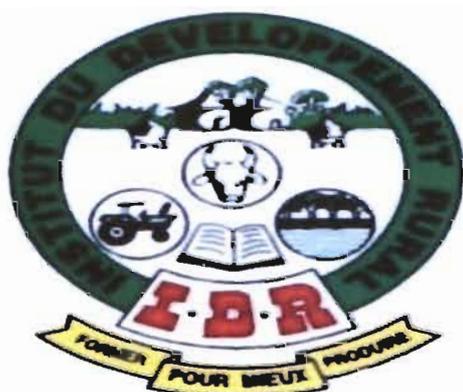


BURKINA FASO
UNITE - PROGRES - JUSTICE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET
DE L'INNOVATION (MESRSI)

.....
UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO (UPB)

.....
INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL (IDR)



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION EN VULGARISATION AGRICOLE

THEME :

**INTEGRATION DE LA CULTURE FOURRAGERE AUX SYSTEMES DE
CULTURES A BASE DE CEREALES DANS LA PROVINCE DE LA COMOIE :
CAS DU NIEBE FOURRAGER DANS UN SYSTEME DE CULTURE A BASE
DU MAÏS DANS LE VILLAGE DE BOLE**

Présenté par : COULIBALY Siriki

Maître de Stage et Directeur de Mémoire : Dr. Mamadou TRAORE

N° :.....2016/VA

Mars 2016

Table des matières

DEDICACE	iv
Remerciements	v
SIGLES ET ABREVIATIONS	viii
Liste des Tableaux	viii
Liste des Figures	ix
Liste des Annexes	ix
Résumé	x
INTRODUCTION	1
Chapitre I : Revue de Littérature	3
I-1 Les avantages de l'intégration des légumineuses fourragères aux systèmes de cultures à base de céréales	3
I-1-1 Avantages des légumineuses dans la protection des sols contre la dégradation et dans la lutte contre les adventices	3
I-1-2 Avantages des légumineuses dans l'amélioration et le maintien de la fertilité des sols	4
I-1-3 Avantages des légumineuses dans l'alimentation des animaux, l'amélioration des rendements agricoles et des revenus des exploitations	5
I-1-4 Avantages socio-économiques de l'intégration des légumineuses fourragères aux systèmes de cultures	6
I-2 Contraintes liées à l'intégration des légumineuses fourragères aux systèmes de cultures à base de céréale	7
I-3 Contraintes liées à la disponibilité de fourrage en saison sèche au Burkina Faso	8
I-4 La culture du maïs au Burkina Faso	11
I.5.1. Description	12
I.5.2. Origine et dispersion géographique	12
I.5.3. Ecologie	12
I.5.4. Importance et utilisation du niébé	13
I-6 Notion de culture associée	14
I-7 Notion de performances agronomiques	15
Chapitre II : Matériels et Méthodes	16
II-1 Description de la zone d'étude	16
II-2 Matériels	17
II-3 Dispositif expérimental	18
II-4 Conduite des essais	18
II-5 Analyse des données	19

II-6 Calcul du LER(<i>Land Equivalent Ratio</i>)	19
Chapitre III : Résultats et Discussions	20
3.1. Résultats.....	20
3.1.1. Paramètres pédologiques	20
3.1.2. Paramètres agronomiques.....	22
3-2 DISCUSSIONS.....	27
3-2-1 Niveau de Fertilité des sols.....	27
3-2-2 Performances agronomiques	27
3-2-3 Valeurs du LER (<i>Land Equivalent Ratio</i>).....	30
Conclusion et Recommandations	32
Références bibliographiques	34
ANNEXES	a

DEDICACE

A

- ☞ **Dieu** tout puissant pour sa grâce qu'il m'accorde ;
- ☞ **mon père COULIBALY Pan Ousmane et à ma mère COULIBALY Minata**: si j'écris ce mémoire, c'est bien et bel grâce à vous. Vous avez cru en moi. Je vous dois ma personne sociale et cela par l'éducation que vous m'avez donnée. Puisse Dieu vous donner longue vie pour que vous savouriez paisiblement le fruit de vos durs labeurs et sacrifices;
- ☞ Tous ceux qui ont voulu faire de moi un homme, que leurs vœux les plus intimes soient exaucés.

Je vous dédie ce mémoire

Remerciements

Ce présent mémoire est le fruit de la collaboration et du soutien multiforme de plusieurs personnes et institutions. C'est pourquoi je voudrais à travers les lignes qui suivent, traduire ma gratitude aux institutions et à tous ceux qui d'une manière ou d'une autre, ont apporté leurs concours précieux pour la réalisation de ce document. Nos remerciements s'adressent essentiellement :

- au **Dr Mamadou TRAORE**, enseignant chercheur à l'Institut du Développement Rural de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (IDR/UPB), mon maître de stage et par ailleurs mon directeur de mémoire pour sa constante présence tout au long de nos travaux de terrains, ses critiques et suggestions apportées à l'amélioration de la qualité scientifique de notre document et ce, malgré son calendrier très chargé. Nous lui sommes reconnaissant pour son dévouement à la formation des jeunes ;
- au **Dr Salifou OUEDRAOGO**, enseignant chercheur à l'Institut du Développement Rural de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (IDR/UPB), pour ses conseils et suggestions pour l'amélioration de la qualité scientifique de notre document ;
- au **Dr Kalifa COULIBALY**, enseignant chercheur à l'Institut du Développement Rural de l'Université Polytechnique de Bobo Dioulasso (IDR/UPB) et au CIRDES, pour ses critiques et suggestions ;
- à tout le personnel de la **Direction de l'IDR/UPB** et l'ensemble du **corps professoral** pour leur disponibilité et la qualité de l'enseignement dispensé ;
- à **M. Adama BELEM**, doctorant à l'Institut du Développement Rural de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (IDR/UPB), pour ses conseils, critiques et suggestions pour l'amélioration de ce document ;
- aux **aînés de la Vulgarisation Agricole**, **TAPSOBA Alexis**, **BARRO Pié**, **DABRE Ismaël** et **DANGO Boureima**, tous Ingénieurs en Vulgarisation Agricole pour vos encouragements, conseils, critique et suggestion pour l'amélioration de notre document ;
- à mon ami **Soungalo BARRO**, économiste et agent comptable à Banfora, pour tous les services rendus lors de mon séjour à Banfora. **M.BARRO**, je vous dis merci

pour cette amitié que vous m'accordiez, l'accompagnement, les encouragements et votre constante présence tout au long de mon stage. Puisse Dieu vous bénir.

- à tous les producteurs du village de Bolé, pour leur constante disponibilité tout au long de nos travaux. Grand merci à tous.
- A tous **les membres** de la **grande famille COULIBALY**, pour les divers soutiens tout au long de mes études ;
- à tous **mes camarades de l'ANEB BOBO** pour vos soutiens lors de nos travaux de revue bibliographique et d'analyses statistiques ;
- à tous **mes camarades de l'IDR** en général et de la **Vulgarisation Agricole** en particulier pour ces moments de fraternité passés ensemble avec cet esprit de développement rural ;
- à tous ceux qui nous ont apporté une quelconque assistance et qui n'ont pu être cités ici, nous leur exprimons notre sincère reconnaissance.

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet **ISIAE/APESS/CORAF/AusAid** : *Intensification Durable des Systèmes Intégrés Agriculture Elevage en Afrique de l'Ouest et du Centre*. Pour cela je tiens à remercier toutes les personnes et institutions impliquées dans ledit projet pour leurs soutiens multiformes.

Que Dieu Tout Puissant vous bénisse !

SIGLES ET ABREVIATIONS

ANOVA= Analyse de variance

APESS = Association pour la Promotion de l’Elevage au Sahel et en Savane

BUNASOLS = Bureau national des sols

CIRDES = Centre Internationale de Recherche Développement sur l’Elevage en zone Subhumide.

FO = fumure organique.

ha = hectare

IDR = Institut du développement Rural.

INERA = Institut de l’environnement et de recherches agricoles

JAS = Jour Après Semis du maïs

kg = Kilogramme

LER= Land Equivalent Ratio

MHARH = Ministère de l’Agriculture, de l’Hydraulique et des Ressources Halieutiques.

MO = matière organique.

MS = Matière sèche

NPK = complexe engrais composé de : azote (N), phosphore (P), potassium (K)

UPB = Université Polytechnique de Bobo Dioulasso.

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Résultats d’analyse des échantillons de sols.....	21
Tableau 2 : Variation des rendements grains du maïs en fonction des traitements.....	23
Tableau 3 : Effet des traitements sur la production de biomasse du maïs chez les producteurs	24
Tableau 4 : Différentes valeurs du LER observées chez les producteurs expérimentateurs	26

Liste des Figures

Figure 1 : Estimation de la production de biomasse au Burkina Faso en 2013.....	10
Figure 2 : Présentation de la zone d'étude.....	16
Figure 3: Dispositif expérimental de l'étude.....	18
Figure 4: Variation de la taille moyenne des plants de maïs en fonction des traitements.....	22
Figure 5 : Rendement grains du Maïs par Producteur et par Traitement.....	25
Figure 6 : Production biomasse Niébé Fourrager par Producteur et par Traitement.....	26

Liste des Annexes

ANNEXE 1: Fiche de collecte des données sur les paramètres agronomiques du maïs.....	a
ANNEXE 2 : Fiche d'échantillonnage/Récolte.....	c
ANNEXE 3 : Fiche de suivi des itinéraires techniques(ITC).....	d
ANNEXE 4 : Carte d'estimation de la biomasse dans la Province de la Comoé.....	e
ANNEXE 5: Calendrier des opérations culturales et des précédents culturaux chez les producteurs expérimentateurs.....	g

Résumé

La disponibilité de fourrage naturel en saison sèche est l'une des contraintes majeures auxquelles les éleveurs au Sahel et en savane sont confrontés. Malgré la mise au point des techniques de production de fourrage, leur adoption par la majorité des éleveurs reste timide. La présente étude qui s'est déroulée dans le village de Bolé dans la province de la Comoé avait pour objectif l'intégration de niébé fourrager dans les systèmes de cultures à base de maïs. Spécifiquement elle visait à : améliorer la fertilité des terres agricoles, améliorer la productivité et la durabilité des systèmes agropastoraux et à permettre une meilleure gestion des ressources naturelles. L'étude a consisté à une expérimentation en milieu réel auprès de trois producteurs. Chaque producteur était considéré comme une répétition avec trois traitements chacun T1 (maïs pur), T2 (maïs-niébé fourrager) et T3 (niébé pur). Les itinéraires techniques de culture (ITC) ont fait l'objet d'un suivi jusqu'à la mesure des rendements. Les variables agronomiques collectées étaient la croissance des plants, les rendements grains du maïs, la production de biomasse de maïs et du niébé ainsi que les paramètres de base déterminant le niveau de fertilité des sols. L'analyse des variances (ANOVA) a permis la séparation des différentes moyennes au seuil de 5% et XLSTAT 2013 a été utilisé à cette fin. Les résultats obtenus indiquent que chez le producteur 1 le rendement grains maïs au niveau de T2 est supérieur à T1 alors que chez les autres producteurs une tendance contraire a été observée ($T1 > T2$). Pour ce qui est de la production de biomasse de maïs, aucune différence significative n'a été observée entre T1 et T2 et cela au niveau des trois producteurs. Au niveau de la production de biomasse niébé fourrager, la production était 66,86% supérieure dans les T3 comparativement aux T2. Cependant, si on tient compte de la production totale de biomasse, les traitements T2 ont un rendement 87,5% supérieur aux T3. Pour ce qui est de l'utilisation efficiente de l'espace, le Land Equivalent Ratio (LER) était supérieur à 1 chez tous les producteurs d'où une économie de l'espace de 12 à 63 % dans les associations maïs-niébé comparativement à la culture pure de maïs ou de niébé. Les résultats obtenus à l'issue de l'analyse des sols montrent que les parcelles utilisées pour la conduite des essais ont un niveau de fertilité « bas ». En tenant compte de ces résultats, on peut dire que l'association maïs/niébé fourrager est un système performant qui permet de mieux gérer l'espace tout en améliorant la disponibilité de fourrage en saison sèche et le niveau de fertilité des sols. Par conséquent cette approche pourrait être une alternative pour la vulgarisation des cultures fourragères.

Mots clés : Maïs, Bolé, intégration de culture, systèmes performants, biomasse fourragère.

INTRODUCTION

En Afrique de l'Ouest et plus particulièrement au Burkina Faso, la baisse de fertilité des sols et la diminution du disponible fourrager entraînent des problèmes de productivité et de durabilité des systèmes agropastoraux. Les travaux de Koulibaly *et al.* (2010) ont montré une baisse de 44 % des teneurs du sol aussi bien en carbone qu'en azote après 25 années de mise en culture. Cette baisse des teneurs des sols en carbone et en azote a pour conséquence la dégradation vertigineuse de leurs fertilités. Dans de telles conditions, une nécessité d'utiliser les engrais minéraux pour satisfaire les besoins des cultures s'avère être une alternative pour les producteurs. Mais, face à l'augmentation du prix de ces engrais minéraux et compte tenu de leurs effets néfastes sur les sols, la recherche réfléchit aux voies et moyens visant à accroître durablement la production en substituant des facteurs de productions industriels par des processus biologiques ou bien en améliorant l'intégration des composantes des systèmes de production tels que : l'association des animaux et des cultures, l'agroforesterie, l'utilisation des légumineuses pour augmenter le stock d'azote du sol. De nombreux travaux conduits sur les légumineuses ont mis en évidence leur importance dans la fixation de l'azote de l'air ainsi que dans l'amélioration de la fertilité des sols (Carsky *et al.*, 2003 ; Baijukya *et al.*, 2006 ; Gbakatche *et al.*, 2010). Sur le plan nutritionnel, les légumineuses jouent un rôle crucial dans l'alimentation des animaux à travers la production de fourrage de qualité qui peut être utilisée pour la nutrition animale à l'échelle du ménage ou vendue sur les marchés locaux (Ouedraogo, 2004 ; Zoundi *et al.*, 2006 ; Bambara *et al.*, 2008).

