

BURKINA FASO

Unité-Progress-Justice

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPERIEUR (MESS)

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO (UPB)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL (IDR)



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du

DIPLOME DE MASTER EN PRODUCTION VEGETALE

THEME : Effets de différents modes d'association sur la productivité du maïs (*Zea mays* L) et du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) en milieu contrôlé.

Présenté par Lassina DAO

Maîtres de stage :

Dr Kalifa COULIBALY

Dr Mamadou SANGARE

Directeur de mémoire :

Dr Mamadou TRAORE

N :2014/MaPV

Avril 2014

Table des matières

Dédicace.....	iii
Remerciements.....	iv
Sigles et abréviations.....	v
Liste des tableaux.....	vi
Liste des figures et illustrations	vi
Résumé.....	vii
Abstract	viii
Introduction générale	1
<i>Chapitre I : Revue de la littérature</i>	3
1.1. Généralités sur le maïs et le niébé.....	4
1.1.1. Maïs (<i>Zea mays</i> L.).....	4
1.1.2. Niébé (<i>Vigna unguiculatā</i> (L.) Walp)	5
1.2. Gestion de la fertilité des sols	6
1.3. Modes d'application des engrais minéraux.....	7
1.4. Rôle des légumineuses dans la protection des sols contre la dégradation et dans la lutte contre les adventices	8
1.5. Rôle des légumineuses dans l'amélioration et le maintien de la fertilité des sols	8
1.6. Rôle des légumineuses dans l'alimentation des animaux et dans l'amélioration des rendements agricoles.....	9
1.7. Association des cultures.....	10
<i>Chapitre II : Matériel et Méthodes</i>	12
2.1. Présentation de la zone d'étude.....	13
2.1.1. Situation géographique.....	13
2.1.2. Climat et végétation.....	14

2.1.3.	Répartition de la pluviométrie de la zone en 2013	15
2.1.4.	Sol.....	15
2.2.	Matériel	16
2.2.1.	Matériel végétal	16
2.2.2.	Fertilisants utilisés.....	16
2.2.3.	Herbicide et Insecticide utilisés.....	17
2.3.	Méthodes	17
2.3.1.	Dispositif expérimental	17
2.3.2.	Conduite de l'essai	18
2.3.3.	Collecte des données	19
2.3.3.1.	Paramètres agronomiques mesurés.....	19
2.3.3.2.	Méthode de calcul des variables économique et des temps de travaux	21
2.3.4.	Analyse de données	23
 <i>Chapitre III : Résultats et discussion</i>		24
3.1.	Résultats	25
3.1.1.	Effet de l'association maïs-niébé sur l'enherbement	25
3.1.2.	Effet de l'association maïs-niébé sur le temps de travail	26
3.1.3.	Effet des traitements sur le rendement du maïs.....	26
3.1.4.	Effet des traitements sur le rendement du niébé.....	27
3.1.5.	Effet des traitements sur le rendement de la biomasse fourragère totale	28
3.1.6.	Effet de l'association maïs-niébé sur les performances économiques	29
3.2.	Discussion	31
Conclusion générale		34
Bibliographie.....		35
Annexe		40

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mon père DAO Souleymane qui a toujours fait de l'instruction une priorité dans mon éducation ;

Ma mère CISSAO Aoussatou pour les efforts et sacrifices consentis pour mon éducation.

Remerciements

Ce mémoire qui représente le couronnement d'un cursus est le fruit d'une collaboration entre l'Institut du Développement Rural (IDR) et le Centre International de Recherche Développement sur l'Élevage en Zone Subhumide (CIRDES). Il a été réalisé grâce aux appuis multiformes d'un certain nombre de personnes à qui nous voulons témoigner notre reconnaissance et notre gratitude. Il nous plait de dire merci :

- au Dr Valentine C. YAPI-GNAORE, Directrice générale du CIRDES, directeur de recherche, de nous avoir accepté au sein de sa structure.
- au corps professoral de l'IDR, pour son encadrement technique et scientifique au cours de notre formation.
- au Dr Augustin B. KANWE, Chef de l'URPAN, pour ses conseils et sa disponibilité.
- au Dr Mamadou SANGARE, Chercheur au CIRDES et coordinateur du projet Coraf-iAE, notre maître de stage pour sa compréhension et son indulgence. Nous vous exprimons du fond du cœur toute notre gratitude pour la qualité de l'encadrement reçu et votre soutien sans faille.
- au Dr Kalifa COULIBALY, Chercheur agronome au CIRDES et co-maître de stage pour son excellent suivi et sa constante disponibilité au cours des travaux de terrain et de la rédaction de ce mémoire.
- au Dr Mamadou TRAORE, Enseignant-Chercheur à l'IDR/UPB, notre directeur de mémoire pour ses conseils, ses encouragements durant les moments difficiles et surtout sa rigueur scientifique qui nous a été très bénéfique.
- au projet Coraf-iAE pour sa contribution financière à la réalisation de cette étude.
- aux Dr Fernand SANKARA, Mahamadou Amadou DIALLO, Issa WONNI et Mr Mahamoudou KOUTOU d'avoir contribué à améliorer le contenu scientifique de ce document.
- au personnel du CIRDES, pour sa franche coopération durant le stage.
- aux collègues stagiaires et camarades de classe pour le temps passé ensemble.
- à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Que Dieu tout puissant vous récompense tous à la hauteur de vos attentes.

Sigles et abréviations

ANOVA	Analyse de Variance
BUNASOLS	Bureau National des Sols
CB	Charge Brute
CILSS	Comité permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
CIRDES	Centre International de Recherche Développement sur l'Élevage en Zone Subhumide
IDR	Institut du Développement Rural
INERA	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
JAS	Jour Après Semis
MAHRH	Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des ressources Halieutiques
MB	Marge Brute
NPK	Complexe engrais composé de : azote (N), phosphore (P), potassium (K)
PB	Produit Brut
PIB	Produit Intérieur Brut
UPB	Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso
URPAN	Unité de Recherche sur les Productions Animales

Liste des tableaux

Tableau I: Echelle de notation de l'enherbement	20
Tableau II: Effet des traitements sur le rendement du maïs.....	27
Tableau III: Effet des traitements sur le rendement du niébé	28
Tableau IV: Effet des traitements sur le rendement de la biomasse fourragère totale.....	29

Liste des figures et illustrations

Figure 1: Localisation de Banakélédaga	13
Figure 2: Pluviométrie et nombre de jours de pluie de la zone au cours des dix dernières années (source: Antenne Météo de la vallée du Kou).....	14
Figure 3: Répartition mensuelle de la pluviométrie de Banankélédaga en 2013 (source: Antenne Météo de Banankélédaga)	15
Figure 4: Dispositif expérimental	18
Figure 5: Schéma montrant les modes d'associations	19
Figure 6: Taux d'enherbement des traitements à 15, 50 et 70 jours après semis du maïs.....	25
Figure 7: Effet de l'association maïs-niébé sur le temps de travail	26
Figure 8: Effet de l'association maïs-niébé sur les performances économiques	30

Résumé

Des études ont montré que les associations maïs-niébé présentent des perspectives intéressantes. Cependant, des problèmes de compétitions entre deux spéculations ont été enregistrés avec comme effet la baisse de rendement du maïs qui est la culture principale. Pour accroître la productivité des systèmes de culture et contribuer au relèvement de la fertilité des sols, une étude a été menée en milieu contrôlé à l'Ouest du Burkina Faso (à la station expérimentale du Centre International de Recherche Développement sur l'Élevage en Zone Subhumide) sur les modes d'associations maïs-niébé. Un dispositif en blocs Fisher complètement randomisés avec cinq traitements (T_0 , T_{V1L1} , T_{V2L1} , T_{V1L2} et T_{V2L2}) et trois répétitions a été utilisé. T_0 était le maïs pur, T_{V1L1} et T_{V2L1} correspondaient respectivement à l'association de la V1 et de la V2 du niébé sur toutes les lignes de maïs entre poquets, T_{V1L2} et T_{V2L2} correspondaient respectivement à l'association de la V1 et de la V2 du niébé entre les poquets de maïs en sautant chaque fois une ligne de maïs. Sur chacune des parcelles, le taux d'enherbement, les rendements des cultures, les indicateurs de performances économiques (marges brutes, charges brutes et produits bruts) et les temps de travaux ont été déterminés. Le test de Student Newman et Keuls utilisé pour la séparation des moyennes au seuil de 5% a montré que l'association a eu des effets significatifs ($p < 0,05$) sur l'enherbement. La meilleure performance agronomique a été obtenue avec le traitement T_{V2L2} qui a induit une augmentation non significative ($p > 0,05$) de 1,03% en rendements grains de maïs et de 14,05% en production de biomasse totale par rapport au traitement témoin T_0 . Les traitements T_{V1L1} et T_{V1L2} ont été plus performants du point de vue économique avec des marges brutes respectives de 203 010 F CFA/ha et 199 778 F CFA/ha contre 174 666 FCFA/ha pour le traitement T_0 . Les systèmes d'association céréales légumineuses peuvent contribuer à la sécurité alimentaire, fourragère et constituer une source de revenus pour les producteurs.

Mots clés : Association culturale, Densité, Maïs, Niébé, Rendement, Burkina Faso.

Abstract

Studies have shown that corn-cowpea associations have interesting prospects. However, problems of competition between these two speculations have been recorded with the effect of lower corn yield which is the main crop. To increase the productivity of farming systems and contribute to the recovery of soil fertility, a study was conducted in controlled environment in western Burkina Faso (in the experimental station of the International Development Research Centre on Aging in Subhumid Zone) on patterns of association maize-cowpea. A Fisher block device completely randomized with five treatments (T_0 , T_{V1L1} , T_{V2L1} , T_{V1L2} and T_{V2L2}) and three replications was used. T_0 was pure corn. T_{V1L1} and T_{V2L1} correspond respectively to the association of V1 and V2 cowpea on all lines between corn planting holes. T_{V1L2} and T_{V2L2} correspond respectively to the association of V1 and V2 cowpea seed holes between corn jumping every time a row of corn. On each plot, the rate of weed, crop yields, indicators of economic performance (gross margins, feedstocks and raw materials) and work time were determined. Test of Student Newman and Keuls used for the averages separation at 5% threshold, shows that the association helped to significantly reduce weeds. The best agronomic performance was obtained with the T_{V2L2} treatment induced a non significant increase of 1.03% in grain yields of corn and 14.05% in total biomass production compared to the control treatment T_0 . The T_{V1L1} treatments and T_{V1L2} were more efficient from an economic point of view with respective gross margins of 203 010 FCFA/ha and 199 778 FCFA/ha against 174 666 FCFA/ha for T_0 treatment. The association cereals-legume systems can provide food, fodder security and constitute an income provider for producers.

Keywords: Cultural Association, Density, Maize, Cowpea, Yield, Burkina Faso.

Introduction générale

Le Burkina Faso est un pays sahélien à vocation agropastorale. L'économie burkinabè est fortement dépendante du secteur primaire. L'agriculture emploie 86% de la population, génère environ 40% du produit intérieur brut (PIB) et 80% des exportations totales du pays (MAHRH, 2007). En dépit de cette importance socioéconomique, la production agricole se fait dans un contexte assez difficile. Il y a une baisse continue de la productivité des cultures suite à la dégradation graduelle des ressources naturelles (LAMIEN et OUEDRAOGO, 2004), et un appauvrissement rapide des sols en éléments nutritifs (TRAORE et *al.*, 2003). En effet, la culture continue couplée à la faible utilisation des engrais minéraux et/ou organiques pour des spéculations exigeantes telles que le coton et le maïs, sont des risques importants de baisse de la fertilité des sols et par conséquent la baisse des rendements agricoles, ainsi que la précarisation de la sécurité alimentaire et fourragère. La forte croissance démographique et l'augmentation de l'effectif du cheptel au cours des dernières décennies ont entraîné une pression croissante sur les ressources naturelles. Ainsi, la pratique de la jachère qui a longtemps été l'un des moyens traditionnels efficaces de gestion de la fertilité des sols connaît un raccourcissement voire une disparition (SEDOGO, 2008).

