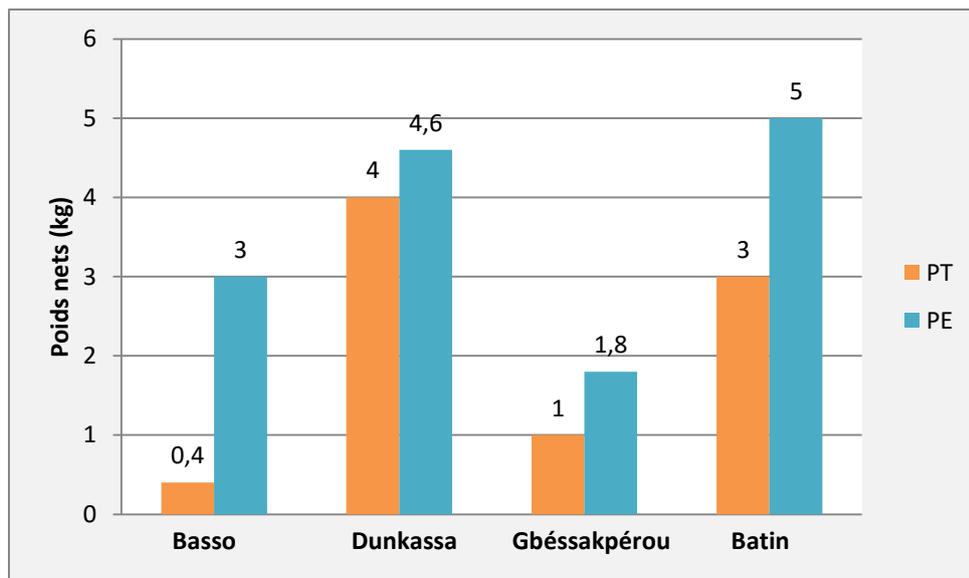


Figure 9 : Poids de maïs grain obtenus par carré de 25 m² posé sur PE et PT par site.

En observant les figures 10, 11 et 12, il est donc à constater avec aisance que les poids obtenus sous diverses formes (brut, séché et égrené) sur les PE dépassent largement ceux obtenus sur les PT malgré les résultats obtenus sur les figures 8 et 9 (le nombre de plants et de poquets observé au niveau des PT dépasse largement celui observé au niveau des PE).

4.5. Evaluation des rendements obtenus par site

Les données liées aux densités et aux rendements obtenus par site d'essai sont consignées dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Estimations des rendements obtenus par site

Villages	Densités (plants/ha)		Masse M du maïs récolté et égrené (kg)		Rendement r = 400 x M (kg/ha)	
	PE	PT	PE	PT	PE	PT
Basso	24 000	45 600	5,00	3,00	2 000	1 200
Dunkassa	41 600	42 400	4,60	4,00	1 840	1 600
Gbéssakpérou	44 800	42 000	3,00	0,40	1 200	160
Batin	41 200	40 800	1,80	1,00	720	400
Moyenne	37 900^a	42 700^a	3,60^a	2,10^a	1 440^a	840^a
Ecart-type	9405,67	2049,39	1,48	1,69	591,50	674,09
P-value	P=0,458		P=0,052		P=0,052	

NB : PE = Parcelle d'Essai et PT = Parcelle Témoin

La lettre “a” signifie qu’il n’y a pas de différence significative entre les moyennes des deux types de parcelle.

Analyse : Nous remarquons que la production de maïs obtenue à Basso et Dunkassa sont plus élevées que sur les autres parcelles. Cela nous montre que les producteurs de Basso et Dunkassa ont encore de bonne pratique culturale qu’ils utilisent et aussi les parcsages directs des animaux qu’ils font sur la parcelle. A Gbéssakpérou et Batin nous avons obtenu de faible production à cause du niveau de fertilité de leur sol et les mauvaises pratiques culturales qu’ils adoptent.