En outre, avec l'accroissement de la pression humaine sur les espaces agricoles, la réduction des pâturages et la divagation des animaux, les paysans sont aussi intéressés par des solutions qui leur permettent d'accroître la production de biomasses à l'hectare tout en préservant la fertilité de leur sol. Les propriétés des légumineuses fourragères qui sont entre autre la fixation symbiotique de l'azote (N₂), la production de grains et de fourrages à haute teneur en azote, s'avèrent donc intéressantes à valoriser dans une perspective d'intensification et d'intégration des systèmes de cultures.

C'est dans ce contexte qu'intervient le projet **Intensification Durable des Systèmes Intégrés Agricultures-Elevage pour accroître la Productivité et la Sécurité alimentaire et conserver l'Environnement en Afrique de l'Ouest et du Centre (ISIAE)** qui a commandité l'étude qui a pour thème : « *Intégration de la culture fourragère aux systèmes à base de céréales dans la province de la Comoé : cas du niébé fourrager dans un système de culture à base de maïs dans le village de Bolé* ».

L'objectif global de cette étude était l'intégration de la production de fourrage dans les systèmes de production existant.

Spécifiquement, elle visait à démontrer que:

1. la production de niébé fourrager contribue à l'amélioration de la fertilité des terres agricoles.
2. L'intégration de la production de fourrage contribue à une meilleure gestion des ressources naturelles.

Pour mener à bien la présente étude, deux hypothèses de recherche ont été adoptées.

Hypothèse 1 : l'intégration du niébé fourrager aux systèmes de cultures à base de maïs a des meilleures performances agronomiques comparativement à la culture pure et continue du maïs.

Hypothèse 2 : l'intégration du niébé fourrager aux systèmes de cultures à base de maïs réduit les pressions humaines et animales sur les ressources naturelles.

Le présent mémoire s'articule autour de trois grands chapitres: le premier est consacré à une revue de la littérature, le second chapitre présente le matériel et les méthodes utilisés pour la réalisation de l'étude, et enfin le troisième chapitre concerne les résultats obtenus suivis des discussions et des recommandations.

Chapitre I : Revue de Littérature

I-1 Les avantages de l'intégration des légumineuses fourragères aux systèmes de cultures à base de céréales

I-1-1 Avantages des légumineuses dans la protection des sols contre la dégradation et dans la lutte contre les adventices

Les légumineuses sont des plantes de couverture qui peuvent permettre de protéger les sols contre la dégradation. Zougmore (1999) révèle que les légumineuses (*Mucuna spp*, *Canavalia ensiformis*) sont intéressantes dans la protection de la surface du sol. A 30 jours après semis, il a noté que *Canavalia ensiformis* assure une couverture du sol de 38 % contre 20 % pour *Mucuna spp*.

Les résultats obtenus par Azontondé (1993) montrent que le traitement qui renouvelle le mucuna chaque deux ans avec la culture du maïs a entraîné en cinq ans une diminution du ruissellement de 30 à 25 % et une baisse de l'érosion de 25 %. Le traitement qui renouvelle le mucuna tous les ans avec la culture du maïs a entraîné en cinq ans une diminution du ruissellement de 10 à 5 % et de l'érosion de 7,8 à 2 t / ha. Les légumineuses à travers la biomasse végétale et le système racinaire, assurent la protection du sol contre l'érosion et augmentent l'activité des vers de terre qui réduit le ruissellement.

Des études ont montré que l'utilisation des légumineuses contribue à la réduction du nombre de sarclages de la campagne de production suivante ; mais aussi contribue à diminuer la pression des mauvaises herbes telle que *Imperata cylindrica* (Chikoye et Ekeleme, 2001 ; Labrada, 2000 ; Akakpo *et al.*, 1999). Les travaux conduits par Akakpo *et al.* (1999) au sud du Bénin révèlent que lorsque le mucuna couvre bien le sol, pendant la deuxième saison, les travaux d'entretien sont moins fastidieux qu'auparavant et que le sarclage est effectué une seule fois durant tout le cycle du maïs qui succède le mucuna. Les recherches de Chikoye et Ekeleme (2001) au Nigéria indiquent que certaines variétés de mucuna (celles qui produisent plus de biomasse) permettent de réduire la biomasse d'*Imperata cylindrica*.

I-1-2 Avantages des légumineuses dans l'amélioration et le maintien de la fertilité des sols

La fixation symbiotique de l'azote (N₂) atmosphérique est l'une des propriétés caractéristiques des légumineuses. Bado (2002) indique que cette fixation se fait par plusieurs mécanismes dont le plus important et le plus connu est la fixation biologique par des micro-organismes libres ou vivants en symbiose avec certaines plantes comme les légumineuses. Les racines des légumineuses peuvent ainsi être infectées par des bactéries du genre *Rhizobium* et entraîner la formation de nodules appelés nodosités. La légumineuse (la plante hôte) offre à travers les nodules un micro habitat favorable à la bactérie et des substrats carbonés provenant de la photosynthèse. La bactérie fixe l'azote atmosphérique (N₂) et le transfère à la légumineuse sous forme assimilable (Lahbib *et al.*, 1981). Cette association à bénéfice réciproque entre la légumineuse et les bactéries est appelée symbiose permettant une fixation de l'azote de l'atmosphère. Les quantités d'azote fixées sont très variables d'une espèce à l'autre et pour une même espèce car l'activité symbiotique est influencée par les souches bactériennes, l'espèce végétale et les facteurs du milieu (Wani *et al.*, 1995, Bationo *et al.*, 1998 ; Ebanyat *et al.*, 2009 ; Anugroho *et al.*, 2010 ; Douxchamp *et al.*, 2010). Les travaux conduits par Ebanyat *et al.* (2009) dans l'Est de l'Uganda donnent les teneurs de 10 à 81 kg/ha, 7 à 97 kg / ha et 78 à 179 kg / ha de N fixé respectivement par l'arachide, le soja et le mucuna cultivés sur des sols non fertilisés.

Anugroho *et al.* (2010) ont montré que *Mucuna pruriens* fixe 30 jours après semis 23,53 g N/m². Les résultats de Douxchamp *et al.* (2010) obtenus au Brésil, indiquent que *Canavalia brasiliensis* représente une entrée possible de N dans la rotation de culture du fait de la fixation symbiotique de N d'une valeur moyenne de 22 kg / ha.

Des travaux montrent que lorsque les débris végétaux des légumineuses riches en N sont incorporés dans le compartiment labile des MOS, ils constituent une réserve d'N disponible pour les cultures (Boddey *et al.*, 1997 ; Bado, 2002). Les résultats obtenus par Bado (2002) révèlent que par rapport à la monoculture du sorgho, les précédents niébé et arachide augmentent de 20 et 13 % respectivement l'azote minéral du sol. Si l'azote minéral est affecté par la présence des légumineuses, la même étude indique qu'elles n'augmentent pas les teneurs en azote total du sol. Cela a permis à Bado (2002) de conclure que l'azote minéral est un bon indicateur pour évaluer les contributions en azote des légumineuses. Les travaux de

Boddey *et al.* (1997) indiquent que les résidus de soja sont la base d'apport de C et de N, que ces résidus se décomposent rapidement et permettent d'accumuler la matière organique du sol. Azontondé (1993) a observé au Bénin sur 5 ans d'étude que la culture du mucuna tous les 2 ans avec le maïs, entraîne une augmentation du taux des matières organiques du sol (de 0,6 à 0,9 %). Lesaint (1998) indique que le mucuna cultivé chaque 2 ans, participe pour 25 % au carbone total du sol (soit 2,14 g C/kg de sol) et pour 62 % lorsqu'il est cultivé chaque année (soit 7 g C / kg de sol). Les travaux de Makosso et Gom-Tchimbakala (2008) montrent que dans les horizons de surface, le pH (5,63), le taux de carbone (2,84 %) et le taux d'azote 0,18 % du sol sous mucuna sont plus élevés que sous manioc (pH=4,79 ; C=1,31 % et N=0,12 %) et en savane (pH=4,80 ; C=2,50 % et N=0,15 %).

Bayer *et al.* (2009) ont établi que le mucuna favorise la séquestration du C dans les sols subtropicaux non labourés et qu'il est envisageable de l'inclure dans la gestion des systèmes de culture. L'effet positif des légumineuses sur les propriétés chimiques du sol permet une amélioration des rendements des cultures associées et/ou subséquentes.

I-1-3 Avantages des légumineuses dans l'alimentation des animaux, l'amélioration des rendements agricoles et des revenus des exploitations

Les légumineuses produisent du fourrage de qualité pour alimenter les animaux (César *et al.*, 2004 ; Ehouinsou, 2004 ; Diouf et Rippstein, 2004). Les travaux de César *et al.* (2004) montrent que la teneur en matières azotées digestibles des légumineuses est supérieure à 200 g / kg et que celle des graminées n'atteint pas 125 g / kg et peut baisser jusqu'à zéro. Ehouinsou (2004) a obtenu avec des caprins affouragés avec *Aeschynomene histrix* et *Stylosanthes scabra seca* des gains de poids journaliers allant de 53 à 64 g / j. Les travaux de Diouf et Rippstein (2004) au Sénégal, indiquent que l'hectare de niébé peut permettre la production de 334 litres de lait, alors que l'hectare d'arachide en permet 314 litres et celui du sorgho seulement 53 litres chez une vache locale de 250 kg.

Les légumineuses fourragères contribuent à élever la valeur nutritive des aliments chez les animaux ; ce qui augmente du même coup leur production en lait, en viande, etc... (Zoungrana 2010). On note que les légumineuses fourragères participent à la stabilisation des agropasteurs à cause de la ressource qu'elles mobilisent en termes de fertilisation de leurs sols et de fourrage de qualité pour ces derniers. Il devient donc inutile pour les agropasteurs de s'adonner à la transhumance qui engendre beaucoup de pertes à plusieurs niveaux (élevage, agriculture, etc...)

A travers l'amélioration de la fertilité des sols, les légumineuses permettent d'améliorer également les rendements d'autres cultures (Azontondé, 1993 ; Segda *et al.*, 2000 ; Bambara *et al.*, 2008). Les données d'Azontondé (1993) indiquent qu'en 1988 le rendement grain du maïs était de 1300 kg / ha en culture pure et de 200 kg / ha en association avec le mucuna et que 5 ans après (en 1993) le rendement grain du maïs en association (2 800 kg / ha) avec le mucuna est supérieur à celui obtenu en culture pure (600 kg / ha). Segda *et al.* (2000) ont montré un gain de rendement du riz paddy de 350 kg / ha après une jachère annuelle de mucuna contre une jachère naturelle et un gain de 150 kg / ha de riz paddy après une association sorgho/mucuna comparée à la culture pure de sorgho. Les travaux de Bünemann *et al.* (2004) suggèrent que la rotation maïs/crotalaire offre des possibilités intéressantes d'augmenter les rendements du maïs par rapport à la culture continue du maïs et à la rotation maïs/jachère naturelle. Ainsi, après 5 saisons, leurs résultats sur les rendements cumulés en grain du maïs, donnent 10 t / ha pour la rotation maïs/crotalaire, 7,2 t / ha pour la rotation maïs/jachère naturelle et 7,8 t / ha pour la culture continue du maïs. Baijukya *et al.* (2006) ont obtenu après l'incorporation de résidus de légumineuses, des rendements en grain de maïs de l'ordre de 2,3 ; 2,2 et 0,9 t / ha respectivement pour les résidus de *Mucuna pruriens*, *Crotalaria grahamiana* et le témoin. Ces résultats ont conduit Baijukya *et al.* (2006) à conclure que les résidus de légumineuses induisent une contribution significative à la production du maïs. La culture des légumineuses (Ouédraogo, 2004 ; Defly *et al.*, 2006 ; Baijukya *et al.*, 2006) peut permettre également d'augmenter le revenu brut des exploitations agricoles. Ouédraogo (2004) a montré que la production du niébé permet d'augmenter le revenu du paysan de 78 % en mauvaise année, de 162 % en année moyenne et de 25 % en bonne année par rapport à la situation de référence. Baijukya *et al.* (2006) suggèrent que les résidus de légumineuses peuvent permettre de réduire la fertilisation minérale.

Bien que les légumineuses présentent des perspectives intéressantes pour l'amélioration des systèmes de culture, il est à noter que leur insertion peut se confronter à des contraintes aussi bien techniques qu'économiques.

I-1-4 Avantages socio-économiques de l'intégration des légumineuses fourragères aux systèmes de cultures

Dans les pays sahéliens, le manque d'aliments pour les animaux amène bon nombre d'éleveurs à opter pour la transhumance et la migration vers des zones écologiques plus

favorables (Sawadogo, 2012); chose qui entraîne généralement des conflits soit entre éleveurs et agriculteurs soit entre éleveurs et population d'accueil. L'intégration des cultures fourragères aux systèmes de cultures de façon particulière et celle de l'élevage à l'agriculture de façon générale est l'une des alternatives pour prévenir ou mettre fin aux conflits liés à la gestion du pâturage d'une part et d'autre part, elle permet d'augmenter le revenu des ménages. Enfin l'intégration des cultures fourragères aux systèmes de cultures pourrait réduire le coût des productions agricoles à travers l'utilisation de la fumure organique.

I-2 Contraintes liées à l'intégration des légumineuses fourragères aux systèmes de cultures à base de céréale

Les contraintes liées à l'introduction des légumineuses dans les systèmes de culture peuvent être d'ordre technique ou d'ordre socio-économique. Au plan technique, les légumineuses sont exigeantes en phosphore (Baligar et Fageria, 2007 ; César *et al.*, 2004 ; Carsky *et al.*, 2003) et la plupart d'entre elles ne produisent pas suffisamment. Il y a aussi une insuffisance d'information sur l'itinéraire technique de certaines légumineuses. Les travaux de synthèse faite par Carsky *et al.* (2003) montrent que l'apport de phosphore (P) permet d'augmenter le nombre de nodosités des légumineuses et leur poids frais. Baligar et Fageria (2007) rapportent que le seuil critique de P dans un Oxsol pour le niébé est de 13 mg / kg de sol selon la méthode Bray 1. L'association des légumineuses à d'autres cultures (céréales) peut être source de compétition pour la lumière, l'eau et les éléments minéraux, ce qui peut affecter les rendements des cultures (Lithourgidis *et al.*, 2011).