Pour pallier la dégradation de la fertilité des sols, la baisse des rendements agricoles et la productivité des troupeaux, les exploitants agricoles font recours aux engrais minéraux et aux aliments concentrés du commerce. Cependant, l'augmentation du prix de ces intrants agricoles et zootechniques les rend économiquement inaccessibles aux producteurs et compromet leur adoption par les ménages à faible revenu qui constituent la majorité des producteurs. Face à cette situation, le recours à de nouvelles alternatives s'impose. Il s'agit d'accroître durablement la production en privilégiant les processus biologiques à travers l'intégration des composantes des systèmes de production comme association élevage-agriculture-sylviculture.

Les légumineuses offrent de bonnes perspectives d'intégration des systèmes de production mixtes agriculture-élevage et d'intensification écologique. Des travaux ont montré que les légumineuses peuvent être utilisées pour améliorer la fertilité des sols, accroître la productivité des systèmes de culture en terme de production de fourrages et de graines, réduire la consommation en engrais minéraux et favoriser une meilleure utilisation des espaces en cultures associées (GBAKTCHETCHE et *al.*, 2010 ; JUSTE et *al.*, 2009 ; CARSKY et *al.*, 2003). Des travaux conduits par COULIBALY et *al.* (2012b) dans la zone

cotonnière à l'Ouest du Burkina Faso, ont montré que les associations maïs-niébé et maïs-mucuna permettent une production importante de fourrage, une meilleure utilisation de l'espace, mais induisent une baisse du rendement en grains de maïs comparativement au maïs en culture pure. Etant donné que le maïs est la principale céréale de la zone, la question de recherche qui se pose est le mode d'association maïs-légumineuses qui puisse réduire la compétition entre les cultures et favoriser une amélioration du rendement.

Pour répondre à cette question, la présente étude sur **«Effets de différents modes d'association sur la productivité du maïs (*Zea mays* L.) et du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) en milieu contrôlé»** a été conduite avec pour objectif général de déterminer l'option d'association maïs-niébé permettant d'optimiser les performances agronomiques et économiques du système.

Les objectifs spécifiques assignés à l'étude étaient de :

- évaluer l'effet de l'association maïs-niébé sur l'enherbement ;
- déterminer l'effet de la densité et de la date de semis du niébé sur le rendement des cultures (maïs et niébé) ;
- déterminer l'effet de la densité et de la date de semis du niébé sur les performances économiques des associations maïs-niébé.

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 la littérature

1.1. Généralités sur le maïs et le niébé

1.1.1. Maïs (*Zea mays* L.)

➤ Description

Le maïs est une herbacée annuelle, à tallage faible ou même nul. Elle est une graminée monoïque qui présente de larges diversités morphologiques selon les variétés. Le maïs présente des racines de types fasciculées, aussi traçantes que plongeantes et explorent un volume de plusieurs mètres cube de terre dont elles améliorent la structure. Les feuilles sont engainantes à nervures parallèles, alternées et larges. Le nombre des feuilles est variable en fonction des génotypes. Le limbe a une longueur d'environ 1 m avec une ligule à sa base. La tige est généralement unique et ronde, plus ou moins cannelée et présente des entre-nœuds presque cylindriques à diamètre d'environ 3 à 4 cm. Elle mesure généralement 1,5 à 2,5 m de hauteur, mais peut atteindre 4 m (PODA, 1979). La tige du maïs a une valeur fourragère intéressante car elle est remplie de moelle sucrée. Les fleurs sont unisexuées, groupées en inflorescence mâle ou panicule et en inflorescence femelle ou épi. Le fruit est un caryopse comme chez toutes les céréales. La graine de maïs comprend un embryon, une amande, une couche d'aleurone et une couche tégumentaire.

➤ Exigence écologique

Le maïs est une plante de soleil. Son développement nécessite une température relativement élevée et régulière. Il exige une température de 10 à 12° C pour sa germination. Si la température est inférieure à 5° C, cela peut inhiber la germination. Quand le sol est mal humidifié, les hautes températures deviennent défavorables. La température a une influence non négligeable sur la durée du cycle végétatif (ROUANET, 1984). La culture du maïs nécessite une pluviométrie supérieure à 700 mm. Ces quantités dépendent toutefois du climat et de la durée du cycle de culture (PODA, 1979). L'eau constitue un élément majeur dans le processus photosynthétique. Au Burkina Faso, on estime les besoins en eau à environ 5,2-5,5 mm/jours jusqu'à la floraison, 6 mm/jours de la période de floraison à la formation des grains et moins de 4 mm/jours après la formation des grains (HIEMA, 2005). Le maïs est sensible aux variations de la fertilité du sol. Il affectionne les sols riches en matière organique et en

éléments minéraux. Il est tolérant à l'acidité. En effet, il pousse sans inconvénient sur des sols sains et profonds ayant un pH compris entre 5,5 et 7 (AHMADI et *al.*, 2002).

1.1.2. Niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)

➤ Description

Le niébé est une plante de la famille des Fabacées qui présente une morphologie variable selon les variétés. On distingue généralement quatre (04) types : le type érigé, le type semi-érigé, le type rampant, le type grimpant. Le port peut cependant subir des variations au cours de la croissance et du développement de la plante (COULIBALY, 1984). Le niébé présente des systèmes racinaires pivotants, fasciculés et pouvant explorer le sol jusqu'à une profondeur de 1 m. Elles ont des nodules lisses et sphériques d'un diamètre de 5 mm environ, qui permettent à la plante d'assurer sa nutrition azotée par la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. La tige est cylindrique, volubile, quelque fois glabre et creuse. Elle définit le port de la plante qui peut être érigé, semi érigé, buissonnant, ou rampant. Chaque nœud de la tige porte trois bourgeons axillaires et deux stipules prolongés sous l'insertion permettant de caractériser l'espèce (CABURET et *al.*, 2002). Les feuilles sont alternes et trifoliolées avec deux folioles latérales et une terminale. L'inflorescence est un racème. Le pédoncule à une longueur variable, au bout duquel se trouve le rachis. La couleur des fleurs varie du violet au jaune puis au blanc en fonction de la concentration d'anthocyanine. Le niébé est autogames avec 0,2 à 2% d'allogamie (EHLERS et HALL, 1997). Le fruit est une gousse cylindrique qui contient des graines globuleuses de couleur variable. La graine du niébé comporte un tégument qui peut être ridé ou lisse. Elle est de couleur, de taille et de forme variable. La graine est riche en protéines et en carbohydrates.

➤ Exigence écologique

Le niébé est une culture très bien adaptée aux régions arides et semi arides. Il résiste à la sécheresse et tolère aussi une forte humidité du sol (COULIBALY, 1984). Une température d'au moins 8 à 11° C est nécessaire à tous les stades de développement, mais la température optimale se situe autour de 28° C (CRAUFURD et *al.*, 1997). La majorité des variétés du niébé

est en générale sensible à la photopériode et tend à fleurir quand les jours sont courts. Le cycle de développement du niébé varie selon les variétés (CISSE et *al.* 1996 cité par EHLERS et HALL, 1997). Selon la durée entre le semis et la floraison (50% de floraison), on distingue des variétés à cycle précoce (55 jours), des variétés à cycle intermédiaire (60 à 80 jours) et des variétés à cycle tardif (100 à 120 jours). Le niébé se cultive sur les sols sableux et argileux. Il ne supporte pas l'engorgement et l'acidité du sol. Le niébé croit bien à des pH de 4,5 à 9,0 et réussit à fixer l'azote dans des sols possédants moins de 2% de matière organique et plus de 80% de sable (SINGH et *al.*, 1997).

1.2. Gestion de la fertilité des sols

La définition de la fertilité des sols varie en fonction du domaine écologique, agronomique, pédologique et économique (PIERI, 1989 ; SOLTNER, 1994). Du point de vue agronomique, MANDO et *al.* (2000) cités par ZANGRE (2000) définissent la fertilité d'un sol comme étant sa capacité à fonctionner dans les limites d'un écosystème aménagé ou naturel afin de soutenir la production animale ou végétale, de maintenir voire même améliorer la qualité des systèmes auxquels il est lié. Selon HÄBERT et *al.* (1991) cités par GOBAT et *al.* (2010), un sol est dit fertile lorsque celui-ci:

- présente une faune et une flore variées et biologiquement actives ;
- permet une croissance normale des végétaux sans nuire à leurs propriétés ;
- garantit une bonne qualité des produits.

Au Burkina Faso, malgré les acquis importants sur la gestion de la fertilité et les investissements pour la vulgarisation, la qualité du sol reste toujours pour le producteur burkinabè, un des obstacles majeurs à l'atteinte de la sécurité alimentaire dans un système respectueux de la qualité environnementale (CILSS, 2012). Les faibles productions des sols de la zone semi-aride de l'Afrique de l'Ouest sont liées au faible niveau de fertilité naturelle et à la faible utilisation des engrais. En effet, une utilisation des sols sans fertilisation entraîne une baisse considérable du carbone organique de 0,65% à 0,35% ainsi que celle de la teneur en potassium du sol (CRETENET et *al.*, 1994). L'utilisation d'engrais minéraux a pour but de rendre disponible les éléments nutritifs nécessaires au bon développement des jeunes plants. Ils servent à démarrer la croissance de la culture (GAGNON et BEAULIEU, 2002).

Traditionnellement, les paysans restauraient la fertilité de leur sol par la pratique de la jachère, mais la pression démographique actuelle ne permet plus cette pratique et on assiste à la mise en culture de certaines terres marginales. Ceci a des conséquences désastreuses sur l'environnement, à travers la dégradation continue des sols. Il est donc nécessaire de faire recours à des systèmes de cultures pouvant favoriser la restauration progressive de la fertilité des sols.

1.3. Modes d'application des engrais minéraux

La quantité d'éléments nutritifs prélevée par les plantes et le rythme de prélèvement dépendent de plusieurs facteurs (la variété de la plante, la date de semis, la rotation culturale, les conditions du sol et du climat). Il est ainsi nécessaire de choisir de bonnes méthodes d'application des engrais minéraux permettant de maximiser l'utilisation des éléments nutritifs par la plante et de réduire les pertes et les risques potentiels de pollution de l'environnement. Il existe plusieurs modes d'application des engrais minéraux (épandage à la volée, localisation en lignes ou en bandes, application foliaire, micro dose), mais au cours de cette étude nous allons nous intéresser aux apports localisés d'engrais en surface et en enfouissant :

- l'apport localisé en surface consiste à épandre l'engrais à la surface du sol à proximité des cultures. Ce mode d'apport entraîne des pertes par volatilisation, par lessivage et favorise la pollution.
- L'apport localisé en enfouissant consiste à enfouir l'engrais à proximité du collet des plantes puis à le recouvrir avec de la terre. Ce mode d'application favorise une augmentation substantielle des rendements des cultures, une amélioration des rendements des sols dégradés, une utilisation des engrais de façons plus efficiente et une réduction de la pollution des eaux souterraines (TRAORE et TOE, 2010). La localisation de l'engrais dans les poquets peut réduire la fixation du phosphore et favoriser la croissance rapide des racines des plantes ainsi qu'une maturité précoce évitant les sécheresses de fin de saison (BAGAYOKO et *al.*, 2011).