Commentaire : Du tableau VIII, il ressort que le rendement varie d’un site à un autre. Sur les parcelles d’essais (PE), le plus faible rendement est de 720Kg/ha obtenu à Batin contre 2.000Kg/ha obtenu sur le site de Basso. Sur les parcelles témoin (PT) où le *Mucuna* était absent, Batin a donné le plus faible rendement qui est de 400Kg/ha contre 1200Kg/ha obtenu à Basso. La moyenne de rendement obtenue sur les PE étant de 1.440Kg/ha, soit près du double de celle des PT (840Kg/ha) en dépit de la forte densité des plants (42.700plants/ha) observée sur les PT par rapport aux PE (37.900plants/ha). Même si la comparaison statistique ne présente pas une différence significative ($p > 0,05$) entre ces moyennes calculées, la valeur de p-value (0,052) trouvée pour la comparaison entre les rendements n’est pas loin du seuil de différence. Ainsi, le poids moyen des épis de maïs récoltés sur les PE semble être supérieur au poids moyen des épis des PT (figure 13).

En effet, la couverture du sol par la biomasse de *Mucuna pruriens* a donc un impact positif sur la production du maïs. Cette biomasse a non seulement servi en partie d’engrais organique aux plants de maïs, mais aussi contribué au maintien de l’humidité du sol pendant un temps relativement long. D’où le relèvement du niveau de fertilité des sols sur lesquels le *Mucuna p.* a été produit. Nous avons également assisté à une lutte efficace sans l’usage des produits chimiques contre les adventices sur les parcelles qui ont abrité le *Mucuna p.* en l’occurrence l’*Imperata cylindrica* qui constituait un véritable casse-tête pour les producteurs confirmant ainsi les travaux de Azontondé et Kpagbin (2008) pour qui, le *Mucuna pruriens* est une plante de couverture introduite dans le système de culture du maïs pour lutter contre *Imperata cylindrica* et intervient dans la restauration des sols sur les plateaux du Sud-Bénin.

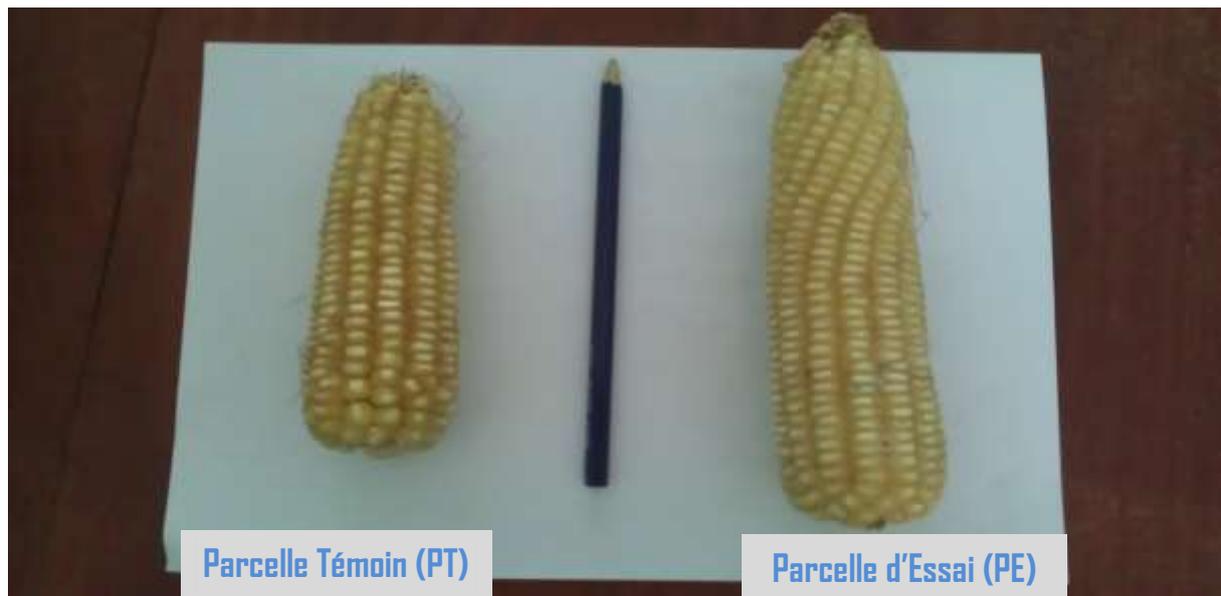


Figure 10 : Maïs séché à l'ombre (à gauche le maïs de la PT et à droite celui de la PE)