En plus les légumineuses fourragères ont toutes un bon pouvoir germinatif mais leur inconvénient réside dans leur faible pérennité. Elles sont sensibles au broutage, se laissent envahir par les adventices et ne résistent généralement pas plus de deux ou trois ans en système pâturé (César *et al.*, 2004). Il faut donc prévoir dans ces conditions leur remplacement périodique. Il existe également des contraintes liées au respect du calendrier cultural et à la conservation des fanes. Les légumineuses fourragères exigent d'être semées en début juillet, sinon une perte importante de leur biomasse est observée. La période de récolte de ces légumineuses coïncide avec celle des autres cultures et il est difficile pour les producteurs de trouver de la main d'œuvre en cette période ; la fauche des fanes intervient également en hivernage (septembre-octobre), rendant ainsi difficile le séchage et la conservation.

Au plan socio-économique, les contraintes peuvent être liées à l'absence de valeur nutritive pour certaines légumineuses, l'absence de débouché pour d'autres légumineuses et l'insuffisance du capital d'exploitation (Ouedraogo, 2004 ; Carsky *et al.*, 2003). La faible disponibilité des terres cultivables défavorise la culture des légumineuses au profit des céréales et du coton dans certaines zones. Au plan social, les éleveurs ayant l'habitude d'utiliser le fourrage naturel ont du mal à considérer le fourrage comme une spéculation à part entier pouvant booster leur situation économique.

En plus la mise en place d'une culture fourragère demande un gros travail : souvent un travail du sol, un défrichage ou un sarclage, toujours un semis ou un bouturage. Ensuite, dès que la plante est levée, il faut clôturer pour assurer sa protection d'une haie sèche ou vive. En saison des pluies, le paysan, surchargé de travail, accepte difficilement de fournir des efforts supplémentaires pour des animaux qui peuvent se nourrir tout seuls (César *et al.*, 2004).

En plus la disponibilité en terres et donc le système foncier est sans doute l'obstacle majeur au développement des cultures fourragères chose qui fait que les superficies consacrées aux légumineuses fourragères sont réduites.

A toutes ces contraintes, il faut ajouter les coûts du travail du sol, des semences, d'une fertilisation minimale, nécessaires pour assurer la réussite de la culture ; sans oublier le coût de la gestion, de la surveillance et de la clôture souvent indispensable si le propriétaire de la culture fourragère veut en bénéficier.

I-3 Contraintes liées à la disponibilité de fourrage en saison sèche au Burkina Faso

Au cours des dernières décennies, l'élevage du Burkina Faso a été marqué par un accroissement des effectifs du cheptel (bovins, ovins, caprins, camelins, asins, équins, etc.) (MRA, 2011). Cet accroissement est surtout lié à la maîtrise des grandes maladies animales, associée à l'explosion démographique, à l'amélioration des techniques d'élevage, etc. ; ce qui a entraîné, naturellement, une augmentation des besoins en fourrage. Si pendant les premiers moments, cette hausse continue des besoins alimentaires du bétail n'a pas constitué un problème compte tenu des disponibilités fourragères de l'époque, la situation a progressivement changé. En effet, l'extension rapide des surfaces cultivées (en relation avec la démographie galopante), les sécheresses répétées, l'érosion et les dégradations multiformes provoquées par les hommes et les animaux, ont fortement réduit les espaces pâturables.

L'action conjuguée de ces différents facteurs s'est traduite par une difficulté croissante d'alimentation des animaux et une importante fluctuation saisonnière des performances de productions animales. Pour pallier à cette situation, les éleveurs ont souvent opté pour la transhumance et quelquefois, la migration vers des zones écologiques plus favorables (Sawadogo, 2012 ; Boutrais, 2007 ; Kiema, 2002). Malheureusement, ces déplacements sont devenus de plus en plus difficiles car sources de nombreux conflits avec les populations des régions d'accueil.

L'alimentation constitue l'une des contraintes majeures de la production animale chez les ruminants domestiques en saison sèche (Figure 1). En effet, l'alimentation de base de ces derniers est fournie par les pâturages naturels alors que ces ressources connaissent des variations qualitatives et quantitatives dans le temps et dans l'espace (Kaboré-Zougrana, 1995), lesquelles variations affectent plus ou moins directement les performances de production. Durant la saison sèche, les pâturages naturels, dominés par les graminées annuelles, se retrouvent à l'état de paille et deviennent rares et peu nutritives. Elles ne peuvent donc pas assurer à elles seules, la couverture des besoins d'entretien des animaux, et encore moins ceux de production; d'où la nécessité de recourir à une complémentation en azote, en énergie, en vitamines et en minéraux.

Les résidus de récoltes utilisés en zone agropastorale sont en général gaspillés car les techniques de conservation et de valorisation ne sont pas souvent maîtrisées. Ainsi, Breman et De Ridder (1991) cités par Kima (2008) ont estimé des pertes de 65% pour les pailles de céréales et de 35% pour les fanes de légumineuses. Enfin, les sources alimentaires les mieux adaptées sont les concentrés à savoir les sous-produits agro-industriels (SPAI) dont la teneur élevée en matières azotées et d'autres éléments nutritifs a été mentionnée par plusieurs auteurs (Kaboré-Zougrana *et al.*, 1996 ; Kaboré-Zougrana, 1995 ; Kiema, 1991). Cependant, les coûts élevés et la non disponibilité de ces sous-produits agro-industriels qui représentent au Burkina Faso les principaux intrants alimentaires en élevage, constituent les principales entraves à l'intensification des productions animales (Sedogo, 1999 ; Zoundi *et al.*, 1996 ;).

Dulor et Dauzier (1986), cités par Kima (2008) indiquent que l'alimentation constitue le premier poste de dépense dans l'établissement des coûts de production en élevage. A la recherche de solutions pouvant permettre de faire face à toutes ou parties de ces difficultés, plusieurs recherches sont menées de nos jours sur la substitution totale ou partielle des SPAI par les légumineuses herbacées, ligneuses (feuilles et/ou gousses) et certaines graminées

fourragères cultivées qui ont des valeurs nutritives intéressantes et à même de favoriser la fertilité et la protection des sols. Cette complémentarité avec les légumineuses et les graminées fourragères cultivées constitue une alternative à explorer pour lever les contraintes alimentaires et améliorer la rentabilité économique. L'utilisation de ces produits localement disponibles permettra d'équilibrer les rations à base de fourrages pauvres, et pallier de ce fait aux déficiences nutritionnelles des animaux domestiques durant les périodes de soudure, et donc de réduire les pertes de poids.



Figure 1 : Estimation de la production de biomasse au Burkina Faso en 2013

I-4 La culture du maïs au Burkina Faso

Le maïs est une plante originaire d'Amérique du centre, elle est la troisième céréale cultivée au monde après le blé et le sorgho. Au Burkina Faso, le maïs est également la troisième culture après le sorgho et le mil (DGPSA/MAHRA, 2009 ; Sanou, 2003). Toutefois, il faut noter que sa production est en nette évolution ces dernières années avec l'apparition de culture irriguée du maïs en contre saison. Kiba (2012) note une augmentation de la production de maïs du pays près de cinq cent mille (500 000) tonnes de 1984 à 2008. Le maïs est cultivé pour ses grains utilisés dans l'alimentation humaine et animale, également pour sa paille qui est utilisée dans l'alimentation animale. La culture du maïs au Burkina Faso est essentiellement pluviale, toutefois un effort est entrepris avec la petite irrigation ces dernières années (Zoma, 2010). D'après Le conte (1957) cité par Zoma (2010), la culture est caractérisée par trois types de champs : les champs de case, les champs de villages et les champs de brousse, dans lesquels, le producteur utilise différents cultivars locaux. Selon Traoré (1997), la distribution naturelle du maïs au Burkina est fortement tributaire des conditions climatiques prévalant dans les différentes zones du pays. Des variétés sont donc recommandées prioritairement en fonction de la zone écologique, des besoins du consommateur mais aussi selon le niveau du producteur. La productivité du maïs au Burkina est limitée par des contraintes pédoclimatiques et techniques (Marchand et *al.*, 1997 cité par Sanou, 2011). Les contraintes pédoclimatiques se résument à l'insuffisance et l'irrégularité des pluies, la dégradation et l'appauvrissement des sols, la pression des mauvaises herbes et des maladies, etc. Quant aux contraintes techniques, elles ont trait, d'une part à la non application des itinéraires techniques et d'autre part au coût élevé des intrants.

I-5 Généralités sur Niébé Fourrager

Le niébé est une légumineuse annuelle cultivée surtout dans les régions tropicales et subtropicales. Il dispose d'un potentiel important en protéines, en énergie et en vitamines aussi bien pour les hommes que les animaux. C'est la légumineuse vivrière la plus importante et la plus cultivée dans les régions d'Afrique tropicale.

I.5.1. Description

Le niébé de son nom scientifique *Vigna unguiculata* est une légumineuse cultivée appartenant à la famille des Fabaceae. C'est une herbacée annuelle à port rampant, érigé ou intermédiaire. Le système racinaire est solide, pivotant, avec d'abondantes ramifications portant des nodules à rhizobium. Les tiges sont grêles, cylindriques, généralement glabres lisses ou rugueuses. Les feuilles sont alternes, trifoliées et portées par des pétioles de 5 à 25 cm. Les inflorescences sont axillaires et portées par un long pédoncule. Les fleurs sont en paires alternées; elles sont hermaphrodites avec des couleurs variables (blanche, jaune, bleu-pâle, violacée). Les fruits sont des gousses de taille, de forme et de couleur variables. Ces gousses sont normalement indéhiscentes et renferment 8 à 20 graines.

I.5.2. Origine et dispersion géographique

Le niébé serait originaire de l'Afrique occidentale et très vraisemblablement du Nigeria où les espèces sauvages et adventices pullulent dans les savanes et les forêts (IITA, 1982). C'est une légumineuse à graines importantes, cultivée dans les régions tropicales et subtropicales. Sur 80 millions de superficie mondiale sous culture de niébé ,60 millions sont emblavées en Afrique (Montimore *el al.*, 1997) et plus de la moitié de la production mondiale compte pour l'Afrique et est estimée à environ 3,36 millions de tonnes (Duke, 1990). Le niébé est profondément intégré aux pratiques culturales dans les régions tropicales et subtropicales où il est généralement associé à d'autres spéculations comme le maïs, le sorgho, le mil ou le manioc (Jackaï et Daoust, 1986). Il joue un rôle capital dans les systèmes culturaux en restaurant la fertilité des sols par la fixation de l'azote atmosphérique.

I.5.3. Ecologie

Le niébé se développe dans les conditions de chaleur et de luminosité intense. Il vit bien dans les sols profonds et bien drainés et est tolérant à la sécheresse ainsi qu'à la salinité du sol.

Etant une plante des régions tropicales et subtropicales, le niébé supporte des températures variant entre 25 et 28°C et une pluviométrie variant entre 750 et 1000 mm (Anochili, 1978); l'excès d'eau lui est préjudiciable. Par contre, le niébé peut se développer sous des conditions environnementales variées et sur des sols pauvres sans addition d'engrais azotés. Il supporte une large variété de sols allant des sols à texture sableuse aux sols à texture argileuse légèrement alcalins (Jonhson, 1970). C'est une plante de jours courts (Anon, 1995). Si à l'instar d'autres légumineuses le niébé a de grandes exigences en phosphore et en potassium, aucune fertilisation azotée n'est nécessaire surtout pour les variétés qui nodulent facilement à partir des rhizobiums contenus dans le sol. Par ce processus, le niébé cède 60 à 70kg/ ha de l'azote fixé dans l'atmosphère aux cultures suivantes (Rachie, 1985).

Le niébé, culture vivrière traditionnelle et culture de rente potentielle est, par ailleurs, bien adapté aux rudes conditions pédoclimatiques du sahel.

1.5.4. Importance et utilisation du niébé

Le niébé est la plus importante légumineuse à graines cultivée en Afrique tropicale à cause de sa richesse en protéines. Sa capacité à fixer l'azote atmosphérique lui confère le rôle de meilleur précédent cultural et du maintien de la fertilité des sols (Ahounou, 1990). C'est un aliment de base apprécié en Afrique car ses feuilles, ses gousses vertes et ses graines sèches peuvent être consommées et commercialisées. Les feuilles, les jeunes pousses et les graines immatures sont consommées comme légumes par les hommes. Les graines matures sont hautement nutritives et occupent une place importante dans l'alimentation humaine comme source principale de protéines végétales dans les régions tropicales où se posent des problèmes de déficits protéiques et de malnutrition chronique (Okigbo, 1978). Il fournit par ailleurs une quantité d'énergie appréciable estimée à 342 calories pour 100 grammes de graines (Oyenuga, 1968). Les graines sont en général trop coûteuses pour être utilisées comme aliment du bétail, mais on en fait usage dans une certaine mesure pour la volaille. Les graines de niébé broyées peuvent représenter le seul aliment azoté de la ration des ruminants (Rivière, 1977). Egalement, les feuilles sont consommées comme fourrage par les animaux (INRAB, 1995) et les résidus constituent une bonne source de fourrages (Tarawali *et al.*, 1997). En effet, la culture du niébé laisse après la récolte des gousses, tout l'appareil végétatif qui constitue les fanes pouvant constituer un fourrage de qualité si la récolte s'effectue au stade opportun en adoptant des techniques qui limitent les pertes de feuilles pendant la récolte et durant le stockage. Les fanes de légumineuses et particulièrement celles du niébé sont très utilisées en complémentarité dans les rations pauvres des ruminants

comme source importante de protéines pour les productions animales. Cette complémentation est effectuée dans le but d'améliorer la digestibilité de la ration, et donc la productivité. C'est ainsi que, Sawadogo (1989) a obtenu avec une ration composée uniquement d'*Andropogon gayanus*, une digestibilité de la MO de 49 %, qui est passée à 54 % lorsqu'il la complémente avec des fanes de niébé coupées après maturation.

Par ailleurs, le niébé est une composante essentielle des systèmes de cultures dans les zones de savanes en Afrique tropicale du fait de son rôle dans l'amélioration de la richesse du sol et de sa compatibilité avec plusieurs associations culturales.