1.4. Rôle des légumineuses dans la protection des sols contre la dégradation et dans la lutte contre les adventices

L'utilisation des légumineuses comme plantes de couverture du sol réduit l'érosion hydrique, favorise l'activité biologique des sols et fournit des quantités importantes de matière organique et d'éléments minéraux dans les horizons de surface (HIEN, 2004). Des études ont montré qu'une alternance durant quelques années des cultures fourragères bien couvrantes (*Mucuna*, *Pueraria*) peut rompre le cycle des adventices tout en rehaussant la fertilité du sol (CESAR et al., 2004 ; CESAR et GOURO, 2004). Les travaux conduits par HIEN (2004) révèlent que les variétés rampantes de niébé couvrent rapidement le sol, réduisent l'enherbement et l'émergence de *Striga hermontica*. MASSODO et al. (2008) ont montré que la culture du mucuna permet une réduction de la durée de la jachère à deux (02) ans au lieu de quatre (04) à six (06) ans sous savane naturelle. Le mucuna cultivé tous les deux ans en alternance avec celle du maïs entraîne en cinq ans une diminution du ruissellement de 25 à 30 % et une baisse de l'érosion de 25 % (AZONTONDE, 1993). 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. Cela a été montré également par d'autres chercheurs lorsqu'elles sont associées aux céréales. Selon SAVADOGO et al. (2011), des associations céréale-niébé ont entraîné une réduction du ruissellement de 20% à 30% par rapport à la culture pure de céréale et de 5 à 10% par rapport à celle du niébé. Elles ont favorisé également une réduction de l'érosion de 80% par rapport à la culture pure de céréale et de 45% à 55% par rapport à celle du niébé. Ces associations permettent également une protection de la surface du sol contre l'agressivité des pluies (SAVADOGO et al., 2011). La présence des légumineuses dans les systèmes de cultures à base de céréales est une alternative pour améliorer la productivité des terres et de résoudre le problème de la forte demande en terres cultivables.

1.5. Rôle des légumineuses dans l'amélioration et le maintien de la fertilité des sols

Les légumineuses ont l'aptitude de capturer l'azote atmosphérique qu'elles fixent dans des nodosités situées sur les racines grâce à des bactéries du genre *Rhizobium*. Cette aptitude leur permet d'améliorer la fertilité du sol. Les légumineuses apportent au sol en moyenne 50 à 200

kg N/ha/an en fonction des espèces et du milieu (CESAR et GOURO, 2004; CESAR et *al.*, 2004). Des travaux conduits par BADO (2002) ont montré que l'utilisation des légumineuses en rotation ou en association dans les systèmes de cultures apporte une amélioration de la teneur en azote du sol grâce à la fixation l'azote atmosphérique dont une partie est stockée dans le sol.

Par rapport à la monoculture du sorgho, les précédents niébé et arachide entraînent une augmentation respective de 20 et 13% de l'azote minéral du sol. Selon AKEDRIN et *al.* (2010) les légumineuses herbacées ont une capacité d'enrichir rapidement les sols grâce à la fixation d'azote atmosphérique et à la production abondante de biomasse végétale. Les résultats obtenus par AZONTONDE (1993) au Bénin montrent que les cycles de rotation intégrant deux années de production de maïs et une année de mucuna ont entraîné en cinq ans une augmentation du taux de la matière organique du sol de 0,6 à 0,9. Celui renouvelant le mucuna chaque année entraîne une augmentation de la matière organique du sol de 0,6 à 2%.

1.6. Rôle des légumineuses dans l'alimentation des animaux et dans l'amélioration des rendements agricoles

Les légumineuses occupent une place prépondérante dans le système agro-pastoral. Elles permettent non seulement d'améliorer la disponibilité du fourrage en saison sèche mais également de fournir des fertilisants pour les cultures (CESAR et *al.*, 2004). L'association des céréales aux légumineuses améliore la disponibilité et la qualité nutritionnelle des fourrages (CESAR et GOURO., 2004). Les travaux de CESAR et *al.* (2004) ont montré que la teneur en matières azotées digestibles des légumineuses est supérieure à 200 g/kg de matière sèche alors que les graminées en renferme moins de 125 g/ kg. ABOH et *al.* (2002) ont démontré sur les lapins que la farine obtenue à base de graines de mucuna associée avec des fourrages de *Panicum maximum* et de légumineuses locales (*Mucuna pruriens. var utilis*, *Aeschynomene histrix*, *Styolanthès scabra Secca.*) donne une ration assez digestible et des performances de croissance élevées. Les légumineuses fourragères en complétant l'alimentation du bétail, surtout en saison sèche pendant laquelle la disponibilité du fourrage est réduite, permettent également une production plus importante de fumier pour la fertilisation des champs.

1.7. Association des cultures

L'association culturale est une technique qui consiste à faire pousser en même temps deux cultures ou plus sur la même parcelle (SCHÖLL, 2000). Elle 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, à l'exposition des champs aux maladies et leurs envahissements par des adventices (IIRR et ACT, 2005). Ainsi des études ont montré que les associations céréales-légumineuses favorisent une diminution de la pression des mauvaises herbes et améliorent la productivité globale du système d'association par rapport à la culture pure de céréale (SEGDA, 2000). Selon BAUDRON et *al.* (2009) ces associations peuvent améliorer la disponibilité en azote et la composition nutritionnelle de la biomasse produite. Ces derniers soulignent également que l'association des cultures principales avec des cultures secondaires à enracinement profond permet d'éviter les pertes des éléments minéraux par lessivage, permettant ainsi un recyclage des éléments minéraux. Les cultures associées présentent donc un intérêt pour les agriculteurs engagés dans l'intensification agricole car elles offrent l'opportunité de produire plus de biomasse par unité de surface, avec une qualité meilleure qu'en système de culture conventionnel (COULIBALY et *al.*, 2012a). Elles peuvent être arrangées de façons diverses dans l'espace (FOVET-RABOT et WYBRECHT, 2002) :

- 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 il n'y a pas d'arrangement géométrique nettement observable.

Pour SCHÖLL (2000), les cultures associées permettent :

- une augmentation de la production en comparaison avec la monoculture grâce à une meilleure couverture du sol, une croissance des racines plus efficace et un supplément d'azote si des fixateurs d'azote sont utilisés ;
- une répartition des risques des mauvaises récoltes sur plusieurs plantes grâce à la multiplication des cultures et l'effet limité des maladies.

Malgré, les avantages que comporte l'association céréales-légumineuses, les producteurs sont retissant à son adoption. Ils jugent que les légumineuses étouffent les céréales qui sont pourtant les cultures principales et par conséquent réduisent leur rendement. De plus que

l'utilisation d'insecticides sur le niébé associé au maïs est très difficile du fait que les pieds de maïs sont hauts et que la récolte de la légumineuse est pénible à cause de la chaleur qui prévaut sur les parcelles d'associations (COULIBALY et *al.*, 2012a).

Chapitre II : Matériel et Méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

2.1.1. Situation géographique

L'étude a été conduite à la station expérimentale du CIRDES dans le village de Banankélédaga (10°11'N et 4°06'W; 300 m d'altitude) (Figure 1). Banankélédaga relève de la commune de Bama, situé à 15 km de Bobo-Dioulasso, sur l'axe Bobo-Dioulasso-Faramana. La commune de Bama est limitée à l'Est par la commune de Satiri, à l'Ouest par la commune de Kourouma et de Karangasso-Sambla, au Sud par la commune de Bobo-Dioulasso, au Nord-Est par la commune de Padéma et au Nord-Ouest par la commune de Dandé.

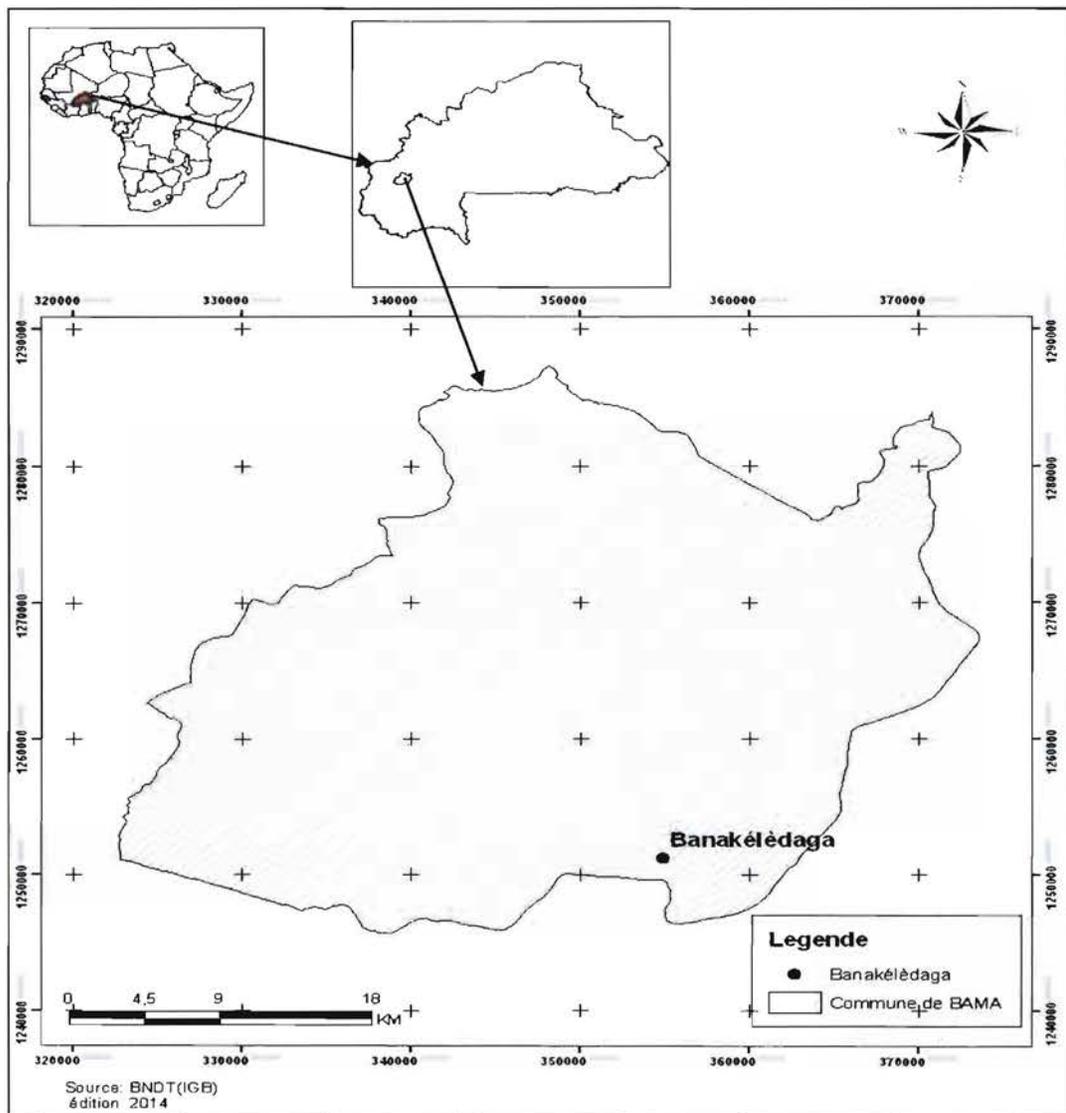


Figure 1: Localisation de Banakélédaga

2.1.2. Climat et végétation

Selon le découpage phytogéographique, la commune de Bama se trouve dans le district Ouest de la Volta noire du domaine soudanien (GUINKO, 1984). Le climat est de type soudano-guinéen et est caractérisé par l'alternance d'une saison pluvieuse de mai à octobre et d'une saison sèche de novembre à avril. L'évolution de la quantité moyenne des pluies des dix dernières années montre une grande variabilité des quantités d'eau tombées (Figure 2). L'année 2005 a enregistré la plus faible pluviosité avec 745,8 mm en 70 jours de pluie. La plus grande quantité d'eau tombée a été enregistrée en 2012 avec 1204,2 mm en 83 jours de pluie.