De ces résultats, on peut donc déduire que les pratiques de production par la technique de semis direct sous couverture végétale de *Mucuna pruriens* (variété utilis) ont eu d'impact positif sur le rendement de maïs DMR-ESR dans le sens où la biomasse fournie par le *Mucuna pruriens* a considérablement enrichi le sol en azote ce qui a permis au maïs mis en place de bénéficier des actions de l'azote durant tout son cycle végétatif, de profiter de l'humidité conservée par le sol grâce à la couverture végétale du *Mucuna pruriens*.

CONCLUSION

L'exécution des présents travaux en milieu paysan relève d'une importance capitale dans le sens où les résultats obtenus sont plus satisfaisants des points de vue rendement, économique et moderne. On peut dire que l'utilisation du *Mucuna pruriens* (variété utilis) a beaucoup d'avantage du point de vue fertilité du sol mais aussi dans la lutte contre les adventices comme le chiendent, un des principaux adventices des cultures au sud-Bénin.

L'utilisation de la canne planteuse résout plusieurs problèmes liés à la perte d'énergie et de temps des producteurs. Autrement dit, elle offre aux producteurs une efficacité et une rapidité dans les opérations de semis et d'épandage d'engrais. Son invention a été inspirée du système de semis traditionnel. Son utilisation supprime certaines opérations à savoir :

- L'utilisation du bâton pour creuser le trou ;
- Laalebasse qui contient les graines ;
- Le coupe-coupe pour creuser les poquets ;
- La fermeture du trou avec le talon ou le bout des orteils.

Bien que cet outil revête une importance de par ses avantages, il est impérieux de noter qu'il a aussi ses limites dont entre autres, sa non praticabilité sur tous les types de sol, sa fragilité, la difficulté des producteurs à l'insérer dans leurs outils de travail, le besoin d'une grande attention lors de son utilisation afin de ne pas confondre les lignes de semis. Une large vulgarisation de cette nouvelle pratique culturale au niveau des producteurs de maïs de la commune de Kalalé est suggérée en vue d'améliorer leurs revenus et celui de la commune ; ceci leur permettra également de rompre avec les méthodes de culture peu modernes grâce à l'utilisation de la canne planteuse qui mérite d'être travaillée par les artisans locaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AZONTONDE A., 1993. *Dégradation et restauration des terres de barre (sols ferrallitiques faiblement dénaturés argilo-sableux) au Bénin*. Cah. Orst. Sér. Pédol. 28 ; 217-226pp.
2. AZONTONDE A. H. ET KPAGBIN G., 2008. *Influence du système Mucuna-maïs sur le bilan de l'azote sur un plateau de sols ferrallitiques au Sud-Bénin*. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, Numéro 59 ; 9-22pp.
3. COULIBALY K., VALL E., AUTFRAY P., SEDOGO M.P. 2012. *Performance technico-économique des associations maïs/niébé et maïs/Mucuna en situation réelle de culture au Burkina Faso : potentiels et contraintes*. TROPICULTURA ; 30, 3, 147-154pp.
4. FAO BENIN 2012. *Cadre de Programmation Pays 2012-2015* ; 13p.
5. FAO 1993. *Le maïs dans la nutrition humaine, teneur du maïs en matières minérales (moyenne de cinq échantillons)*. <http://www.fao.org>
6. FUPRO, 2011. *La production et la productivité du maïs. Document synthétique (2)*. FUPRO/SNV ; 10p.
7. INSAE, 2015. *Recensement Général de la Population et de l'Habitat* ; 32p
8. INSAE, 2015. *Tableau de Bord Social* ; 61p
9. M. AKLAMAVO ET G. A. MENSAH, 1997. *Bulletin de la Recherche Agronomique Numéro 19* ; 37p
10. MAIRIE DE KALALE, 2014. *Plan de Contingence Communal 2014* ; 11-16, 18pp
11. N'TCHA F., 2004. *Stratégies endogènes de lutte contre les ravageurs et production vivrière dans la commune de Ouinhi (Bénin)* ; 2p
12. ONASA, 2015. *Rapport d'évaluation de la production vivrière* ; 58p
13. ONS, 2011. *Rapport d'étude du prix planché du maïs au titre de la campagne 2010-2011*. ONS/MAEP/Bénin, 79p.
14. SCDA OUIHI, 2014. *Rapport annuel d'activité 2013*. SCDA/CARDER ZC/MAEP/Bénin, 37p.
15. SOULEYMANE NACRO, 2010. *Effets comparés des pratiques paysannes et des bonnes pratiques agricoles de gestion de la fertilité des sols sur les propriétés des sols et les rendements des cultures dans la zone sud soudanienne du Burkina Faso*. ISSN 1991-8631, Int. J. Biol. Chem. Sci. 4(4) ; 1044-1055pp.
16. SPORE (1996) ; Bulletin de la Recherche Agronomique Numéro 19-Septembre 1997
17. Mission de Décentralisation (2006). *Monographie de la commune de Kalalé*, 35p.