I-6 Notion de culture associée

L'association culturale désigne la présence simultanée de plusieurs espèces occupant la même parcelle, leurs cycles culturaux peuvent se chevaucher. Les espèces végétales en association ne sont pas forcément plantées ou récoltées en même temps. Selon IIRR et ACT (2005) la diversification des cultures sur la même parcelle au même moment (car diversification entend rotation aussi ou plusieurs cultures dans une exploitation) permet une utilisation de plusieurs éléments nutritifs sur plusieurs horizons car celles-ci présentent des systèmes racinaires et des besoins en éléments nutritifs variés. Les agriculteurs associent fréquemment des espèces à cycles de développement variés : plantes pérennes, semi pérennes (bananier, canne à sucre, manioc, igname...) et annuelles. Elles peuvent être disposées en étages, avec des plantes hautes et basses : arborescentes, dressées, rampantes.... Selon Fovet-Rabot et Wybrecht (2002) les associations culturales peuvent être arrangées de façons diverses dans l'espace :

- de manière intercalée : les différentes espèces sont organisées en lignes ou en bandes alternées, parfois dans le but de protéger les plantes contre le vent ou le sol contre le ruissellement et l'érosion hydrique ;

- en mélange : dans ce cas-là il n'y a pas d'arrangement géométrique nettement observable.

La culture associée est opposée à la culture pure qui est la présence d'une seule culture sur la parcelle. En culture intensive, la culture pure conduit à la baisse de la fertilité du sol, l'exposition des champs aux maladies et l'envahissement par les adventices (IIRR et ACT, 2005). En effet, l'association minimise ces effets négatifs sur l'écosystème sinon les corrigent ainsi Fovet-Rabot et Wybrecht (2002) affirment qu'on observe d'une manière générale la réduction des attaques généralisées du champ en cultures associées, sauf pour les insectes non spécialisés comme les criquets. L'association culturale génère des intérêts économiques pour les exploitations par une augmentation de la production (Capillon et Séguy, 2002).

Selon Karfa (2002) la culture associée à longterm a été considérée par les agronomes comme rétrograde. Mais par les avantages qu'elle procure pour la sécurité alimentaire et l'importance qu'elle prenait en milieu paysan les pratiques de la culture associée ont fini par attirer l'attention des chercheurs. Parmi les avantages on peut citer :

- la production accrue obtenue de la pratique qui s'apprécie par le ratio de productivité relative ou Land Equivalent Ratio (LER) ;
- la couverture permanente du sol durant toute la période pluvieuse ;
- l'amélioration de la fertilité des sols grâce à la présence des légumineuses (arachide, niébé et haricot) dans l'association ;
- l'exploitation des sols à deux niveaux différents par la légumineuse et la céréale.

Mais, malgré les avantages que comportent ces pratiques, les rendements des paysans restent bas. Cette faiblesse s'expliquerait par le nombre d'espèces, les densités de semis, l'arrangement spatial et la chronologie de mise en place des cultures qui demeurent encore mal définis tant au niveau de la recherche qu'au niveau des producteurs.

I-7 Notion de performances agronomiques

La définition de la performance d'une exploitation varie suivant les auteurs. Gafsi et *al.* (2007) définissent la performance d'une exploitation agricole par la recherche et l'atteinte de revenus élevés, de la rentabilité technique et économique, de la pérennité de l'exploitation et de l'emploi. Cette notion se complète par l'efficacité et l'efficience de l'exploitation c'est-à-dire la réalisation des objectifs déjà fixés avec le minimum de moyens de production (Gafsi et *al.*, 2007). Bartoli (2005) renvoie la notion de performance à l'idée d'accomplir une action. Cette performance dépend de plusieurs critères en fonction des besoins des exploitations. Pour notre étude, les outils de mesure des performances agronomiques sont les rendements (en grains, en pailles, fanes et la biomasse totale) des cultures.

Chapitre II : Matériels et Méthodes

II-1 Description de la zone d'étude

La présente étude qui s'insère dans le projet ISIAE/CORAF s'est déroulée dans le village de Bolé situé dans la province de la Comoé à environ 30 Km de Banfora sur l'axe Banfora-Niangoloko (figure 2). Le village a été sélectionné à cause de son potentiel agropastoral mais aussi à cause du fait du fait que ce village fait partie des villages pilotes de l'APESS.

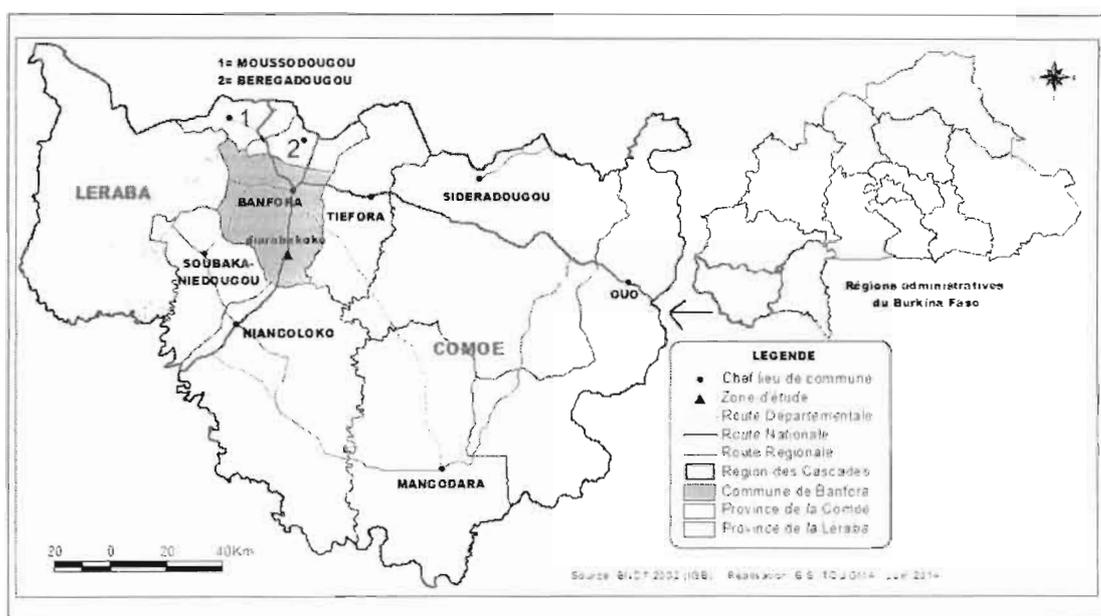


Figure 2 : Présentation de la zone d'étude

Le village est soumis à un climat de type sud-soudanien marqué par deux grandes saisons : une saison humide (d'avril à octobre) avec une pluviométrie qui peut dépasser 1400 mm et une saison sèche (de novembre à mars). La répartition des pluies dans le village connaît une grande variation interannuelle. Les températures moyennes annuelles sont comprises entre 17° C et 36° C. La générosité de la pluviométrie dans le village confère une formation végétale assez importante. On rencontre trois (03) types de sols dans le village :

- les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés, marginalement aptes à la culture de céréales, d'arachide et de coton ;

- les sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions et les sols peu évolués d'érosion lithique, favorables au pastoralisme et à l'arboriculture, marginalement aptes aux céréales (sorgho, mil, maïs et le riz) et moyennement aptes au cotonnier et à l'arachide ;
- les sols hydromorphes peu humifères à pseudogley de surface et les sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphes, marginalement aptes au sorgho, favorables au riz irrigué et au maraîchage.

De façon générale, ces sols sont aptes à la culture du coton, du maïs et des tubercules (manioc, igname, taro).

Les groupes ethniques rencontrés dans le village sont essentiellement les peulh, les mossis, les Goins, les Karaboro, les Turka et les Sénoufo.

L'agriculture et l'élevage sont les principales activités socio-économiques des habitants du village. L'agriculture est essentiellement basée sur la culture du maïs qui occupe une grande partie des sols. Selon l'étude prospective du projet, les légumineuses fourragères sont très peu connues dans le village. La légumineuse la plus rencontrée est l'arachide mais est toujours cultivé pur sans association avec d'autres spéculations.

L'élevage est pratiqué environ par les 2/3 de la population du village et est essentiellement extensif. Les animaux d'élevage rencontrés sont les Bovins, les ovins et les caprins. La transhumance est le mode de conduite des animaux le plus répandu dans le village.

II-2 Matériels

Le matériel végétal utilisé était constitué de maïs (*Zea mays*) et de niébé (*Vigna unguiculata*). Le maïs (*Zea mays*) utilisé est la variété locale cultivée par les producteurs. Le niébé (*Vigna unguiculata*) utilisé est la variété K VX-745-11P.

Le matériel physique concernait des parcelles d'expérimentation en milieu paysan, des engrais minéraux NPK (15 - 22 - 15) et de l'Urée (46%). Des petits équipements de travail et de mesure constitués de ficelles, des piquets en bois, des rubans métriques, des tarières pour le prélèvement de sol, des sachets plastiques pour le conditionnement des échantillons de terre, une botteuse et une balance ordinaire ont été utilisés pour la confection des bottes de niébé et leur pesé.

II-3 Dispositif expérimental

L'identification des producteurs a été faite par les responsables APESS de Banfora après une rencontre de concertation avec l'ensemble des producteurs de Bolé. Il s'agissait pour eux de voir les producteurs capables et motivés pour la mise en place des essais dans leurs champs. A cet effet trois producteurs ont été retenus par les responsables APESS pour la mise en place des essais.

Le dispositif expérimental considérait chaque producteur-expérimentateur comme répétition. Les traitements mis en place étaient constitués de maïs en culture pure(T1), de maïs-niébé fourrager en culture associée(T2) et enfin de niébé fourrager en culture pure(T3).Chaque parcelle élémentaire avait une superficie de 0,25 ha.

Enfin, des carrés de rendement de 1 m² identifiés de façon aléatoire par jet de bâton et au nombre de 4 placettes ont été placées au niveau des traitements T1 et T2.

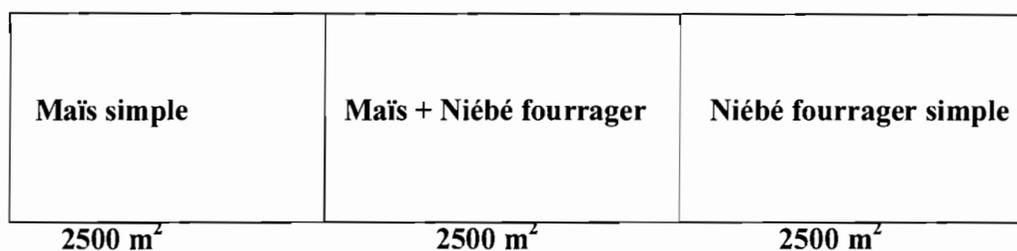


Figure 3: Dispositif expérimental de l'étude

II-4 Conduite des essais

Les essais ont été implantés entre le 22 juillet et le 04 août 2013.L'itinéraire technique consistait à semer du maïs (aux écartements de 40 cm x 80 cm) après un labour en billons pour les parcelles T1 et T2. Le niébé a été semé environ 10 à 15 jours après le maïs dans les interlignes. Le complexe NPK (150 kg/ha) et l'urée (50 kg/ha) ont été apportés sur le maïs (en culture pure et en association) en utilisant la technique de micro dose à raison de 2g/poquet de maïs. Tous les producteurs ont pu faire qu'un seul sarclage au niveau de leur parcelle maïs à des dates différentes. Une fiche de collecte des données (en annexe) nous a permis de collecter des données relatives à l'évolution de la taille des plants de maïs présents dans les carrés de rendement, le poids de leurs biomasses aériennes et épis.

Les mesures de rendements ont été effectuées également sur les carrés de rendements pour ce qui est des rendements grains du maïs. Mais, elles ont été faites sur toute la parcelle pour ce qui concernait les rendements biomasses fourragères du niébé.

Pour ce qui concerne les échantillons du sol, ils ont été prélevés à deux niveaux du sol : un premier niveau qui a concerné l'horizon 0-10cm et le deuxième niveau qui a concerné l'horizon 10-20cm. Ces échantillons du sol ont été analysés dans le laboratoire du Bureau National des Sols du Burkina(BUNASOLS) à Ouagadougou.

II-5 Analyse des données

Le logiciel Microsoft EXCEL 2010 a été utilisé pour la saisie de nos données et la réalisation de nos graphiques. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel XLSTAT 2013.5.08. Elles ont porté sur l'analyse de variance pour étudier l'effet des traitements suivie d'une séparation des moyennes si l'analyse de variance a révélé des effets significatifs des traitements sur les paramètres mesurés.

II-6 Calcul du LER (*Land Equivalent Ratio*)

Le LER correspond à la surface de sol nécessaire pour obtenir en culture pure les mêmes rendements qu'en culture associée (Willey, 1979). Lorsque le LER est supérieur à 1 cela signifie que l'association utilise les ressources du milieu avec une meilleure efficacité que les cultures pures. Lorsque le LER est inférieur à 1, ce sont les cultures pures qui sont plus efficaces que les cultures associées. Le LER se calcul de la façon suivante :

LER= (*rendement maïs associé/rendement maïs en culture pure*) + (*rendement légumineuse associée/rendement légumineuse en culture pure*)

Chapitre III : Résultats et Discussions

3.1. Résultats

3.1.1. Paramètres pédologiques

Niveau de Fertilité des Sols

Le tableau 1 ci-dessous présente les résultats d'analyses chimiques des échantillons de sol prélevés chez les trois producteurs expérimentateurs du village de Bolé, les différentes cotations ainsi que les niveaux de fertilité de leurs sols. L'objectif de ces analyses était de pouvoir se faire une idée sur le niveau de fertilité des sols au démarrage des cultures chez tous les producteurs.

A l'aide du manuel de détermination des classes de fertilité des sol tropicaux du BUNASOLS et en se basant sur les paramètres essentiels d'appréciation des classes de fertilité que sont la matière organique, la somme des bases échangeables et le pH de l'eau ; une seule classe de fertilité se dégage dans notre zone d'étude.