La végétation est formée d'une large galerie forestière où se développent de nombreuses espèces, telles que : *Dialium guineense* Willd., *Chlorophora regia* A.Chev., *Parkia biglobosa* Jacq., *Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn., *Sclerocaria birrea* A.Rich., *Piliostigma thonningii* Schum., *Detarium microcarpum* Guill et Perr., *Tamarindus indica* L.

Le tapis herbacé y est très abondant et largement exploité par les éleveurs. Les espèces les plus rencontrées sont : *Pennisetum pedicellatum* Trin., *Eragrostis tremula* Lam., *Andropogon* spp.

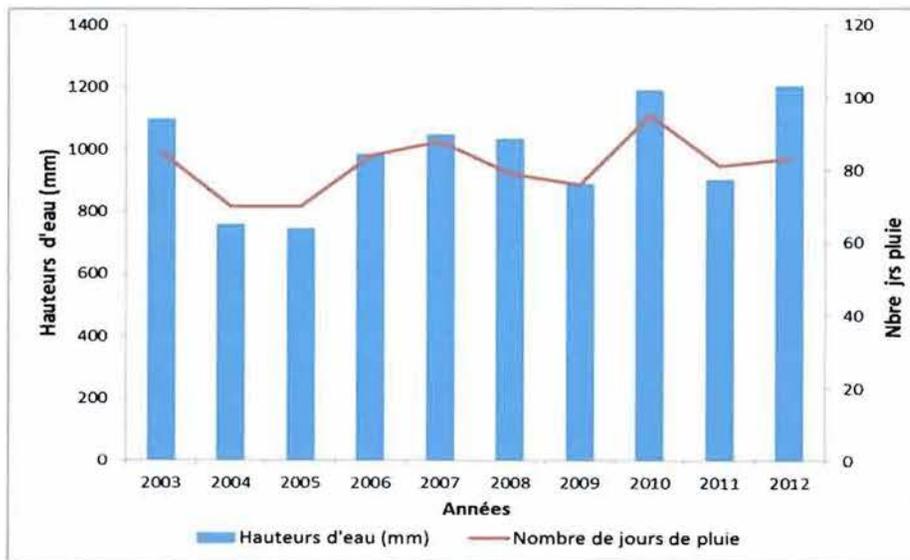


Figure 2: Pluviométrie et nombre de jours de pluie de la zone au cours des dix dernières années (source: Antenne Météo de la vallée du Kou)

2.1.3. Répartition de la pluviométrie de la zone en 2013

La pluviométrie de la zone a été de 985,5 mm d'eau répartie en 44 jours de pluie. Le mois d'août a été le plus pluvieux avec 385 mm d'eau tombée en 15 jours de pluie et le mois d'avril a été le moins pluvieux avec 16 mm d'eau tombée en 2 jours de pluie (Figure 3).

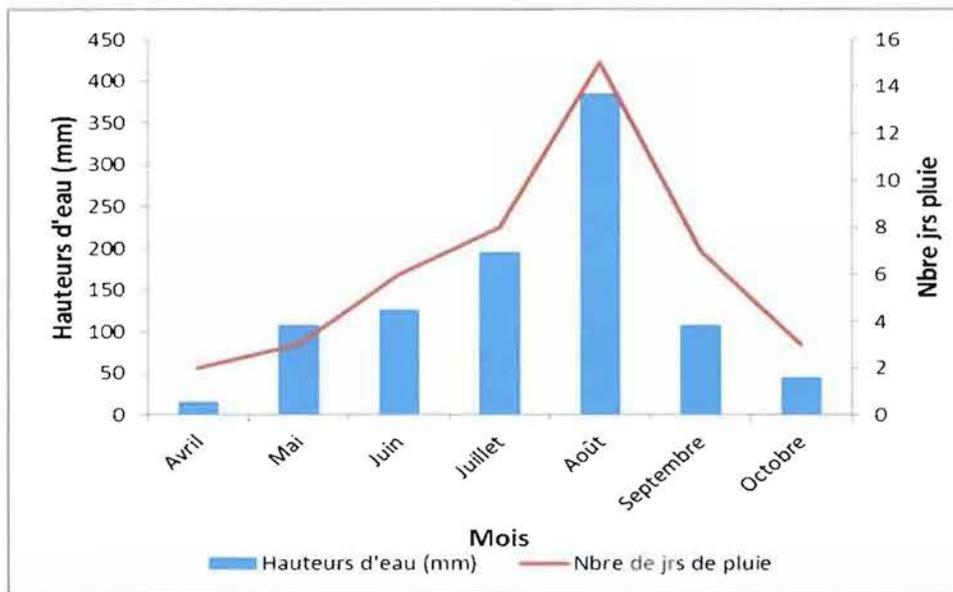


Figure 3: Répartition mensuelle de la pluviométrie de Banankéléda en 2013 (source: Antenne Météo de Banankéléda)

2.1.4. Sol

Les sols sont de types ferrugineux tropicaux, très hydromorphes par endroits (BUNASOLS, 1985). Ce sont des sols de texture limono-sableux à argilo-sableux avec un lessivage actif des éléments nutritifs causant d'énormes problèmes de fertilité (BADO, 1991). Selon BADO (1991), ce sont des sols acides à pH eau variant entre 5,5 et 6,5 avec une bonne concentration en bases échangeables et une faible teneur en phosphore.

2.2. Matériel

2.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé au cours de l'étude était composé de variétés de maïs et de niébé.

Pour le maïs, une seule variété a été utilisée à savoir la SR21. Cette variété a des grains de couleur blanche de type corné-denté et a un cycle de 95 jours avec un rendement potentiel de 5,1 t/ha (SANOU, 2009). Elle s'adapte aux zones ayant une pluviométrie comprise entre 900 et 1200 mm d'eau/an.

En ce qui concerne le niébé, deux variétés ont été utilisées :

- la variété 1 (V1), K VX.745-11p qui a un cycle de 75 jours et une production fourragère de 3000 kg/ha. Son rendement potentiel en grains est de 1,5 t/ha et s'adapte bien aux zones dont la pluviométrie annuelle varie de 400 à 800 mm d'eau (OUEDRAOGO et *al.*, 2003) ;
- la variété 2 (V2), K VX.442-3-25-SH, a un cycle de 60 jours, produit plus de grains que de biomasse avec un rendement potentiel en grains de 1,8 t/ha (OUEDRAOGO et *al.*, 2003). Elle est adaptée aux localités recevant 400 à 800 mm d'eau/an.

Les semences de maïs ont été achetées à l'Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA) et celles du niébé dans une entreprise locale spécialisée dans la fourniture des semences.

2.2.2. Fertilisants utilisés

Les fertilisants minéraux à savoir le complexe NPK (15-15-15) et l'Urée (46% d'azote) ont été utilisés en quantités égales dans toutes les parcelles élémentaires à des doses respectives de 150 kg/ha et 50 kg/ha. Ils ont été achetés dans une entreprise locale spécialisée dans la vente d'engrais minéraux. Pour ce qui est de la période d'apport des différents fertilisants, le complexe NPK et l'urée ont été appliqués respectivement 15 et 40 jours après semis (JAS) du maïs.

2.2.3. Herbicide et Insecticide utilisés

L'herbicide total de prélevé, le glyphosate (N-(phosphonométhyl) glycine, $C_3H_8NO_5P$) sous la marque Round up a été utilisé à la dose de 1 l/ha. Le Décis (Deltametrine) a été utilisée à la dose de 1 l/ha pour lutter contre les insectes ravageurs du niébé. Ces produits ont été achetés auprès des sociétés spécialisées dans la vente des produits chimiques.

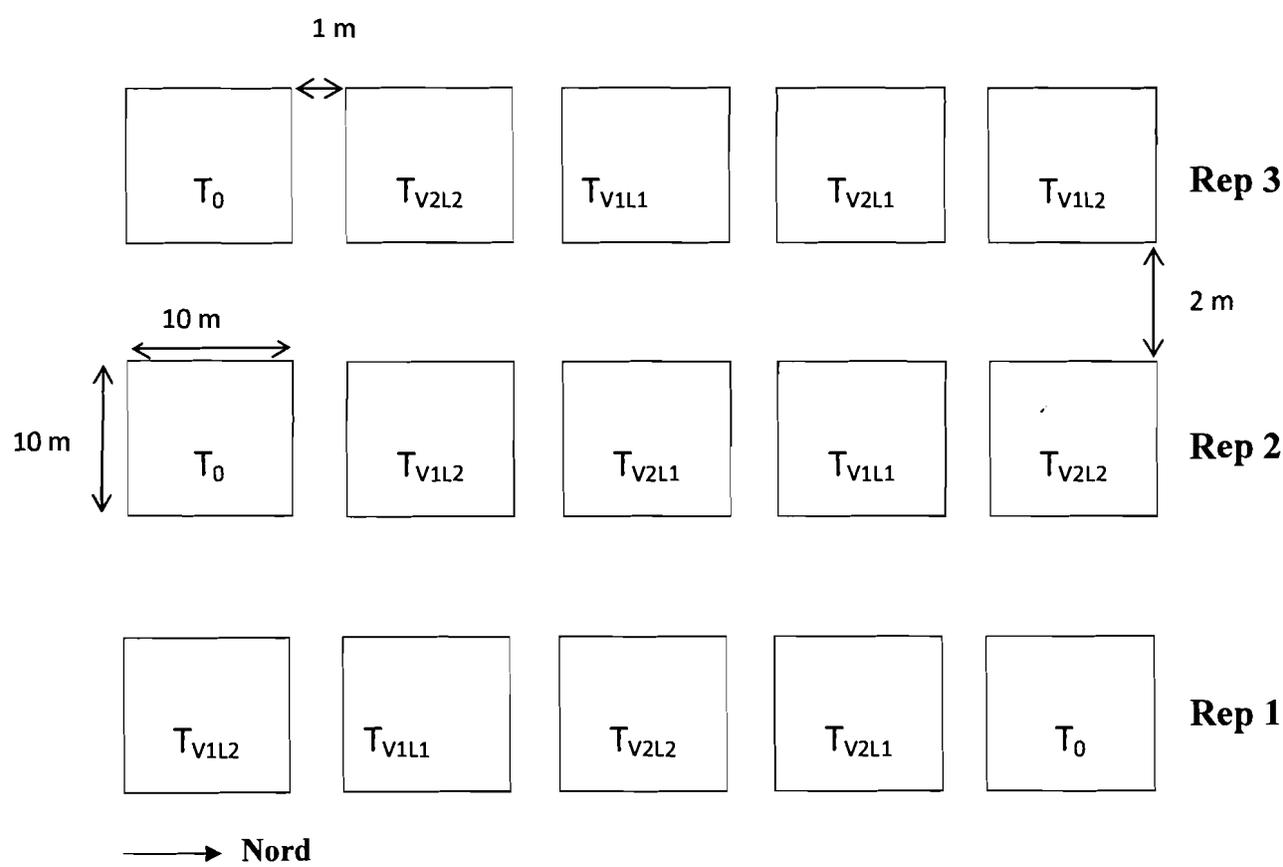
2.3. Méthodes

2.3.1. Dispositif expérimental

Un dispositif en blocs Fischer a été utilisé. Il comprend trois blocs ou répétitions et chaque bloc se subdivise en cinq parcelles élémentaires. Les dimensions de chaque parcelle élémentaire étaient de 10 m × 10 m chacune soit 100 m². Les distances entre les blocs étaient de 2 m et celles entre les parcelles élémentaires étaient de 1 m (Figure 4).