18. INSAE, 2002, Troisième recensement général de la population et de l'habitation, synthèse des résultats, 50p.
19. Rapport diagnostic de la commune de Kalalé (2020)
20. DGFRN (2016) : profile forestière des communes du Bénin.
(DGFRN) : Programme forestière nationale (PFN) 2016
<https://wiki.afris.org/x/mBYBAQ>.

ANNEXES

Questionnaire d'enquête

I. Identité de l'enquêté.

Nom et prénoms :

Age :

Marié ou non :

Nombre de femme :

Nombre d'enfants :

Niveau d'étude :

Niveau d'alphabétisation en langue maternelle :

Résidence :

Commune :

Arrondissement :

Village :

II. Activités socioéconomiques

Agriculteurs Eleveurs Production

III. Superficie exploitée

Inférieure ou égale à 5 ha Supérieure à 5 ha

IV. Depuis quand avez-vous commencé la culture du maïs ?

.....

V. Quelle a été votre production les deux (02) dernières campagnes ?

.....

VI. Quelles sont les pratiques culturales du maïs que vous connaissez ? et que vous avez pratiquer

.....

VII. Quelle gestion faites-vous des résidus de vos récoltes ?.....
.....

VIII. Avez-vous une fois pratiqué la jachère sur votre parcelle ? Oui Non
Pourquoi ?.....
.....

IX. Quelle est la dose à l'hectare d'engrais minéraux que vous appliquez dans votre champ de maïs ?.....

X. Quels rendements obtenez-vous souvent ?.....

XI. Etes-vous souvent satisfaits de ces rendements ? Oui Non

XII. Avez-vous une fois abrité la conduite d'un essai ? Oui Non

Si oui, quels sont les thèmes développés ?
.....
.....
.....

Quelle(s) structure(s) a initié l'abri de cet essai ?
.....
.....
.....

XIII. Recevez- vous des appuis de la part des agents du CARDER ? Oui Non

Si oui, lesquels ?
.....
.....
.....

XIV. Ces appuis vous sont-ils bénéfiques ? Oui Non

Si non pourquoi ?
.....
.....
.....

XV. Quelle culture précède souvent la culture du maïs sur votre site de production ?.....
.....
.....

XVI. Avez-vous une fois fait succéder le maïs après la culture d'une légumineuse ?

Oui Non

Si oui, quel a été votre constat en ce qui concerne le rendement du maïs ?

.....
.....
.....

XVII. Difficultés rencontrées

Quelles sont les difficultés que vous rencontrez souvent lors de vos travaux champêtres ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

XVIII. Approches de solutions

Quelles sont les approches de solution que vous souhaitez qu'on vous apporte ?

.....
.....
.....
.....