Tableau 1 : Résultats d'analyse des échantillons de sols

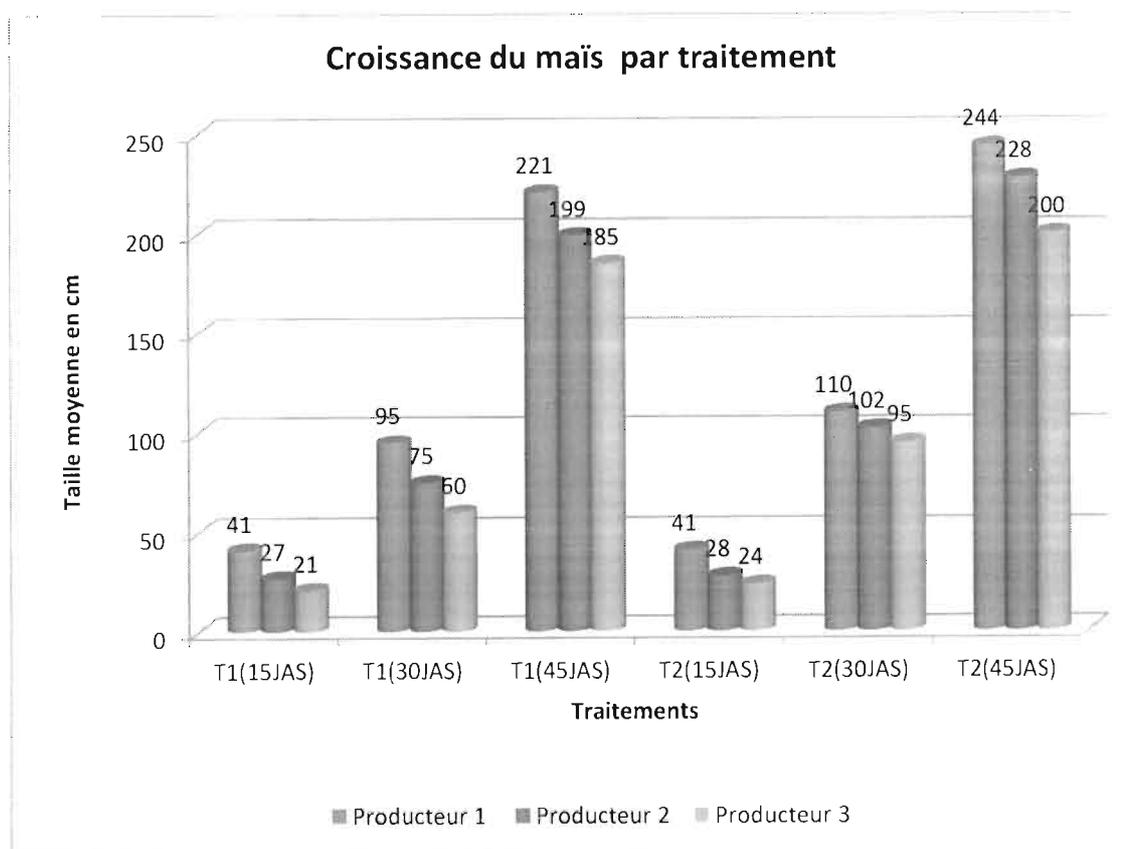
Paramètres évalués	Horizon 0-10 cm			Horizon 10-20 cm		
	Prod 1	Prod 2	Prod 3	Prod 1	Prod 2	Prod 3
MO	2,37 ± 0,28	2,47 ± 0,40	2,27 ± 0,73	1,59 ± 0,15	2,31 ± 0,55	2,87 ± 0,44
Cotation MO	4	4	4	3	4	4
C total %	1,37 ± 0,16	1,44 ± 0,23	1,31 ± 0,42	0,92 ± 0,08	1,34 ± 0,32	1,66 ± 0,26
N total %	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,02	0,10 ± 0,03	0,07 ± 0,00	0,10 ± 0,03	0,12 ± 0,02
Cotation N total	3,5	3,5	3,5	3	3,5	3,5
C/N	14,01 ± 0,26	13,83 ± 0,27	13,36 ± 0,86	13,27 ± 0,62	13,35 ± 0,88	13,68 ± 0,67
P total en ppm	191,37 ± 18,96	221,44 ± 24,23	297,96 ± 36,14	133,94 ± 13,75	183,14 ± 33,87	232,37 ± 24,23
Cotation P total	2,25	3	3	2,75	2,75	3
K total en ppm	2719,50 ± 329,90	2969,25 ± 946,76	3898,88 ± 433,17	2997,00 ± 644,06	3468,75 ± 1560,26	3718,50 ± 387,18
Cotation K	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
Calcium	1,60 ± 0,14	2,84 ± 0,84	2,20 ± 0,63	1,44 ± 0,15	2,53 ± 1,12	1,79 ± 0,50
Magnésium	1,02 ± 0,08	0,98 ± 0,13	1,51 ± 0,36	0,75 ± 0,04	0,78 ± 0,18	1,04 ± 0,19
Potassium	0,29 ± 0,08	0,17 ± 0,04	0,91 ± 0,45	0,33 ± 0,09	0,13 ± 0,04	0,62 ± 0,25
Sodium	0,11 ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,38 ± 0,16	0,13 ± 0,05	0,07 ± 0,03	0,25 ± 0,09
Somme des bases (S)	3,02 ± 0,20	4,07 ± 0,99	4,99 ± 1,45	2,64 ± 0,18	3,51 ± 1,33	3,70 ± 0,92
Cotation pour S	2	2	2	2	2	2
CEC méq/100g	4,41 ± 0,27	5,96 ± 1,13	7,10 ± 1,11	3,93 ± 0,26	5,30 ± 1,49	5,22 ± 0,78
Cotation CEC	2	2,5	2,5	2	2,5	2,5
Taux de saturation (S/T) %	68,75 ± 2,87	68,25 ± 10,53	69,75 ± 10,78	67,25 ± 4,99	65,00 ± 8,91	69,75 ± 8,38
Cotation Taux Saturation	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Ph eau	8,1	8	8,3	7,9	8,2	8
Cotation Ph eau	3	3	3	3	3	3
Cotation finale	23,5	24,75	24,75	22,5	24,5	24,75
Niveau de fertilité	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas	Bas

Légende : Prod= Producteur ; MO= Matière Organique ; C= Carbone ; P= Phosphore ; N= Azote ; K= Potassium ; CEC= Capacité d'Echange Cationique

3.1.2. Paramètres agronomiques

3.1.2.1. Effet des traitements sur la croissance du maïs

La figure 4 présente la croissance moyenne des plants de maïs en fonction des traitements. A 15 jours après semis les tailles moyennes des plants de maïs au niveau des traitements T1 et T2 sont presque les mêmes chez les trois producteurs. Mais au-delà de 15 jours après semis les tailles moyennes des plants de maïs au niveau des traitements T2 sont supérieures à celles des plants de maïs des traitements T1 chez tous les producteurs. De façon générale la taille des plantes chez le producteur 1 dans les différents traitements est supérieure à celles des plantes des producteurs 1 et 2. A tous les niveaux le producteur 3 présente des tailles moyennes inférieures à celles des deux autres producteurs.



Légende : T1= Traitement1 ; T2= Traitement2 ; JAS= Jours Après Semis.

Figure 4 : Variation de la taille moyenne des plants de maïs en fonction des traitements

3.1.2.2. Effet des traitements sur le rendement grains du maïs

Le tableau 2 présente l'analyse statistique de l'effet des traitements sur le rendement grains chez le producteur 1, 2 et 3. Ces rendements sont présentés par traitement en Kg par hectare (ha). Chez le producteur 1, l'analyse de variance et les tests de Newman-Keuls et de Duncan au seuil de 5% montrent qu'il existe une différence hautement significative entre les rendements grains des traitements maïs pur et maïs-niébé.

Chez les producteurs 1 et 2, il ressort qu'il existe également une différence significative entre les rendements grains des traitements maïs pur (T1) et maïs-niébé (T2) selon l'analyse de variance et les tests de Newman-Keuls et de Duncan au seuil de signification de 5%.

Tableau 2 : Variation des rendements grains du maïs en fonction des traitements.

Traitements	Producteur 1	Producteur 2	Producteur 3
Maïs pur	2600 ± 850 ^a	2200 ± 950 ^a	1900 ± 650 ^a
Maïs-Niébé	4000 ± 1015 ^b	1700 ± 550 ^b	1100 ± 685 ^b
Probabilité	0,001	0,02	0,02
Signification	HS	S	S

Légende : *HS*= Hautement Significatif ; *S*= Significatif

*Les valeurs suivies des lettres *a* et *b* dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5 %

3.1.2.3. Effet des traitements sur la production de biomasse du maïs

Le tableau 3 présente l'analyse statistique de l'effet des traitements sur la production de biomasse du maïs chez les producteurs 1, 2 et 3. Ces différentes productions sont exprimées en Kg par hectare (ha). Chez tous les producteurs, les résultats obtenus à partir de l'analyse de variance et les tests de Newman-Keuls et de Duncan au seuil de 5% montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre la production de biomasses tiges et épis des traitements T1 et T2. Cependant, il existe une différence de moyenne entre producteurs plus remarquable au niveau de la production biomasse tige. En effet les moyennes les plus élevées se rencontrent chez le producteur 1 et les plus faibles se rencontrent chez le producteur 3.

Tableau 3: Effet des traitements sur la production de biomasse du maïs chez les producteurs

Traitements	Producteur 1		Producteur 2		Producteur 3	
	PMT	PME	PMT	PME	PMT	PME
Maïs-Niébé	3200± 730 ^a	4300± 1050 ^a	2350± 750 ^a	3250± 960 ^a	1950± 580 ^a	1350± 820 ^a
Maïs pur	2900± 650 ^a	3060± 1070 ^a	2150± 725 ^a	2500± 835 ^a	2120± 645 ^a	2250± 975 ^a
Probabilité	0,32	0,2	0,12	0,23	0,53	0,16
Signification	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>

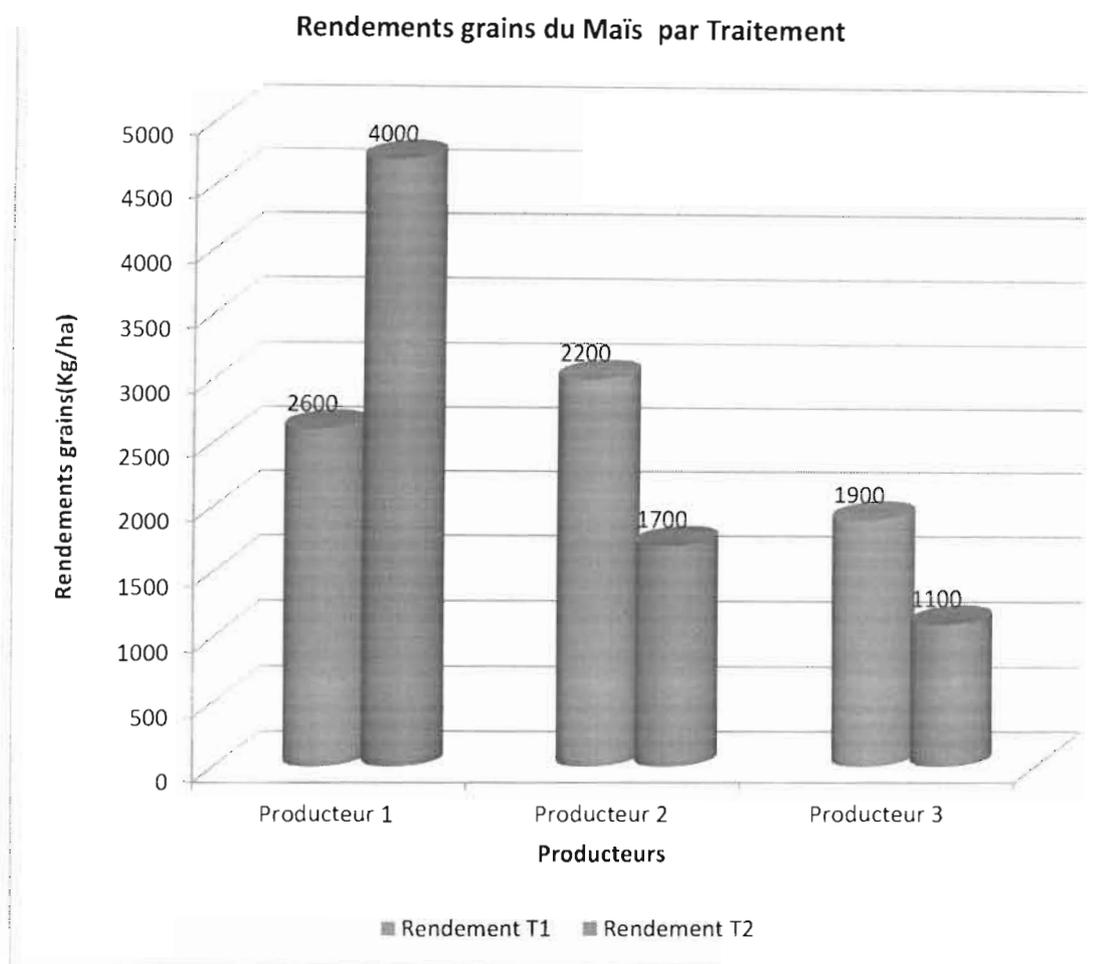
Légende : *NS*= Non Significatif ; *PMT*=Poids Moyen des Tiges ; *PME*=Poids Moyen des Epis

*Les valeurs suivies d'une même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %

3.1.2.4. Variation des performances agronomiques des différentes spéculations en fonction du système de culture

Variation du rendement grains du maïs

La figure 5 présente les rendements grains du maïs par producteur et par traitement. Au niveau du producteur 1 le rendement de la parcelle sous maïs pur(T1) est inférieur à celui de l'association maïs-niébé(T2). Chez les autres producteurs les rendements maïs grains dans les traitements T1 sont nettement supérieurs à ceux des traitements T2.



Légende : T1= Traitement1 ; T2= traitement2

Figure 5 : Rendement grains du maïs par Producteur et par Traitement

Variation de la biomasse de niébé fourrager

La figure 6 présente les productions de biomasse Niébé Fourrager par producteur et par traitement. Chez tous les producteurs les productions de biomasse niébé fourrager sont plus élevées dans les traitements Niébé pur(T3) que dans les traitements maïs-niébé(T2).