L'engrais a été apporté de façon localisée en surface pour le traitement témoin (T_0) et de façon localisée en enfouissant pour les autres traitements. Ainsi, les traitements suivants ont été constitués :

- T_0 : maïs en culture pure ;
- T_{V1L1} : maïs associé à la variété 1 de niébé semée sur toutes les lignes de maïs entre les poquets ;
- T_{V1L2} : maïs associé à la variété 1 de niébé semée entre les poquets de maïs en sautant chaque fois une ligne de maïs;
- T_{V2L1} : maïs associé à la variété 2 de niébé semée sur toutes les lignes de maïs entre les poquets ;
- T_{V2L2} : maïs associé à la variété 2 de niébé semée entre les poquets de maïs en sautant chaque fois une ligne de maïs.



Rep= répétition

Figure 4 : Dispositif expérimental

2.3.2. Conduite de l'essai

Un traitement au Round up à la dose de 1 l/ha a été effectué sur l'ensemble des parcelles, il a été suivi d'un labour à plat réalisé à l'aide d'une charrue à traction bovine sur toutes les parcelles élémentaires.

Le maïs a été semé le 11 juillet 2013 sur toutes les parcelles à raison de deux à trois graines de maïs par poquet avec des écartements de 0,8 m entre lignes et 0,4 m entre les poquets. Chaque parcelle comportait au total 13 lignes. Deux semaines après les semis, le démariage a été fait en ne laissant que deux (02) plantes/poquet. La V1 du niébé a été semée 15 jours après le maïs et la V2, 30 jours après le maïs. Le premier traitement du niébé à la Deltametrine a été effectué à 35 JAS du niébé correspondant au stade de l'émission des boutons floraux et le second, 50 JAS du niébé correspondant au stade de formation des gousses. Les parcelles ont

été sarclées à 15 JAS du maïs et à 40 JAS du maïs (à la montaison) au moment de l'apport de l'urée. La Figure 5 montre les différents modes associations.

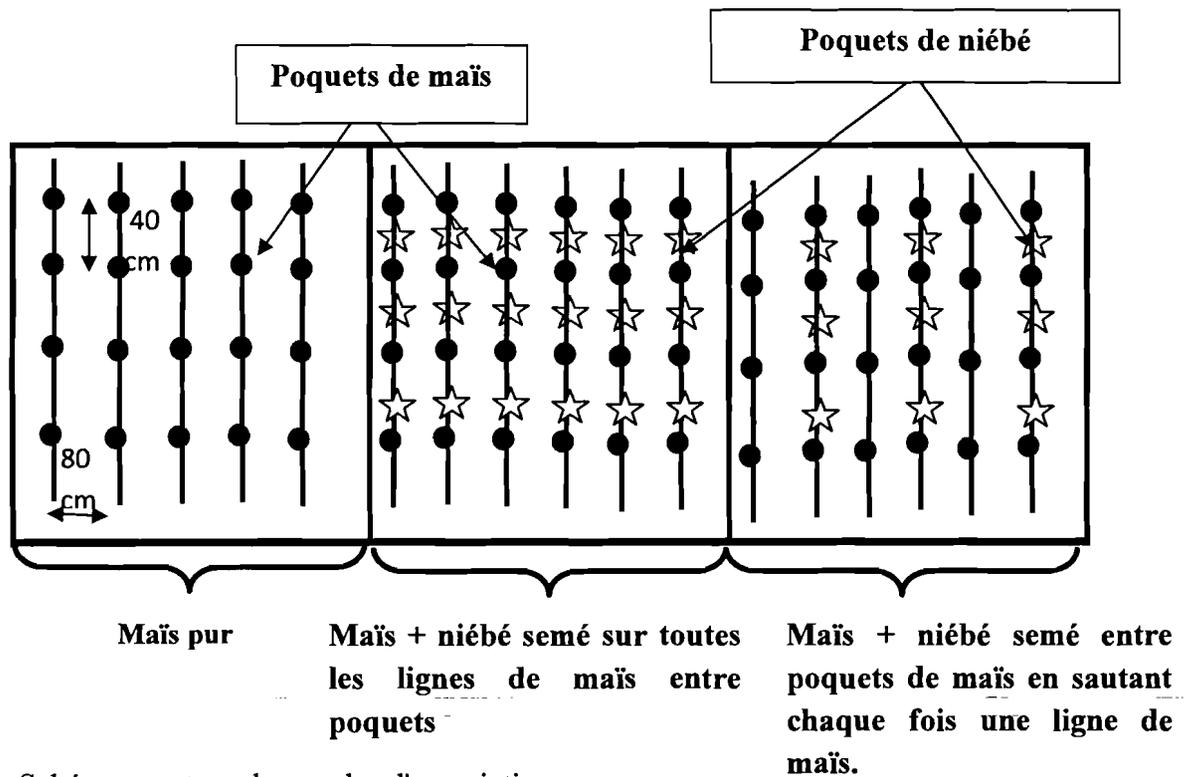


Figure 5: Schéma montrant les modes d'associations

2.3.3. Collecte des données

Une fiche de suivis a été utilisée pour chaque traitement pour la collecte des données (annexe). Ainsi les paramètres suivants ont été déterminés.

2.3.3.1. Paramètres agronomiques mesurés

Les paramètres agronomiques qui ont été mesurés sont : le taux enherbement des parcelles, le rendement en grains et en paille de maïs et celui des grains et fanes de niébé.

➤ Enherbement

Le recouvrement du sol par les mauvaises herbes a été déterminé dans des placettes de 3 m² (3 m × 1 m) placées de façon aléatoire sur une diagonale de chaque parcelle élémentaire. L'enherbement a été estimé en pourcentage à l'aide d'une échelle visuelle de notation allant de 1 à 9 avec 1 = recouvrement nul et 9 = recouvrement total (Tableau I).

Tableau I : Echelle de notation de l'enherbement (MARNOTTE, 1984)

	p.100	Recouvrement
1	1	espèce présente, mais rare
2	7	moins d'un individu par m ²
3	15	au moins un individu par m ²
4	30	30 % de recouvrement
5	50	50 % de recouvrement
6	70	70 % de recouvrement
7	85	recouvrement assez fort
8	93	très peu de sol apparent
9	100	recouvrement total

➤ Rendement en grain

Les rendements en grains ont été déterminés sur les 7 lignes centrales de chaque parcelle élémentaire sur une longueur de 7 m par ligne correspondant à une superficie de 39,2 m² (7 m × 5,6 m). Les trois lignes de bordure n'ont pas été récoltées. Les épis et les gousses ont été récoltés et pesés directement pour avoir le poids frais, puis séchés au soleil pour déterminer le poids sec. Ensuite, les épis de maïs et les gousses de niébé séchés ont été battus, vannés et pesés à nouveau pour avoir le poids des grains. Après ces mesures, des échantillons de grains ont été prélevés, séchés à l'étuve à 75°C pendant 72 heures afin d'obtenir le poids sec.

➤ Production de paille et de fane

Les tiges de maïs et les fanes de niébé ont été coupées au niveau du collet et pesées pour obtenir les différents poids frais. Des échantillons ont été ensuite prélevés et séchés dans l'étuve à 75°C pendant 72 heures pour la détermination du poids sec à partir de la formule suivante :

$$PS = \left(\frac{PSe}{PFe} \right) * PFt$$

PS : poids sec ; **PFt** : poids frais total ; **PSe** : poids sec de l'échantillon ; **PFe** : poids frais de l'échantillon

Dans les calculs de rendement les différents résultats obtenus ont été extrapolés en kilogramme par hectare (kg/ha).

2.3.3.2. Méthode de calcul des variables économique et des temps de travaux

Les variables économiques qui ont été calculées sont : les produits bruts, les charges brutes et les marges brutes.

➤ Produits bruts

Les produits bruts constituent la valeur de la production agricole estimée au prix du marché local. Ces produits concernent aussi bien les rendements en graines qu'en paille. Pour les systèmes d'association culturale, le produit brut total revient à la somme des produits bruts de chaque spéculation associée (PENOT et *al.*, 2010). La formule est la suivante :

$$PBT = \sum (P * Pu)$$

PBT : produit brut total ; **P** : production à hectare ; **Pu** : prix unitaire

Les produits bruts par hectare ont été déterminés en affectant une valeur à la production en grains et en paille de maïs, à la production en graines et en fanes de niébé sur la base des

prix moyens du marché local d'octobre à décembre. Ainsi des prix moyens de 125 F CFA/kg pour les grains de maïs et 250 F CFA/kg pour les grains de niébé ont été utilisés. Quant aux fanes de niébé et à la paille de maïs, nous avons retenu respectivement des prix moyen de 170 F CFA/kg et 25 F CFA/kg, après enquête auprès des producteurs.

➤ Charges brutes

Les charges brutes correspondent aux charges qui disparaissent dans l'acte de production. Elles ont été obtenues en sommant les charges élémentaires d'intrants (semences, herbicides, engrais, insecticides) et de travail. Le tarif généralement pratiqué dans la zone d'étude pour le temps de travail a été utilisé. Ainsi des enquêtes ont révélé que le prix moyen d'une journée de travail est de 750 F CFA avec une journée correspondant à 7 heures.

$$CB = \sum ce$$

CB : charge brute ; **ce** : charges élémentaires

➤ Marge brute

La marge brute représente pour chaque traitement, la valeur de son produit brut total diminuée de ses charges brutes.

$$MB = PBT - CB$$

MB : marge brute ; **PBT** : produit brut total.

➤ Temps de travail

Le temps de travail par opération est obtenu en faisant le calcul suivant :

$$TT = \frac{TP * NP}{SP * 420} * 10000$$

TT : temps de travail (H.j) ; **TP** : temps passé (en minute) ; **NP** : nombre de personnes ;
SP : superficie de la parcelle

Le temps total est obtenu en sommant les temps de travaux de toutes les opérations.