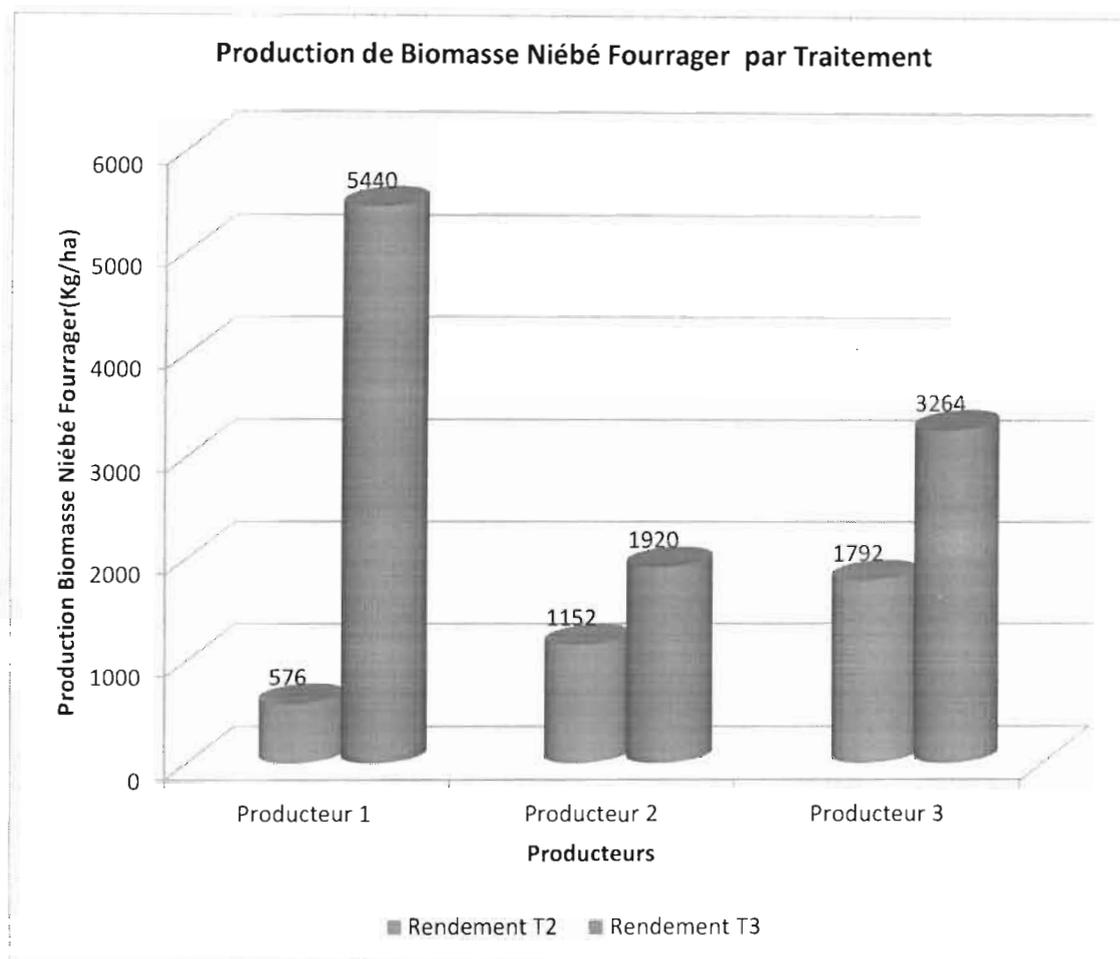


Figure 6 : Production biomasse Niébé Fourrager par Producteur et par Traitement

3-1-2-5 Valeurs du LER chez les producteurs

Le tableau 4 présente les différentes valeurs du LER (*Land Equivalent Ratio*) observées chez les producteurs expérimentateurs du village de Bolé. Toutes les valeurs du LER sont supérieures à 1. C'est donc dire que l'association de cultures utilise les ressources du milieu avec une meilleure efficacité que les cultures pures.

Tableau 4 : Différentes valeurs du LER observées chez les producteurs expérimentateurs

Producteurs expérimentateurs	Valeurs du LER
Producteur 1	1,63
Producteur 2	1,16
Producteur 3	1,12

Légende : LER= *Land Equivalent Ratio*

3-2 DISCUSSIONS

3-2-1 Niveau de Fertilité des sols

Le tableau 1 présente les résultats d'analyse de sol et des classes de fertilité chez les producteurs expérimentateurs du village de Bolé avant la mise en place des différents traitements. Ces résultats montrent que les sols utilisés pour les essais ont le même niveau de fertilité. Ces résultats nous amènent à émettre l'hypothèse selon laquelle la variation des performances agronomiques au niveau des producteurs expérimentateurs n'est pas liée au niveau de fertilité intrinsèque des sols. Cette variation de performances serait due aux modes de conduite des opérations culturales : dates de semis, de sarclages et d'apports du complexe NPK-Urée. Nos résultats sur les performances agronomiques chez les producteurs confirment donc l'hypothèse émise. Mais il faut noter que les paramètres chimiques à eux seuls s'avèrent insuffisants pour discuter du niveau réel de fertilité d'un sol. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par N'goran et *al.*, (2011) qui ont estimé dans leurs travaux sur les performances agronomiques des associations culturales igname –légumineuses alimentaires dans le centre-ouest de la Côte d'Ivoire que la variation de performances entre producteurs ayant le même niveau de fertilité est due aux conditions climatiques, aux dates de semis et aux modes de conduites des exploitations.

3-2-2 Performances agronomiques

3-2-2-1 Croissance du maïs

Les résultats obtenus en terme de croissance du maïs montrent qu'à 15 jours après semis les tailles moyennes des plants de maïs sont sensiblement les mêmes au niveau des traitements T1 et T2 chez tous les producteurs. Mais au-delà de 15JAS, chez tous les producteurs la croissance dévient plus rapide dans les traitements T2 comparativement aux traitements T1. Cela pourrait s'expliquer par l'effet de l'association du niébé qui est intervenue environ 15JAS du maïs chez tous les producteurs. Le niébé étant une légumineuse, de par sa capacité de fixation de l'azote atmosphérique a donc stimulé la croissance des plants de maïs évoluant dans les traitements T2. Nos résultats corroborent ceux de Bado (2002) qui estime que les légumineuses utilisées en association dans les systèmes de cultures permettent une meilleure croissance de ces cultures en fixant et en intégrant une partie de l'azote atmosphérique dans le système. En plus, Danso (1995) estime également que l'azote de la fixation symbiotique a une contribution plus importante pour la croissance des plantes comparativement aux engrais azotés appliqués dans l'agriculture des pays en développement. Cependant, la croissance

moyenne de façon générale varie d'un producteur à un autre. Le producteur 1 possède de meilleures croissances comparativement aux autres. Cela pourrait s'expliquer par le mode de conduite des parcelles : la précocité du labour et des dates de semis, l'écart entre les dates de semis et l'apport de fertilisants minéraux, les dates de sarclage, l'apport de fumure organique et le niveau de fertilité du sol.

3-2-2-2 Rendement grains maïs

Les résultats statistiques obtenus à partir de l'ANOVA et les tests de Newman-Keuls et de Duncan au seuil de 5%(Tableau 2) montrent qu'il existe une différence significative entre les rendements grains maïs des traitements T1 et T2 chez tous les producteurs expérimentateurs. Chez le producteur 1, le rendement grain obtenu dans le traitement T2 est nettement supérieur à celui obtenu dans le traitement T1. Cela est dû à l'effet des précédents culturaux et à l'utilisation de la fumure organique car à travers nos échanges avec ce producteur il ressort que de 2010 à 2012, il a été cultivé successivement de l'arachide(2010,2011) et du mucuna (2012) sur la parcelle T2 (Annexe 5). Or, l'arachide et le mucuna sont des légumineuses qui ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique augmentant ainsi le niveau de fertilité des parcelles où elles sont présentes. En plus le traitement T2 a connu deux années successives(2011,2012) le parcage d'une trentaine d'animaux durant une période de 2 à 3 mois ; pratique qui contribue à augmenter davantage le niveau de fertilité de la dite parcelle. Nos résultats sont similaires à ceux de Azontondé(1993) qui indiquait qu'en 1988 le rendement grain du maïs était de 1300Kg/ha en culture pure et de 200Kg/ha en association avec le mucuna et que 5 ans après(en 1993) le rendement grain du maïs en association (2 800 kg / ha) avec le mucuna est supérieur à celui obtenu en culture pure (600 kg / ha). De même les travaux de Bünemann *et al.* (2004) suggèrent que la rotation maïs/crotalaire offre des possibilités intéressantes d'augmenter les rendements du maïs par rapport à la culture continue du maïs et à la rotation maïs/jachère naturelle. Dans le même ordre d'idées, Baijukya *et al.* (2006) ont obtenu après l'incorporation de résidus de légumineuses, des rendements en grain de maïs de l'ordre de 2,3 ; 2,2 et 0,9 t / ha respectivement pour les résidus de *Mucuna pruriens*, *Crotalaria grahamiana* et le témoin. Ces résultats ont conduit Baijukya *et al.* (2006) à conclure que les résidus de légumineuses induisent une contribution significative à la production du maïs.

Par contre chez les producteurs 2 et 3, les rendements grains obtenus dans les traitements T1 sont supérieurs à ceux obtenus dans les traitements T2. Les données de notre étude pourraient s'expliquer par la faible densité de peuplement du maïs sur les parcelles d'association

comparées aux parcelles de culture pure. Elles pourraient s'expliquer également par la concurrence entre les deux cultures pour les éléments nutritifs et l'eau et du fait que toutes nos parcelles T2 ici venaient de connaître pour leur première fois la culture d'une légumineuse. Nos résultats sont en conformité avec ceux de Coulibaly(2012) qui montrent que l'association de la légumineuse au maïs entraîne une baisse de rendement du maïs par rapport à sa culture pure, de façon non significative pour l'association maïs/mucuna et de façon significative pour l'association maïs/niébé au seuil de 5%. Les baisses de rendement de cultures associées par rapport aux cultures pures ont été observées au Bénin (Azontondé, 1993) et au Burkina Faso (Segda *et al.*, 2000) et (Traoré *et al.*, 1999). Azontondé (1993) estime qu'en première année d'étude, les rendements sont faibles sur les parcelles d'association céréale/légumineuse comparées aux parcelles de culture pure de céréale, mais que sur plusieurs années d'étude, les rendements augmentent sur les parcelles d'association et sont supérieurs à ceux obtenus sur les parcelles de culture pure. Cela traduirait la contribution des légumineuses dans l'amélioration de la fertilité du sol.

Cependant, nos résultats montrent une différence de performances au niveau même des producteurs. Cette différence de performances entre producteurs pourrait s'expliquer par les dates de labour et de semis, l'écart entre les dates de semis et l'apport de fertilisants minéraux, les dates de sarclage. Ces résultats corroborent ceux de Coulibaly(2012) qui estime que les facteurs de performances des cultures associées et cultures pure sont les opérations culturales.

3-2-2-3 Production de biomasse maïs

Les résultats statistiques obtenus à partir de l'ANOVA et les tests de Newman-Keuls et de Duncan au seuil de 5%(Tableau 3) montrent chez tous les producteurs qu'il n'y a pas de différence significative entre les productions de biomasses tiges et épis obtenues au niveau des traitements T1 et T2. Ces résultats sur la production de biomasse maïs nous permettent de conclure que la production biomasse totale sur des parcelles d'association maïs/légumineuse est supérieure à celle des parcelles de maïs pur. Ces résultats sont en conformité avec ceux d'Attiau(2013) et de Coulibaly(2012). Attiau(2013) indique une supériorité de biomasse totale dans les cultures associées maïs/mucuna comparativement aux cultures pures de maïs. Il estime donc que cette augmentation de la biomasse est due à l'augmentation du nombre de culture sur la parcelle. Les travaux de Coulibaly(2012) sur l'analyse comparative des systèmes de culture à base de maïs en culture pure ou en

association avec une légumineuse montrent que les cultures associées permettent de produire plus de biomasse par rapport aux cultures pures.

3-2-2-4 Production de biomasse niébé fourrager

Les résultats de la figure 6 montrent que chez tous les producteurs les productions de biomasse niébé fourrager sont plus élevées dans les traitements Niébé pur(T3) que dans les traitements maïs-niébé(T2). Cela pourrait s'expliquer non seulement par la faible densité de niébé dans les parcelles en association d'une part, et d'autre part par la concurrence entre les cultures associées pour l'espace, l'eau et certains éléments nutritifs. En effet, dans les parcelles en association(T2), le nombre de pieds de niébé est théoriquement réduit de moitié comparativement à la culture de niébé en pure(T3). Nos résultats confirment ceux de Coulibaly(2012) qui estime que les rendements des cultures prises individuellement sur les parcelles de cultures associées sont faibles par rapport à leurs rendements sur les parcelles de culture pure à cause de la concurrence entre les cultures associées pour l'espace, l'eau et certains éléments nutritifs.

En plus, il existe une différence même au niveau des producteurs expérimentateurs. Cette différence entre producteurs s'explique par les dates de semis et de sarclage, le niveau de fertilité des sols et l'arrière effet des précédents culturaux. Au niveau du producteur 1 qui a obtenu une forte production de biomasse (5440Kg/ha) dans son traitement T3, il ressort que cette parcelle T3 a été sous culture du cotonnier. C'est ce qui explique en partie la forte production de biomasse observée dans ce traitement quand on sait que la culture du cotonnier est très exigeante en matière de fertilisation pour une production satisfaisante. Ces résultats sont similaires à ceux de Gagnon et Beaulieu (2002) qui indiquent que les engrais appliqués sur les années précédentes ont des effets résiduels qui améliorent les productions des cultures des années suivantes.

3-2-3 Valeurs du LER (*Land Equivalent Ratio*)

Le tableau 4 présente les différentes valeurs du LER (*Land Equivalent Ratio*) observées chez les producteurs expérimentateurs du village de Bolé. Toutes les valeurs du LER sont supérieures à 1. Cela indique donc que les systèmes de cultures associées présentent un avantage potentiel pour l'économie de l'espace cultivable. Ces différentes valeurs du LER obtenues varient entre 1,12 et 1,63. On pourrait donc dire que les associations maïs/niébé fourrager permettraient d'économiser 12 à 63 % de superficie par rapport à la culture pure du

maïs et de légumineuses. Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par Coulibaly(2012), N'goran *et al.* (2011), Akédrin *et al.*,(2010), Justes *et al.*,(2009), Lawane *et al.*(2009) Zougmoré *et al.*,(2000). Ces auteurs expliquent leurs résultats par le fait que les deux espèces associées sont complémentaires d'un point de vue de l'utilisation des ressources en azote, d'un point de vue de l'utilisation de l'espace (en raison d'architectures aériennes très différentes) et d'un point de vue temporel (en raison de pics de croissance décalés). Nos résultats s'expliqueraient par le fait que si le maïs ne peut utiliser que l'azote minéral du sol, le niébé étant une légumineuse, elle a donc la capacité de fixer l'azote de l'air et cela lui permet de ne pas être en compétition avec le maïs pour cette ressource azotée. Au regard de ces résultats, on peut dire que les associations maïs/niébé fourrager ou maïs/légumineuses seraient des systèmes performants qui permettraient de mieux gérer l'espace dans un contexte d'augmentation de la population et du cheptel avec comme conséquence la pression sur la ressource terre.

Conclusion et Recommandations

L'objectif global de notre étude était l'intégration de la production de fourrage dans les systèmes de production existant. Spécifiquement, elle visait à démontrer que: (i) la production de niébé fourrager contribue à l'amélioration de la fertilité des terres agricoles, (ii) l'intégration de la production de fourrage contribue à une meilleure gestion des ressources naturelles. Ces objectifs dégagés cherchaient à vérifier deux hypothèses : (1) l'intégration du niébé fourrager aux systèmes de cultures à base de maïs a des meilleures performances agronomiques comparativement à la culture pure et continue du maïs; (2) l'intégration du niébé fourrager aux systèmes de cultures à base de maïs réduit les pressions humaines et animales sur les ressources naturelles.

Au terme de notre étude, il ressort que la première hypothèse est partiellement vérifiée car nos résultats sur le rendement grains maïs montrent que chez le producteur 1 le rendement obtenu au niveau du traitement T2 est supérieur au rendement obtenu au niveau du traitement T1 alors que chez les autres producteurs c'est le contraire. Chez tous les producteurs, les résultats obtenus à partir de l'analyse de variance et les tests de Newman-Keuls et de Duncan au seuil de 5% montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre la production de biomasses tiges et épis des traitements T1 et T2. Les résultats obtenus de la comparaison de biomasse niébé fourrager montrent que chez tous les producteurs les productions de biomasse niébé fourrager sont plus élevées dans les traitements Niébé pur(T3) que dans les traitements maïs-niébé(T2). Quant à notre deuxième hypothèse, elle est totalement vérifiée car les résultats du *Land Equivalent Ratio*(LER) montrent chez tous les producteurs expérimentateurs des valeurs de LER supérieures à 1 ; indiquant donc que les systèmes de cultures associées présentent un avantage potentiel pour l'économie de l'espace cultivable. L'étude révèle également que les associations maïs/niébé fourrager permettraient d'économiser 12 à 63 % de superficie par rapport à la culture pure du maïs et de légumineuses. Ces systèmes d'associations maïs-niébé sont donc des pratiques qui permettraient de mieux gérer l'espace cultivable de plus en plus rare, de diversifier la production sur une même unité de surface, d'assurer une sécurité alimentaire et fourragère et de contribuer à améliorer la fertilité du sol par la fixation symbiotique de l'azote de l'air grâce à la légumineuse.

Les résultats d'une seule année d'expérimentation présentés dans ce document et dans une seule localité de la province de la Comoé du Burkina Faso ne sauraient être extrapolés à l'ensemble de la province voire la région. En plus, au regard des variabilités interannuelles et des conditions climatiques, nous recommandons que l'étude :

- se poursuive sur plusieurs années et dans d'autres zones agro-écologiques pour confirmer les résultats et élargir leur champ d'application ;
- se poursuive sur les performances économiques afin de déterminer le produit brut, la charge brute, la marge brute et la marge brute par jour de travail des associations culturales maïs-niébé fourrager ;
- se poursuive afin d'évaluer l'arrière effet de l'intégration du niébé fourrager dans ces systèmes de cultures sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol ;
- se poursuive pour déterminer la valeur nutritive des ressources fourragères obtenues et d'évaluer la production animale qu'elles peuvent générer ainsi que leur valeur monétaire.

Références bibliographiques

- Ahounou D. M., 1990.** Elevage de *Maruca testulalis* (Geyer) (Lépidoptère). Cycle de développement et table de vie de l'insecte en conditions de laboratoire. Mémoire d'ingénieur. Université Nationale du Bénin (Faculté des Sciences Agronomiques), 81 P.
- Akakpo C., Amadji F. et Carsky R.J., 1999.** Intégration du mucuna dans les systèmes culturaux du sud Bénin pp 175-184, *In* : R. J.Carsky, A. C Etéka, J. D. H. Keatinge & V. M. Manyong (éditeurs), Plantes de couverture et gestion des ressources naturelles en Afrique occidentale Actes de l'atelier, Octobre, 1999, Iita, Ciepca, Cotonou (Benin) : 175-184.
- Akédrin T.N., N'Guessan K., Aké-Assi E. et Ake S., 2010.** Effet de Légumineuses herbacées ou subligneuses sur la productivité du maïs. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 8 (2) : 953- 963
- Anochili B., 1978.** Food crops production World crops, 39-42.
- Anon, 1995.** Fiche technique des cultures vivrières: céréales légumineuse à graines et tubercules. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) 75p.
- Anugroho F., Kitou M., Kinjo K. and Kobashigawa N., 2010.** Growth and Nutrient Accumulation of Winged Bean and Velvet Bean as Cover Crops in a Subtropical Region. *Plant Prod. Sci.* 13(4): 360—366
- Attiou O. C., 2013.** Effets de la fumure organique et de la demi-dose d'engrais sur les performances agronomiques et économiques de l'association maïs (*Zea mays*)-mucuna (*Mucuna deeringiana*) en situation réelle de culture dans la zone ouest du Burkina Faso : cas des villages de Koumbia et de Gombêlédougou. Mémoire de fin de cycle IDR. 42p.
- Azontondé A., 1993.** Dégradation et restauration des terres de barre (sols ferrallitiques faiblement désaturés argilo-sableux) au Bénin. *Cah. Orst. Sér. Pédol.*, 28 : 217-226.
- Bado B. V., 2002.** Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de doctorat : Université Laval-Québec, 197 p.
- Baijukya F.P., Ridder N. and Giller K.E., 2006.** Nitrogen release from decomposing residues of leguminous cover crops and their effect on maize yield on depleted soils of Bukoba District, Tanzania. *Plant and Soil*, 279:77-93
- Bambara D., Zoundi J.S. et Tiendrébéogo J.P., 2008.** Association céréale/légumineuse et intégration agriculture-élevage en zone soudano-sahélienne. *Cahiers Agricultures*, 17(3) : 297-301

- Baligar V.C. and Fageria N.K, 2007.** Agronomy and physiology of tropical cover crops. *Journal of Plant Nutrition*, 30: 1287-1339
- Bartoli A. 2005.** Le management dans les organisations publiques, Dunod. In : Hachette Livre- Management des entreprises, 35-48
- Bationo A., Lompo F. et Koala S., 1998.** Research on nutrient flows and balances in West Africa: state-of-the art. *Agri., Ecosys. and Envir*, 71 : 19-35
- Bayer C., Dieckow J., Amado T.J.C., Eltz F.L.F. and Vieira F.C.B., 2009.** Cover Crop Effects Increasing Carbon Storage in a Subtropical No-Till Sandy Acrisol. *Soil Science and Plant Analysis*, 40: 1499–1511
- Boddey R.M., Moraès Sà J.C., Alves B.J.R. and Urquiaga S., 1997.** The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in the tropics. *Soil Biol. Biochem.*, 29 (5/6) : 787-799
- Boutrais J. 2007.** Crises écologiques et mobilités pastorales au Sahel : les Peuls du Dallol Bosso (Niger). *Sécheresse*, 18: 5-12.
- Bünemann E.K., Smithson P.C., Jama B., Frossard E. and Oberson A., 2004.** Maize productivity and nutrient dynamics in maize-fallow rotations in western Kenya. *Plant and Soil.*, 264 : 195–208
- Carsky R.J., Douthwaite B., Manyong V.M., Sanginga N., Schulz S., Vanlauwe B., Diels J., Keatinge J.D.H., 2003.** Amélioration de la gestion des sols par l'introduction de légumineuses dans les systèmes céréaliers des savanes africaines. *Cahiers Agricultures*, 12 : 227-233
- César J., Ehouinsou M. et Gouro A., 2004.** Production fourragère en zone tropicale et conseils aux éleveurs. Rapport Procordel, CIRDES, Bobo-Dioulasso, 47 p.
- Chikoye D. et Ekeleme F., 2001.** Growth Characteristics of Ten *Mucuna* Accessions and their Effects on the Dry Matter of *Imperata cylindrica* (L.) Rauesch. *Biological Agriculture and Horticulture*, 18 : 191-201
- Coulibaly K., 2012.** Analyse des facteurs de variabilité des performances agronomiques et économiques des cultures et de l'évolution de la fertilité des sols dans les systèmes culturaux intégrant les légumineuses en milieu soudanien du Burkina Faso : approche expérimentale chez et par les paysans. Thèse de doctorat unique, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 139p.
- Danso, S. K. A. 1995.** Assessment of biological nitrogen fixation. *Fertilizer research* 42:33-41.

Defly A., Djegue K.F. et Adomefa K., 2006. Amélioration du revenu des ménages par l'introduction de légumineuses fourragères dans les systèmes intégrés agriculture-élevage au sud-est du Togo. In : Zoundi J.S., Butare I. et Adomefa J.N.K. (eds) : « Intégration agriculture-élevage : Alternative pour une gestion durable des ressources naturelles et une amélioration de l'économie familiale en Afrique de l'Ouest et du Centre ». Ouagadougou, INERA, Nairobi : ILRI, Dakar : CORAF/WECARD : 257-269

DGPSA/ MAHRH; 2009: Bilan de la campagne 2009/2010

Diouf A. et Rippstein G., 2004. Développement des cultures fourragères dans le bassin de l'arachide au Sénégal : *typologie socioéconomique des exploitations et rentabilité de ces cultures*. Animal Production Research Working Paper No 2. ITC (International Trypanotolerance Centre), Banjul, The Gambia, 68 p.

Douxchamps S., Humbert F.L., Hoek R., Mena M., Bernasconi S.M., Schmidt A., Rao I., Frossard E. and Oberson A. 2010. Nitrogen balances in farmers fields under alternative uses of a cover crop legume: a case study from Nicaragua. *Nutr Cycl Agroecosyst* 88:447-462

Duke J. A., 1990. Introduction of food legumes. In SINGH S. R. (Eds) *Insect pests of food legumes*. Chichester, John Wiley et sons. pp: 1-42.

Ebanyat P., De Ridder N., De Jager A., Delve R. J., Bekunda M. A., Giller K. E. 2009. Impacts of heterogeneity in soil fertility on legume-finger millet productivity, farmers' targeting and economic benefits. *Nutr Cycl Agroecosyst*

Ehouinsou M., 2004. *Aeschynomene histrix* et *Stylosanthes scabra seca*, deux légumineuses pour améliorer les jachères, compléter les rations des ruminants et produire des déjections-litières pour la fertilisation des sols. Atelier de formation sur l'introduction des cultures fourragères dans les systèmes de production d'Afrique de l'ouest, Cotonou (Bénin), décembre 2003 : 9 p.

Fovet-Rabot C. et Wybrecht B., 2002. Les associations et les successions de culture *in* Cirad, Gret, MAE, 2002. Mémento de l'agronome. Editions du GRET, CIRAD, Ministère français des Affaires étrangères. 537-552pp.

Gafsi M., Dugué P., Jamin J.-Y., Brossier J, (Coord.) 2007. Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du centre. Synthèses, CTA, Editions Quae, Versailles, France, 472p.

Gagnon E. et Beaulieu R. 2002. Utilisation du phosphore dans les engrais de démarrage, Service de l'assainissement agricole et des activités de compostage (SAAAC), Ministère de l'environnement du Québec direction des politiques du secteur agricole, 26 p.

- Gbakatcheche H., Sanogo S., Camara M., Bouet A. et Keli J.Z., 2010.** Effet du paillage par des résidus de pois d'angole (*Cajanus cajan* L.) sur le rendement du riz paddy (*Oryza sativa*) pluvial en zone forestière de Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 22 (2) : 131-137
- INERAB., 1995.** Cultures vivrières statistiques céréales et légumineuses à graines et tubercules: maïs, riz, sorgho, niébé, arachide, soja, igname et manioc.. Fiche technique ed. 1995,32p.
- IITA., 1982.** Annual Report for 1981. Ibadan, Nigeria, 46p.
- ANOCHILLI B., 1978.** Food crop production. *World Crops*, 39-42.
- IRR and ACT, 2005.** Conservation agriculture: manual for farmers and extension workers in Africa.
- Jachai L. E. N., & DAOUST R. A., 1986.** Insect pest of cowpea. *Ann. Review of Ent.* 31, P 95-119.
- International Institute of Rural Reconstruction, Nairobi, African Conservation Tillage Network, Harare. 251p.
- Jonhson D. T., 1970.** The cowpea in Africa areas of Rhodesia. *Rhod. Agric J.*, 67, 61-64.
- Justes E., Bedoussac L. et Prieur L., 2009.** Est-il possible d'améliorer le rendement et la teneur en protéines du blé en Agriculture Biologique au moyen de cultures intermédiaires ou de cultures associées ? *Innovations Agronomiques*, 4 : 165-176.
- Kabore-Zoungrana C. Y., 1995.** Composition chimique et valeur nutritive des herbacées et ligneux des pâturages naturels soudaniens et des sous-produits du Burkina Faso. Thèse d'Etat Doctorat ès Science Naturelles, Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 224p
- Kabore-Zoungrana C Y., Kiema S., Nianogo A., 1996.** Valeur nutritive des sous-produits agricoles et sous-produits agro-industriels du Burkina Faso. *Science et Technique, Sciences Naturelles*, 22(2): 81-88
- Kantiono D., 2007.** Valorisation de quatre variétés de *Mucuna* sp. en alimentation des ruminants domestiques. Mémoire de fin d'études. IDRIUPB, 58 p
- Kiba D. I., 2012.** Diversité des modes de gestion de la fertilité des sols et leurs effets sur la qualité des sols et la production des cultures en zones urbaine, péri-urbaine et rurale au Burkina Faso. Thèse de doctorat unique, UPB, Burkina Faso, 172 p.
- Kima S., 2008.** Valorisation des gousses de *Piliostigma thoninngii* (Scuhm.) en production animale et étude de l'infestation par les insectes. Mémoire de fin d'étude IDR/UPB, 84p
- Kiema A. 2002.** Ressources pastorales et leurs modes d'exploitation dans deux terroirs sahéliens du Burkina Faso. Mémoire de DEA, Institut du Développement Rural/ Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Burkina Faso, p. 66.