2.3.4. Analyse de données

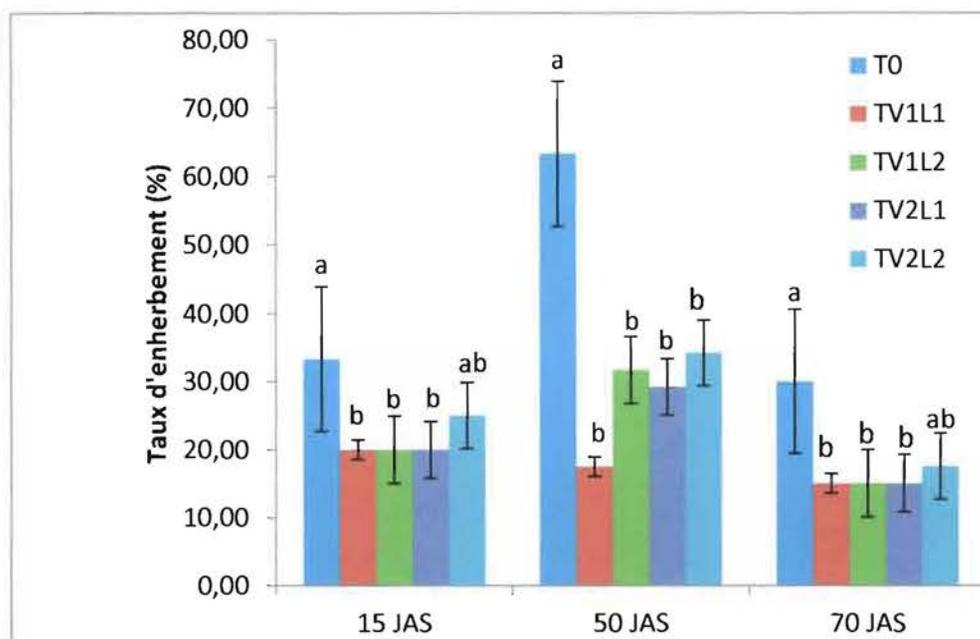
Les données collectées ont été traitées grâce à deux logiciels. Le tableur Excel version 2010 a permis de saisir les données, d'élaborer les tableaux et figures. Le logiciel XLSTAT version 7.5.2 a servi à faire les analyses de variance (ANOVA) ainsi que les tests de Student Newman et Keuls au seuil de 5%.

Chapitre III : Résultats et discussion

3.1. Résultats

3.1.1. Effet de l'association maïs-niébé sur l'enherbement

La Figure 6 montre que l'enherbement est significativement plus élevé sur le traitement T_0 par rapport aux autres traitements quel que soit la date d'évaluation. A 15 jours après semis (JAS) et 70 JAS du maïs, l'enherbement est moins élevé sur les parcelles sous association maïs-niébé excepté le traitement T_{V2L2} . A 50 JAS du maïs le taux d'enherbement était de 63,33% pour le traitement témoin (T_0) contre 34,17%, 31,67%, 29,17% et 17,50% respectivement pour les traitements T_{V2L2} , T_{V1L2} , T_{V2L1} , T_{V1L1} .

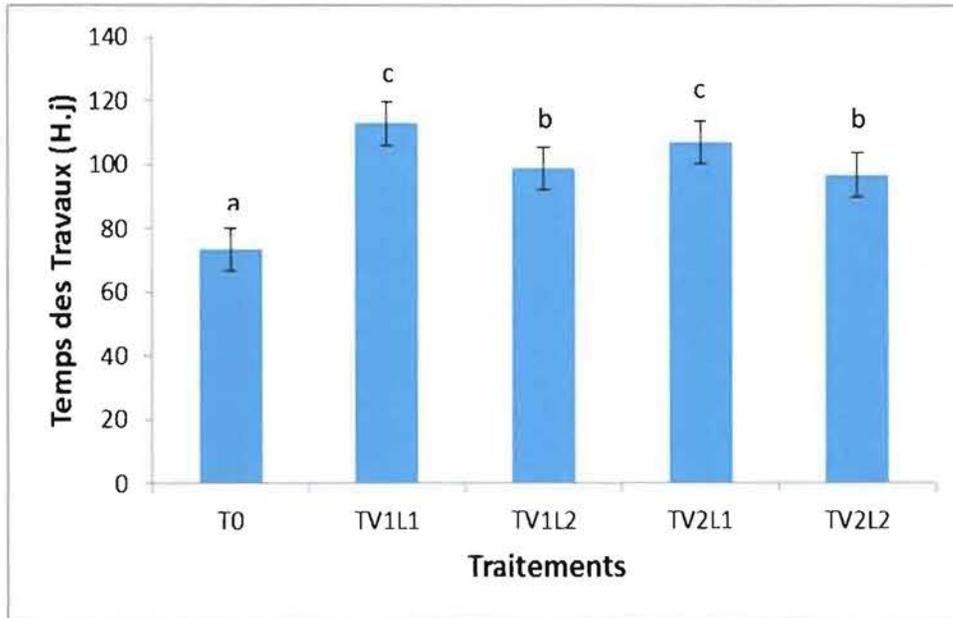


NB : Les traitements du même groupe d'histogramme affectés de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5%. JAS : Jour Après Semis ; T_0 : maïs en culture pure ; T_{V1L1} : maïs associé à la variété 1 de niébé semée sur toutes les lignes de maïs entre les poquets ; T_{V1L2} : maïs associé à la variété 1 de niébé semée entre les poquets de maïs en sautant chaque fois une ligne de maïs ; T_{V2L1} : maïs associé à la variété 2 de niébé semée sur toutes les lignes de maïs entre les poquets ; T_{V2L2} : maïs associé à la variété 2 de niébé semée entre les poquets de maïs en sautant chaque fois une ligne de maïs.

Figure 6: Taux d'enherbement des traitements à 15, 50 et 70 jours après semis du maïs

3.1.2. Effet de l'association maïs-niébé sur le temps de travail

Les résultats sur le temps de travail montrent des différences significatives entre les traitements ($p = 0,0001$) (Figure 7). Le temps de travail le plus faible a été enregistré avec le traitement T_0 , soit $73,28 \pm 3,51$ H.j. Les traitements T_{V1L1} et T_{V2L1} qui sont similaires ont enregistré respectivement les temps les plus élevés avec $112,78 \pm 3,78$ H.j et $107,00 \pm 2,94$ H.j par rapport aux traitements T_{V1L2} ($98,74 \pm 2,67$ H.j) et T_{V2L2} ($96,75 \pm 1,54$ H.j).



NB : Les traitements de l'histogramme affectés de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5%. H.j= Homme jour. T_0 : maïs en culture pure ; T_{V1L1} : maïs associé à la variété 1 de niébé semée sur toutes les lignes de maïs entre les poquets ; T_{V1L2} : maïs associé à la variété 1 de niébé semée entre les poquets de maïs en sautant chaque fois une ligne de maïs ; T_{V2L1} : maïs associé à la variété 2 de niébé semée sur toutes les lignes de maïs entre les poquets ; T_{V2L2} : maïs associé à la variété 2 de niébé semée entre les poquets de maïs en sautant chaque fois une ligne de maïs.

Figure 7: Effet de l'association maïs-niébé sur le temps de travail

3.1.3. Effet des traitements sur le rendement du maïs

A travers le tableau II, on remarque que les rendements en grains et en pailles de maïs ne sont pas significativement différents ($p > 0,05$). Cependant les traitements T_{V2L2} et T_0 se

distinguent des autres traitements. Le traitement T_{V2L2} a entraîné des augmentations de 1,03% et de 14,05% respectivement en rendement grain et paille de maïs par rapport au traitement T_0 . Les autres traitements ont enregistré des rendements moins élevés par rapport au traitement T_0 .

Tableau II : Effet des traitements sur le rendement du maïs

Traitements	Rendements maïs (kg/ha)	
	Grain	Paille
T_0	2 013,44 ^a ± 1 351,78	2 462,50 ^a ± 807,08
T_{V1L1}	1 799,75 ^a ± 941,01	2 090,31 ^a ± 540,75
T_{V1L2}	1 947,87 ^a ± 724,57	2 579,93 ^a ± 931,79
T_{V2L1}	1 837,59 ^a ± 690,19	2 321,68 ^a ± 624,61
T_{V2L2}	2 034,10 ^a ± 969,66	2 808,42 ^a ± 943,78
F	0,035	0,353
Pr > F	0,997	0,836
Signification	<i>NS</i>	<i>NS</i>

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. Pr > F = Probabilité observée ; NS = Non significatif.

3.1.4. Effet des traitements sur le rendement du niébé

Les résultats montrent des différences significatives ($p = 0,0001$) entre les rendements en grains et en fanes de niébé des différents traitements (Tableau III). La production en grains de niébé la plus élevée a été obtenue sur le traitement T_{V1L1} avec des augmentations de 86,88%, 70,17% et de 48,88% respectivement par rapport aux traitements T_{V2L2} , T_{V2L1} et T_{V1L2} . La production en fane de niébé a suivi la même tendance que celle des grains de niébé ($p = 0,0001$) avec des augmentations de rendement de 91,42%, 82,03% et de 40,49% du traitement T_{V1L1} respectivement par rapport aux traitements T_{V2L2} , T_{V2L1} et T_{V1L2} .

Tableau III : Effet des traitements sur le rendement du niébé

Rendements niébé (kg/ha)		
Traitements	Grain	Fane
T _{V1L1}	228,06 ^a ± 3,76	360,97 ^a ± 50,09
T _{V1L2}	116,58 ^b ± 16,25	214,80 ^b ± 37,57
T _{V2L1}	68,03 ^c ± 17,62	64,88 ^c ± 26,74
T _{V2L2}	29,93 ^d ± 10,08	30,95 ^c ± 4,25
F	173,614	73,640
Pr > F	0,0001	0,0001
Signification	S	S

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. Pr > F = Probabilité observée ; S = significatif.

3.1.5. Effet des traitements sur le rendement de la biomasse fourragère totale

Les résultats présentés dans le tableau IV ne montrent pas de différence significative pour la production en biomasse fourragère totale (paille + fane). Les rendements en biomasse fourragère totale les plus élevés ont été obtenus avec les traitements T_{V2L2} et T_{V1L2} respectivement avec des augmentations de 15,30% et de 13,49% par rapport au traitement T₀. Les rendements les plus faibles ont été obtenus avec les traitements T_{V1L1} et T_{V2L1} respectivement avec des baisses de 0,46% et 3,18% par rapport au traitement T₀.

Tableau IV : Effet des traitements sur le rendement de la biomasse fourragère totale

Traitements	Rendement en biomasse
	fourragère (Paille+ fane) (kg/ha)
T ₀	2 462,50 ^a ± 807,07
T _{V1L1}	2 451,28 ^a ± 490,73
T _{V1L2}	2 794,73 ^a ± 967,87
T _{V2L1}	2 386,57 ^a ± 637,97
T _{V2L2}	2 839,37 ^a ± 946,95
F	0,217
Pr > F	0,923
Signification	NS

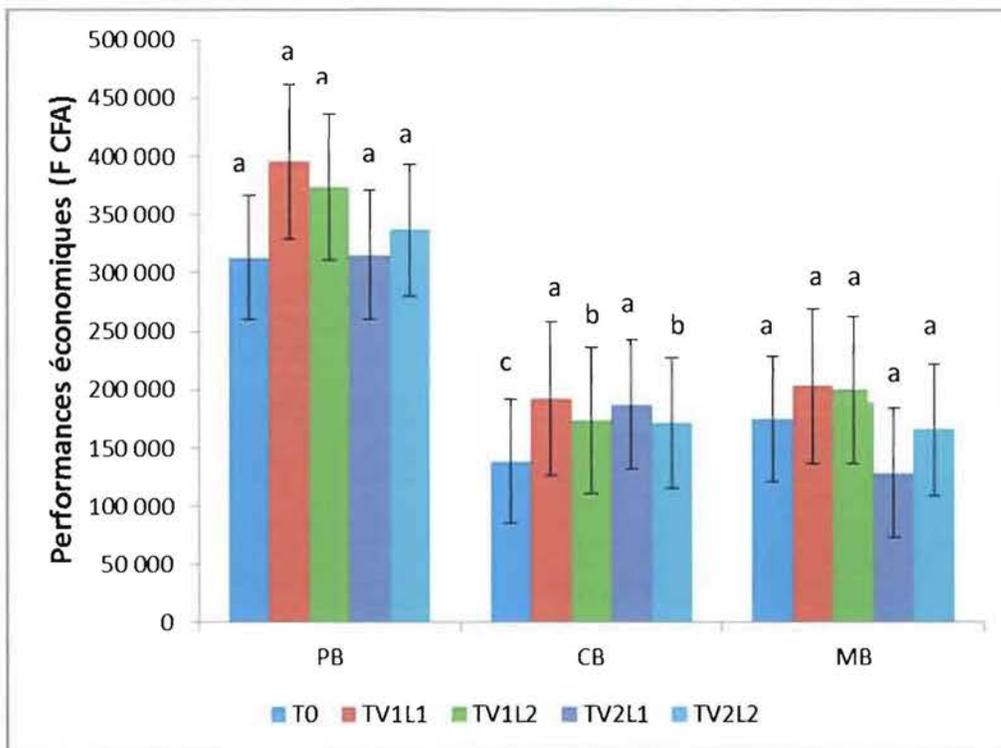
NB : Les moyennes d'une même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. Pr > F = Probabilité observée ; NS = Non significatif.

3.1.6. Effet de l'association maïs-niébé sur les performances économiques

La Figure 8 montre que les charges brutes (CB) les plus élevées ($p = 0,0001$) ont été obtenues avec les traitements T_{V1L1} et T_{V2L1}. T₀ a induit une charge brute la moins élevée par rapport aux autres traitements.

L'analyse ne montre pas de différence significative entre les traitements pour le produit brut (PB) et la marge brute (MB). Toutefois, les traitements d'association maïs-niébé ont induit des augmentations des PB par rapport au traitement témoin. Les tendances les plus élevées en PB ont été obtenus avec le traitement T_{V1L1}, suivi du traitement T_{V1L2} et les plus faibles avec le traitement T₀ suivi du traitement T_{V2L1}.

Les tendances les plus élevées en MB ont été obtenues avec les traitements T_{V1L1} (203 010 F CFA/ha) et T_{V1L2} (199 777 F CFA/ha) suivi du traitement T₀ (174 666 F CFA/ha) et les plus faibles ont été obtenues avec les traitements T_{V2L1} (128 551 F CFA/ha) et T_{V2L2} (165 564 F CFA/ha).



NB : Les traitements du même groupe d'histogramme affectés de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5%. PB= produit brut ; CB= charge brute ; MB = marge brute. T₀ : maïs en culture pure ; T_{V1L1} : maïs associé à la variété 1 de niébé semée sur toutes les lignes de maïs entre les poquets ; T_{V1L2} : maïs associé à la variété 1 de niébé semée entre les poquets de maïs en sautant chaque fois une ligne de maïs ; T_{V2L1} : maïs associé à la variété 2 de niébé semée sur toutes les lignes de maïs entre les poquets ; T_{V2L2} : maïs associé à la variété 2 de niébé semée entre les poquets de maïs en sautant chaque fois une ligne de maïs.

Figure 8: Effet de l'association maïs-niébé sur les performances économiques

3.2. Discussion

Les résultats montrent que le taux d'enherbement est faible dans l'association maïs-niébé par rapport à la culture pure du maïs. Ces résultats sont en accord avec ceux de CESAR (2004), HIEN (2004) et SEGDA et *al.* (2000) qui ont montré l'influence positive des légumineuses dans la lutte contre les adventices. Pour HIEN (2004) cela est lié à la faculté du niébé à couvrir rapidement le sol, limitant ainsi l'enherbement et l'émergence des mauvaises herbes. Cet effet inhibiteur du niébé sur l'apparition des mauvaises herbes, a été plus marqué au 50^{ème} jour après le semis du maïs coïncidant au 35^{ème} jour après le premier sarclage. A cette date, les faibles taux d'enherbement obtenus avec les traitements T_{V1L1} et T_{V2L1} montrent que l'effet du niébé sur les mauvaises herbes est d'autant plus important que sa densité est plus élevée. En effet la densité élevée du niébé favorise une bonne couverture du sol par leur forte production en biomasse. Cela limite la germination et le développement des mauvaises herbes. On peut donc émettre l'hypothèse que l'association du niébé entre les poquets sur toutes les lignes de maïs permet de mieux contrôler les mauvaises herbes.

A l'exception du traitement T_{V2L2} , les autres traitements (T_{V1L1} , T_{V1L2} , T_{V2L1}) ont entraîné une baisse non significative de rendement en grains de maïs par rapport au traitement témoin T_0 . Ces résultats pourraient s'expliquer par la compétition pour l'alimentation minérale et hydrique qui est plus accrue pour les fortes densités de niébé. COULIBALY et *al.* (2012a) sont parvenus aux mêmes résultats. Ils avaient enregistré une baisse significative de l'ordre de 23% de rendement en grains de maïs associé au niébé par rapport à la culture pure. La baisse de rendement en grains de maïs associé avec une autre légumineuse (mucuna) a été montrée également par AZONTONDE (1993) qui avait obtenu en première année de son étude des rendements en grains de maïs de 1300 kg/ha en culture pure et de 200 kg/ha en association avec le mucuna. Les meilleurs rendements en tige de maïs ont été enregistrés avec les traitements T_{V2L2} et T_{V1L2} qui ont favorisé respectivement des augmentations de 14,05% et de 4,77% par rapport au traitement témoin T_0 . Au regard de ces résultats, il apparaît que l'association maïs-niébé à faible densité permet une réduction de la compétition entre les deux cultures avec comme conséquence une réduction de la baisse du rendement du maïs (grains et paille).

La production en biomasse fourragère totale (paille et fane) a été meilleure avec les traitements T_{V2L2} et T_{V1L2} avec respectivement des augmentations de 15,30% et 13,49% comparativement au traitement T_0 . Ces résultats corroborent ceux obtenus par COULIBALY

et *al.* (2012a) en milieu réel et NCHOUNTNJI et *al.* (2010), qui ont montré que les associations céréales- légumineuses permettent une augmentation non significative de la biomasse fourragère (paille et fane cumulées) par rapport à la culture pure pour des itinéraires techniques performants. COULIBALY et *al.* (2012a) avaient enregistré des augmentations de 22 à 29% de la biomasse fourragère pour les associations maïs-légumineuse par rapport à la culture pure du maïs.

Les traitements T_{V1L1} et T_{V2L1} ont entraîné des baisses non significatives ($p > 0,05$) de rendement en biomasse fourragère totale par rapport au traitement témoin T_0 . Ceci montre que les fortes densités de niébé associé avec le maïs réduisent la production fourragère de l'association malgré la forte production en fane de niébé. La forte production de fane niébé se traduit par une baisse de la production en paille de maïs. En somme la compétition est rude quel que soit la densité de semis du niébé lorsqu'il est semé à 15 JAS du maïs. Elle est moins élevée lorsque le niébé est semé à faible densité à 30 JAS du maïs.

Les temps de travaux ont été significativement plus élevés ($p = 0,0001$) avec les traitements d'association maïs-niébé. Ces résultats ne sont pas conformes à ceux obtenus par COULIBALY et *al.* (2012c) en milieu réel. Ils avaient montré sans tenir compte des temps de récolte que les associations maïs-légumineuses n'ont pas influencé significativement les temps de travaux comparativement à la culture pure. Pour eux cela était dû au fait que le temps de semis supplémentaire occasionné par les cultures associées a été compensé en partie, par la suppression du buttage dans l'association. Nos résultats peuvent s'expliquer par le surplus de temps consacré au semis, aux traitements phytosanitaires et à la récolte de la légumineuse. Les traitements T_{V1L1} et T_{V2L1} ont été plus consommateurs en temps ($p = 0,0001$) par rapport aux traitements T_{V1L2} et T_{V2L2} du fait de l'augmentation du temps des opérations culturales dans ces traitements.

L'analyse économique montre que les charges brutes ont été significativement plus élevées ($p = 0,0001$) dans les associations maïs-niébé que dans la culture pure du maïs. Ces résultats peuvent s'expliquer par l'augmentation des dépenses liées aux opérations culturales et à l'achat des intrants agricoles du fait de l'association de la légumineuse. L'augmentation du produit brut (PB) dans les traitements associant le niébé par rapport au traitement pur est liée à la production supplémentaire de grains et de fanes de niébé qui ont été valorisées. Ainsi les traitements T_{V1L1} (203 010 F CFA/ha) et T_{V1L2} (199 778 F CFA/ha) ayant les meilleurs rendements en grains et fane de niébé, ont enregistré les marges brutes les plus élevées ($p >$

0,05) par rapport autres traitements d'association. Bien que la compétition entre les cultures est élevée sur les traitements qui associe le niébé 15 JAS du maïs, ces derniers restent économiquement plus rentable.

Conclusion générale

Notre travail avait pour objectif de déterminer les différents modes associations maïs-niébé permettant d'avoir des meilleures performances agronomiques et économiques. Bien que l'étude n'ait été conduite que sur une campagne agricole, l'association maïs-niébé serait économiquement une pratique plus performante que la culture pure du maïs. La présente étude a permis de montrer que les rendements du maïs et du niébé dépendent des traitements tout comme les performances économiques et l'enherbement des parcelles aussi en dépendent. Ainsi, les traitements T_{V1L1} et T_{V2L1} associant le niébé à densité élevée ont permis de mieux contrôler les mauvaises herbes. Le traitement T_{V2L2} associant le niébé 30 JAS du maïs à faible densité a favorisé des augmentations non significatives des rendements en grains de maïs et en biomasse fourragère totale, mais reste économiquement moins rentable malgré la réduction de la compétition à leur niveau. Par contre ceux associant le niébé 15 JAS du maïs (T_{V1L1} et T_{V1L2}) ont permis une optimisation des rendements et ont été plus performants du point de vue économique. Ces systèmes d'associations maïs-niébé sont 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. Ils pourraient contribuer également à réduire les coûts de production, la pollution des eaux souterraines et de surface par les produits chimiques. La difficulté majeure de ce système se situe au niveau des opérations culturales. Au regard de nos résultats, des perspectives suivantes peuvent être dégagées :

- poursuivre l'expérimentation sur plusieurs années afin de valider les résultats obtenus ;
- évaluer l'arrière effet de l'association dans ces systèmes de cultures sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol ;
- évaluer l'effet de ces systèmes de cultures sur la qualité de la biomasse fourragère produite.

Bibliographie

ABOH A.B., OLAFA M., DOUSSOU-GBETE G.S.O., DOSSO A.D. et DJAGOUN N., 2002. Ingestion volontaire et digestibilité apparente d'une ration à base de la farine de graines de *Mucuna pruriens va.utilis* complétée de fourrages chez les lapins, *Tropicultura*, 20(4):165-169.

AHMADI N., CHANTEREAU J., HEKIMIAN LETHEVE C., MARCHAND J.L. et OUENDEBA B., 2002. « Les céréales ». In *Mémento de l'agronome*, Paris, GRET, CIRAD, Ministère française des affaires étrangères, pp 777-829.

AKEDRIN T.N., N'GUESSA K., AKE-ASSI E. et AKE S., 2010. Effet de légumineuses herbacées ou subligneuses sur la productivité du maïs. *Journal of Animal and plant sciences*, 8(2): 953-963.

AZONTONDE A., 1993. Dégradation et restauration des terres de barre (sols ferralitiques faiblement dessaturés argilo-sableux) au Benin. *Cah.Ortom.Sér.Pédol.*, 28(2): 217-226.

BADO B.V., 1991. Etude de l'efficacité du Burkina phosphate en riziculture. Rapport d'activité. INERA, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 42p.

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, 197p.

BAGAYOGO M., MAMAN N., PALE S., TAONDA S.J.B., TRAORE S. et MASON S.C., 2011. Microdose and N and P fertilizer application rates for pearl millet in West Africa. *African journal of Agriculture Research*, 6 (5):1141-1150.