- KIEMA S., 1991.** Ligneux fourragers de la zone de soudanienne et sous-produits agroindustriels du Burkina Faso, Composition chimique et digestibilité. Mémoire de fin d'études. 85p.
- Koulibaly B, Traoré O, Dakuo D, Zombré PN, Bondé D. 2010.** Effets de la gestion des résidus de récolte sur les rendements et les bilans culturaux d'une rotation cotonnier-maïs-sorgho au Burkina Faso. *Tropicultura*, **28** (3) : 184-189
- Labrada R., 2000.** Atelier de lutte contre *l'Imperata cylindrica*. Cotonou, Benin, 14 p.
- Lahbib M. Sasson A. et Renaut J., 1981.** Fixation symbiotique de l'azote atmosphérique par des Légumineuses cultivées au Mali. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.*, 43 : 33-44
- Lawane G., Sougnabe S.P., Lenzemo V., Gnokreo F., Djimasbeye N., Ndoutamia G., 2009.** Efficacité de l'association des céréales et du niébé pour la production de grains et la lutte contre *Striga hermonthica* (Del.). In: L. Seiny-Boukar, P. Boumard (Eds). Savanes africaines en développement : innover pour durer, Actes du colloque, Garoua, Cameroun, pp 1-10
- Lesaint S., 1998.** Effet d'une légumineuse de couverture (*Mucuna pruriens* var. utilis) sur le stock organique d'un sol ferrallitique (Bénin) cultivé en maïs. Étude avec le ¹³C en abondance naturelle. Mémoire de DEA, Université Henri Poincaré-Nancy 1 (France), 29 p.
- Lithourgidis A.S., Dordas C.A., Damalas C.A., Vlachostergios D.N., 2011.** Annual intercropping: an alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science*, 5(4): 396-410
- Makosso S. et Gom-Tchimbakala J., 2008.** Impact d'une jachère à *Mucuna pruriens* et d'une culture de *Manihot esculenta* crantz sur la densité, l'acidité et la matière organique d'un sol ferrallitique de la vallée du Niari (Congo). *Annales de l'Université Marien NGOUABI*, 9 (4) : 109-117
- Montimore M. J., Singh B. B., Blades F., 1997.** Cowpea in traditional cropping systems. Advances in cowpea research; IITA, JIRCAS. pp: 99-112.
- MRA. 2011.** Deuxième Enquête Nationale sur les Effectifs du Cheptel (ENEC II). Projection des Résultats et Analyses (Tome II). Ouagadougou.
- N'Goran K.E., Kassin K.E., Zohouri G.P., N'Gbesso M.F.P., Yoro G.R., 2011.** Performances agronomiques des associations culturales igname-légumineuses alimentaires dans le Centre-ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 43 : 2915 – 2923
- Okigbo B. N., 1978.** Grain legume in the agriculture of the Tropics. Madison, American Society of Agronomy, 246p.

- Ouédraogo S., 2004.** Impact économique des variétés améliorées du niébé sur les revenus des exploitations agricoles du plateau central du Burkina Faso. *Tropicultura*, 21 (4) : 204-210
- Oyenouga V. A., 1968.** Nigeria's food and feeding stuffs: the chemistry of food value. University of Ibadan press pp: 79-83.
- Rachie K. O., 1995.** Introduction. SINGH S. R. et RACHIE K. O. (Eds.) Cowpea research production and utilisation. John Wiley and sons, Chichester, London. 6p
- Riviere, 1977.** Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Manuels et Précis d'élevage. IEMVT. 521p.
- Sanou A., 2011.** Création et évaluation d'hybrides et de lignées de maïs dans le cadre d'une intensification de la maïsiculture au Burkina Faso. Mémoire de fin de cycle d'ingénieur du développement rural, UPB, Burkina Faso. 83p.
- Sanou J., 2003.** Production du maïs au Burkina Faso. Effort de recherche pour le Maïs riche en protéine. INERA, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 5 p.
- Sawadogo I, Devineau J-L, Fournier A. 2012.** État des ressources pastorales dans une terre d'accueil et de transit des pasteurs transhumants : le terroir de Kotchari (sudest du Burkina Faso). *La Terre et la Vie -Revue d'Écologie*, 67(2): 157-178.
- Sawadogo L., 1989.** Etude de quelques espèces fourragères graminéennes (*Adropogon gyanus*, *Brachiaria lata*, *Pennisetum pedicellatum*) et leur utilisation au niveau des ovins. Mémoire d'ingénieur. IDR/ UPB. 64p
- Segda Z., Hien V. et Becker M., 2000.** *Mucuna cochinchinensis* dans les systèmes d'association et de rotation culturale au Burkina Faso. In : Ch. Florent, R. Pontanie (éds). « La jachère en Afrique tropicale ». Paris, (France) : 622-627
- Tarawali S. A., Singh B., Peters M., Blade S. F., 1997.** Cowpea haulms as foeder. In: Advances in cowpea research. Sayce publishing, Devon, UK. Pp 313-325.
- Traoré K., Bado B. V., & Hien V., 1999.** Effet du *Mucuna* sur la productivité du maïs et du coton. In : R. J.Carsky, A. C Etéka, J. D. H. Keatinge & V. M. Manyong (éds), « *Plantes de couverture et gestion des ressources naturelles en Afrique occidentale* ». Actes de l'atelier, Octobre, 1999, Cotonou (Benin), 33-39
- Wani S.P., Rupela O.P. and Lee K.K., 1995.** Sustainable agriculture en the semi-arid tropics through biological nitrogen fixation in grain legumes. *Plant and soil*, 174: 29-49
- Willey, R. W., 1979.** Intercropping - its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. *Field Crops Res.* 32:1-10

- Zoma W. O., 2010.** Amélioration de la variété Espoir de maïs en vue de l'intensification de sa culture. Mémoire de fin de cycle d'ingénieur du développement rural, Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 51p.
- Zougmore R., 1999.** Plantes de couverture et lutte contre l'érosion des sols: test de comportement d'espèces de légumineuses dans la zone centre du Burkina Faso. In : R. **J.Carsky, A. C Etéka, J. D. H. Keatinge & V. M. Manyong** (éds), « *Plantes de couverture et gestion des ressources naturelles en Afrique occidentale* ». Actes de l'atelier, Octobre, 1999, Cotonou (Benin) : 214-220
- Zoungrana B., 2010.** Etude de la production, de la composition chimique et de la digestibilité de légumineuses fourragères chez les ovins au Burkina Faso. Mémoire de fin d'étude IDR. 62p.
- Zoundi J.S., Butare I. et Adomefa J.N.K., 2006.** Intégration agriculture-élevage : Alternative pour une gestion durable des ressources naturelles et une amélioration de l'économie familiale en Afrique de l'Ouest et du Centre. Ouagadougou, INERA, Nairobi : ILRI, Dakar : CORAF/WECARD, 374 p.
- Zoundi J. S., Nianogo A. J., Sawadogo L., 1996.** Utilisation des gousses de *Piliostigma reticulatum* et des feuilles de *Cajanus cajan* (L.) Millsp en combinaison avec l'urée pour l'alimentation de mouton mossi à l'engrais au Burkina. 9 P.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Fiche de collecte des données sur les paramètres agronomiques du maïs

Village de Bolé

Projet ISIAE /APESS/IDR

Département de

Campagne agricole 2013

Province de :

Nom du producteur :

Traitements	N°plt	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8
T1R1	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
T1R2	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
T1R3	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
T1R4	1								
	2								
	3								
	4								

	5								
	6								
T2R1	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
T2R2	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
T2R3	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
T2R4	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								

Note explicative :

- T1= Traitement maïs en culture pure
- T2= Traitement maïs+ niébé fourrager

ANNEXE 2 : Fiche d'échantillonnage/Récolte

Village de :

Producteurs	Traitements	Carrés de rendement	Poids épis	Poids tige	Poids grains	Poids niébé fourrager
P1	T1	1				
		2				
		3				
		4				
	T2	1				
		2				
		3				
		4				
	T3	1				
		2				
		3				
		4				
P2	T1	1				
		2				
		3				
		4				
	T2	1				
		2				
		3				
		4				
	T3	1				
		2				
		3				
		4				
	T1	1				
		2				
		3				

P3	T2	4				
		1				
		2				
		3				
		4				
	T3	1				
		2				
		3				
		4				

Pour les parcelles de niébé pur et de niébé en association, peser toute la biomasse.

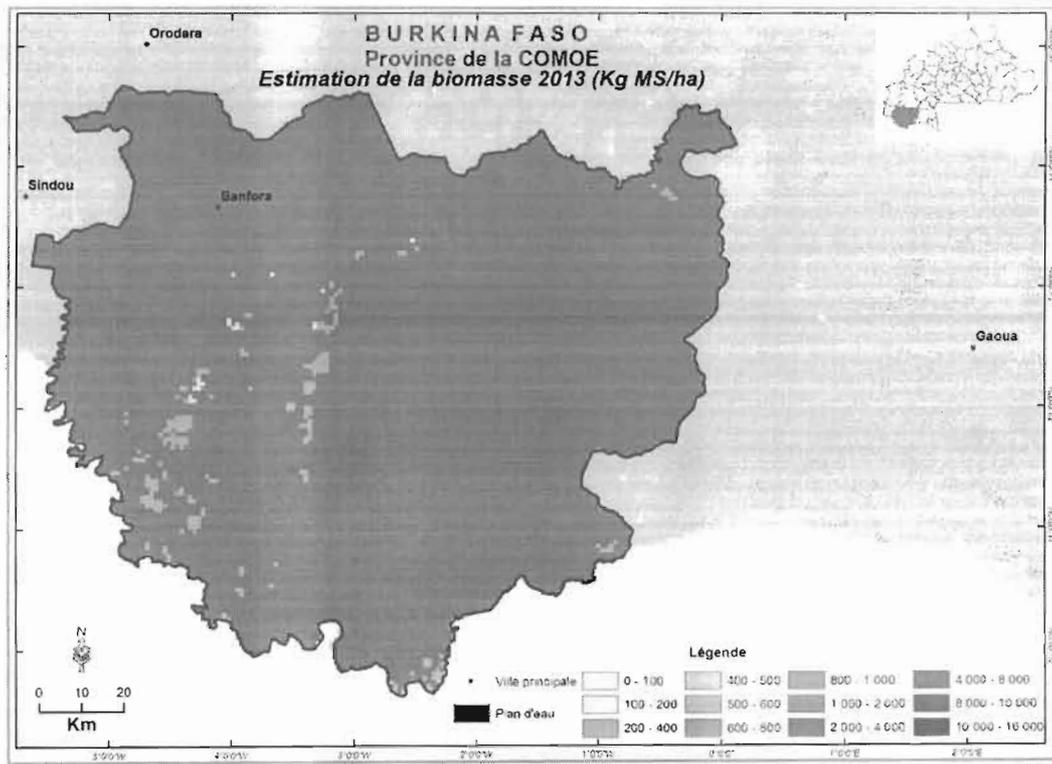
ANNEXE 3 : Fiche de suivi des itinéraires techniques(ITC)

Village de :

Nom du Producteur :

Traitement s	Date du labou r	Date de semi s	Date de sarclage s	Date d'applicatio n du NPK	Date d'applicatio n d'Urée	Appor t de FO ?	Précédent cultural 2011	Précédent cultural 2012
T1								
T3								
T3								

ANNEXE 4 : Carte d'estimation de la biomasse dans la Province de la Comoé



ANNEXE 5 : Calendrier des opérations culturales et des précédents culturaux chez les producteurs expérimentateurs

Opérations culturales et Précédents culturaux	Traitements	Producteur 1	Producteur 2	Producteur 3
Dates de labours	T1	23/07/2013	23/07/2013	28/07/2013
	T2	22/07/2013	25/07/2013	28/07/2013
	T3	02/08/2013	25/07/2013	29/07/2013
Dates de semis	T1	26/07/2013	25/07/2013	29/07/2013
	T2	24/07/2013(M) et 04/08/2013(NF)	27/07/2013(M) et 10/08/2013(NF)	01/08/2013(M) et 12/08/2013(NF)
	T3	04/08/2013	25/07/2013	29/07/2013
Dates de sarclages	T1	10/08/2013	13/08/2013	25/08/2013
	T2	11/08/2013	14/08/2013	26/08/2013
	T3	13/08/2013	16/08/2013	27/08/2013
Dates apport NPK+ Urée	T1	17/08/2013	17/08/2013	26/08/2013
	T2	17/08/2013	17/08/2013	27/08/2013
	T3	-	-	-
Précédents 2010	T1	sorgho	mil	sorgho
	T2	arachide	maïs	maïs
	T3	maïs	maïs	maïs
Précédents 2011	T1	maïs	sorgho	maïs
	T2	arachide	maïs	maïs
	T3	Maïs	maïs	maïs
Précédents 2012	T1	sorgho	maïs	maïs
	T2	mucuna	maïs	sorgho
	T3	coton	mucuna	mucuna
Parcage d'animaux et apport de FO	T1	non	non	non
	T2	oui	non	non
	T3	non	non	oui

M= maïs ; NF= Niébé Fourrager