BAUDRON F., CORBEELS M., MONICAL F. et GILLER K.E., 2009. Cotton expansion and biodiversity losing African savannahs, opportunities and challenges for expansion conservation agriculture: a review paper based on two case studies. *Biodivers conserv*, 18: 2625-2644.

BUNASOLS, 1985. Etat de connaissance de la fertilité des sols au Burkina Faso. Document technique N°1, 50p.

CABURET A et HEKIMIAN LETHEVE C., 2002. « Les légumineuses à grains ». In *Mémento de l'agronome*, Paris, GRET, CIRAD, Ministère française des affaires étrangères, pp 865-878.

CARSKY R.J., DOUTHWAITE B., MANYONG V.M., SANGINGA N., SCHULZ S., VANLAURUE B., DIELS J. et KEATINGE S.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.

CESAR J. et GOURO A., 2004. Les légumineuses fourragères herbacées. Production animale en Afrique de l'Ouest. Fiche technique N° 7, CIRDES, Bobo-Dioulasso, 8p.

CESAR J., EHOUSOU M. et GOURO A., 2004. Production fourragère en zone tropicale et conseil aux éleveurs. Rapport Procordel, CIRDES, Bobo-Dioulasso, 47p.

CILSS: Comité permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel, 2012. Bonnes pratiques agro-sylvo-pastorales d'amélioration durable de la fertilité des sols au Burkina Faso, 194 p.

COULIBALY K., VALL E., AUTFRAY P. et SEDOGO P.M., 2012a. Performance technico-économique des associations maïs-niébé et maïs-mucuna en situation réelle de culture au Burkina Faso : potentiels et contraintes. *Tropicultura*. 30 (3): 147-154.

COULIBALY K., VALL E., AUTFRAY P., BACYE B., SOMDA I., NACRO H.B. et SEDOGO P.M., 2012b. Co-conception d'itinéraires techniques de culture pure du niébé et du mucuna dans la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso : intérêts et limites. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 106 (2): 139-155.

COULIBALY K., VALL E., AUTFRAY P., NACRO H.B. et SEDOGO P.M. 2012c. Premiers résultats d'intensification écologique et démarche participative en zone cotonnière de l'Ouest du Burkina Faso. *Agronomie Africaine*. 24(2): 129-141

COULIBALY M., 1984. Réponse de cultivars locaux de niébé à la fumure phosphatée, Mémoire de fin d'étude. ISP- UO. 59p.

CRAUFURD P.Q., SUMMERFIEL R.J., ELLIS R.H. et ROBERT E.H., 1997. Photoperiod, temperature and the growth and development of cowpea. In *Advances in cowpea*

research. Singh B.B., Mohan R.D.L., Dashiell K.E. et Jackai, L.E.N. JIRCAS- IITA Nigeria, pp 75-86.

CRENET M., DUREAU D., TRAORE B. et BALLO D., 1994. Fertilité et fertilisation dans la région Sud du Mali : du diagnostic au pronostic. *Agriculture et développement*, 3: 4-12.

EHLERS J.D. et HALL A.E., 1997. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). Field crops research, 53: 187-204.

FOVET-RABOT C. et WYBRECHT B., 2002. «Les associations et les successions de culture». In Mémento de l'agronome, Paris, GRET, CIRAD, Ministère française des affaires étrangères, pp 537-552.

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, 26p

GBAKATCHETCHE H., SANOGO S., CAMARA M., BOUET A. et KELI J., 2010. Effet du paillage par des résidus de poids 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.

GOBAT J.M., ARAGNO M. et MATTEY W., 2010. Le sol vivant. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 817p.

GUINKO S., 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse de doctorat. Tome I. Université de Bordeaux III, France, 313p.

HIEMA S.C., 2005. Caractérisation et classification de lignée de maïs (*Zea mays* L.).Mémoire de fin de cycle, IDR, UPB, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 71p.

HIEN E., 2004. Dynamique du carbone dans un acrisol ferrique du Centre-Ouest du Burkina Faso : influence des pratiques culturales sur le stock et la qualité de la matière organique. Thèse de doctorat, Ecole Nationale supérieure Agronomique de Montpellier, France, 137p.

IIRR et ACT., 2005. Conservation agriculture. Manual for farmers and extension workers in Africa. International Institute of Rural Reconstruction, Nairobi, African Conservation Tillage Network, Harare, 251p.

JUSTE E., BEDOUSSAC L. et PRIEUR L., 2009. Est-il possible d'améliorer le rendement et la teneur en protéine du blé en Agriculture Biologique au moyen de culture intermédiaire ou de cultures associées? *Innovations Agronomiques*, 4: 165-176.

LAMIEN N. et OUEDRAOGO J.S. 2004. The potentiel fruit yield of economic indigenous tree species in west African savanna area, Burkina Faso. International conference on "Multipurpose trees in the tropics: Assessment, Growth and Management" jodh pur, indi, 22-25.

MAHRH, 2007. Document guide de la révolution verte, Septembre, 98p.

MARNOTTE P., 1984. Influence des facteurs agroécologiques sur le développement des mauvaises herbes en climat tropical humide. 7 ème coll. Int. Ecol. Biol. Et syst. Des Mauvaises herbes. Paris France, 183-189.

MASSODO S. et GOM-Tchimbakala J., 2008. Impact d'une jachère à *Mucuna puriens* et d'une culture de *Manihot esculenta cranzl* 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.

NCHOUTNJI I., DONGMO A.L., MBIANDOUN M. et DUGUE P., 2010. Accroître la production de la biomasse dans les terroirs d'agro-éleveurs: cas des systèmes de culture à base de céréales au Nord Cameroun. *Tropicultura*, 28(3), 133-138.

OUEDRAOGO J.T, DRABO I., TIGNEGRE J.B., DABIRE C., SEREME P. et KONATE G., 2003. Fiches techniques du niébé variétés K VX.745-11p, K VX.442-3-25-SH, INERA Burkina Faso, 2p

PENOT., HUSSON O. et RACOTONDRAMANANA, 2010. Les bases de calcul économiques pour l'évaluation des systèmes SCV. Manuel pratique de semis direct en Madagascar, CIRAD, 28 p.

PIERI C., 1989. Les processus majeurs d'évolution de la fertilité. Les termes et l'évolution du bilan organique des sols cultivés. *In* : Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au Sud Sahara. Ministère de la coopération, Paris, 277-336.

PODA E., 1979. L'amélioration du maïs pour la productivité et la valeur nutritionnelle. Etude de la prolificité en épis et des facteurs de richesse en lysine du grain. Mémoire de fin d'études, DESTOM, INRA Montpellier, 106p.

ROUANET G., 1984. Le technicien d'agriculture tropicale: le maïs, 142p.

SANOU J., 2009. Variétés de maïs vulgarisées au Burkina Faso, actualisation 2009. INERA/CT, 2p.

SAVADOGO M., SOMDA J., SEYNOU O. et NIANOGO A.J., 2011. Catalogue des bonnes pratiques d'adaptation aux risques climatiques au Burkina Faso. Ouagadougou, Burkina Faso: UICN Burkina Faso, 50p.

SCHÖLL L.V., 2000. Gérer la fertilité du sol. Serie Agrodok n°2, 88p.

SEDOGO P M., 2008. Etude sur la capitalisation des technologies en matière d'amélioration de la fertilité des sols dans les zones cotonnière du Burkina Faso. Rapport final, Union Nationale des Producteurs de coton du Burkina Faso (UNPCB), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 51p.

SEGDA Z., HIEN. et BECKER M., 2000. *Mucuna cochinchinensis* dans les systèmes d'association et de rotation culturale au Burkina Faso, In Florent C., Pontanie R., Libbey J (eds). La jachère en Afrique tropicale. Eurotext. Paris : 622-627.

SINGH B.B., CHAMBLISS O.L. et SHARMA B., 1997. Recent advances in cowpea breeding. In: Advances in cowpea research; Singh B.B., Mohan R.D.L., Dashiell K.E. et Jackai, L.E.N. JIRCAS- IITA Nigeria, pp 30-49.

SOLTNER D., 1994. Les bases de la production végétale. Collection: Sciences et techniques agricoles. 20^e édition, tome I, 467p.

TRAORE K. et TOE A., 2010. Capitalisation des initiatives sur les bonnes pratiques agricoles au Burkina Faso, MAHRH, 89p.

ZANGRE B.V.C.A., 2000. Effets combinés du travail du sol et des amendements organiques sur la fertilité d'un sol ferrugineux tropical lessivé dans la région de Sari (zone centre du Burkina Faso). Mémoire d'ingénieur du développement rural/option Agronomie. IDR/UPB. Burkina Faso, 81p

Annexe

Fiches de suivi des différents traitements

Opérations culturales		Maïs pur
Préparation du sol		Date du Labour : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Semis	Maïs	Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du ré-semis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ fcfa
	Niébé V1 ou V2	Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du ré-semis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ fcfa
Application Round Up		quantité : _____ date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Démariage		date : _____ Nb de personnes : _____, Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Apport du NPK		date : _____ quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Application de l'urée		date : _____ quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Sarclage manuel		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Désherbage manuel		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte épis maïs		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte gousses de niébé		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte tige maïs		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte fourrage de niébé		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa

Opérations culturales		Maïs + Niébé (V1L1)
Préparation du sol		Date du Labour : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Semis	Maïs	Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du ré-semis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ fcfa
	Niébé V1 ou V2	Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du ré-semis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ fcfa
Application Round Up		quantité : _____ date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Démariage		date : _____ Nb de personnes : _____, Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Apport du NPK		date : _____ quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Application de l'urée		date : _____ quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Sarclage manuel		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Traitement insecticide		date : _____ quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte épis maïs		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte gousses de niébé		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte tige maïs		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte fourrage de niébé		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa

Opérations culturales		Maïs + Niébé (V1L2)
Préparation du sol		Date du Labour : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Semis	Maïs	Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du ré-semis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ fcfa
	Niébé V1 ou V2	Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du ré-semis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ fcfa
Application Round Up		quantité : _____ date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Démariage		date : _____ Nb de personnes : _____, Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Apport du NPK		date : _____ quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Application de l'urée		date : _____ quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Sarclage manuel		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Traitement insecticide		date : _____ Traitement insecticide Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte épis maïs		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte gousses de niébé		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte tige maïs		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte fourrage de niébé		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa

Opérations culturales		Maïs + Niébé (V2L1)	
Préparation du sol		Date du Labour : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	
Semis	Maïs	Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du ré-semis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ fcfa	
	Niébé V1 ou V2	Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du ré-semis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ fcfa	
Application Round Up		quantité : _____ date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	
Démariage		date : _____ Nb de personnes : _____, Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	
Apport du NPK		date : _____ quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	
Application de l'urée		date : _____ quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	
Sarclage manuel		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	
Traitement insecticide		date : _____ quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	
Récolte épis maïs		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	
Récolte gousses de niébé		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	
Récolte tige maïs		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	
Récolte fourrage de niébé		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	

Opérations culturales		Maïs + niébé (V2L2)
Préparation du sol		Date du Labour : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Semis	Maïs	Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du ré-semis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ fcfa
	Niébé V1 ou V2	Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du ré-semis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ fcfa
Application Round Up		quantité : _____ date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Démariage		date : _____ Nb de personnes : _____, Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Apport du NPK		date : _____ quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Application de l'urée		date : _____ quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Sarclage manuel		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Traitement insecticide		date : _____ quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte épis maïs		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte gousses de niébé		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte tige maïs		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte fourrage de niébé		date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa