

BURKINA FASO
UNITE - PROGRÈS - JUSTICE

.....
MINISTÈRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPÉRIEUR

.....
UNIVERSITÉ POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

.....
INSTITUT DU DÉVELOPPEMENT RURAL



MÉMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du

DIPLÔME DE MASTER EN PRODUCTION VEGETALE

THEME

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

Présenté par: Clément Ouémihé ATTIOU

Maître de stage : Dr. Kalifa COULIBALY

Co-maître de stage : Dr. Mamadou SANGARE

Directeur de mémoire : Dr. Bernard BACYE

Co-directeur de mémoire : Dr. Fernand SANKARA

N°:2014/MaPV

Mai 2014

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	i
DEDICACE.....	iii
REMERCIEMENTS	iv
SIGLES ET ABREVIATIONS	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES ET ILLUSTRATIONS.....	vii
LISTE DES ANNEXES	vii
RESUME.....	viii
SUMMARY	ix
INTRODUCTION.....	1
Chapitre I : Généralités	4
1.1. Maïs et maïsiculture au Burkina Faso.....	4
1.2. Mucuna et ses effets sur les systèmes de culture.....	6
1.2.1. Effets du mucuna sur la fertilité du sol.....	6
1.2.2. Effets du mucuna sur les performances agronomiques et économiques des systèmes de culture	7
1.2.3. Effets du mucuna sur la quantité et la qualité de foin dans les exploitations.....	8
1.3. Notion de fertilité du sol et techniques de gestion de la fertilité des sols	8
1.4. Culture associée.....	10
1.5. Notion de performances agronomique et économique.....	11
Chapitre II : Matériel et méthodes.....	12
2.1. Caractéristiques bio physiques et socio-économiques de la zone d'étude	12
2.1.1. Situation géographique des villages de Koumbia et de Gombêlédougou	12
2.1.2. Climat et Végétation.....	12
2.1.3. Sols	13
2.1.3. Milieu humain.....	13
2.2. Matériel	15
2.2.1. Matériel végétal.....	15
2.2.2. Les fertilisants et herbicides utilisés	15
2.3. Méthodes	15
2.3.1. Choix des producteurs.....	15
2.3.2. Dispositif expérimental	15
2.3.3. Collecte de données	16
2.3.4. Les performances économiques.....	17
2.3.5. Analyse des données	18

Chapitre III : Résultats et Discussion	20
3.1. Résultats	20
3.1.1. <i>Effets de la fumure organique et de la demi-dose d'engrais sur les performances agronomiques et économiques de la culture associée maïs-mucuna</i>	20
3.1.2. <i>Identification des pratiques homogènes (sous populations) sur le traitement maïs-mucuna, fumure organo-minérale</i>	21
3.1.3. <i>Comparaison des traitements par classe</i>	26
3.1.3.1. Comparaison des temps de travaux.	26
3.1.3.2. Comparaison des rendements.....	26
3.1.3.3. Comparaison des performances économiques.	29
3.2. Discussion	31
Conclusion et recommandations	35
Références bibliographiques	37
Annexes	a

DEDICACE

A Dieu tout puissant pour sa grâce qu'il m'accorde

A mes parents ATTIOU Gouahiré Zacharie et KIBORA Abougè Collette. Merci d'avoir fait du petit garçon l'homme qu'il est aujourd'hui.

A mes frères et sœurs : Louise ; Edwi ; Jacqueline ; Jeanne ; Denise ; Juste et Justine pour le soutien fraternel durant ces périodes cruciales de mon existence.

Je vous dédie ce mémoire

REMERCIEMENTS

Ce présent mémoire est le fruit de la collaboration et du soutien multiforme de plusieurs personnes et institutions. Nous saisissons l'occasion à travers ce document pour leur exprimer toute notre reconnaissance. Nous pensons en l'occurrence

- ✓ **Au Dr Valentine C. YAPI-GNAORE**, Directrice Générale du Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES) qui a bien voulu nous accepter au sein de son institution ;
- ✓ **Dr Kalifa COULIBALY**, enseignant chercheur à l'Institut du Développement Rural de l'Université Polytechnique de Bobo Dioulasso (IDR/UPB) et au CIRDES ; **Dr Mamadou SANGARE**, chercheur au CIRDES, nos co-maîtres de stage pour leur constante présence tout au long de nos travaux de terrains, leurs critiques et suggestions apportées à l'amélioration de la qualité scientifique de notre document et ce malgré leur calendriers très chargés. Nous leur sommes gré pour leur dévouement à la formation des jeunes ;
- ✓ **Dr. Bernard BACYE et Dr. Fernand SANKARA**, enseignants-chercheurs à IDR/UPB, nos co-directeurs de mémoire qui ont pris sur eux la lourde responsabilité de nous encadrer. Nous leurs sommes reconnaissant pour le temps qu'ils ont accordé à la lecture de notre document ainsi que pour leurs critiques et suggestions ;
- ✓ **Dr Augustin KANWE**, chef de l'Unité Recherche sur les Productions Animales (URPAN) au CIRDES, unité dans laquelle nous avons évolué, pour sa constante disponibilité et ses conseils tout au long de notre passage au CIRDES ;
- ✓ Mes cousins **ATTIOU Antoine, ATTIOU Achille et ATTIOU Désiré**, pour m'avoir encouragé à m'inscrire à l'UPB et pour avoir facilité mes premiers pas au campus ; Achille, merci pour tes multiples lectures de ce document, tes critiques et suggestions ;
- ✓ Aux aînés de l'IDR, **BENAGABOU Ida** doctorante au CIRDES, **TRAORE Aboubacar**, Ingénieur socio-économiste et **TRAORE Sy Serge Henry**, Ingénieur agronome de m'avoir encouragé à postuler pour le stage au CIRDES ainsi que vos conseils, critiques et suggestions pour l'amélioration de notre document ;
- ✓ Tous les chercheurs et tout le personnel du CIRDES, pour leur disponibilité, conseils et encouragements ;
- ✓ Tous les enseignants de l'IDR pour les efforts consentis à notre formation au sein de cette grande école. Merci à tous.
- ✓ **Mr Kani T Jean**, conseiller du village de Gombêlédougou pour son accueil et hébergement durant la phase terrain de notre stage. De même qu'à tous les producteurs

de Koumbia et Gombêlédougou pour leur constante disponibilité au cours de nos travaux. Un grand merci à tous.

- ✓ Mes Collègues de Bureau **Awa Barro et Lassina DAO ; Djénéba SANOU et Rasmata SANKARA**, pour cette franche collaboration, les échanges constructifs et le soutien pendant les périodes les plus difficiles de notre stage ;
- ✓ **Aux collègues stagiaires du CIRDES André Zongo, Arouna KONFE, Ibrahim TRAORE, Souleymane KANDE ;**
- ✓ **Mes amis POODA Lamine et Ouetioua Dieudonné**, pour cette amitié que vous m'accorder, l'accompagnement, les encouragements et votre constante présence tout au long de cette formation. Puisse Dieu vous accorder des amis loyaux comme vous l'avez été avec moi ;
- ✓ **Toute la 37^{ème} promotion de l'IDR**, pour cet esprit fraternel que vous avez toujours développé au cours de ces années passées ensemble, puisse cet esprit demeurer durant toute notre vie ;

Enfin à tous ceux dont les noms n'apparaissent pas ici. Je leur exprime ma plus grande reconnaissance.

SIGLES ET ABREVIATIONS

ACP = Analyse en Composante Principale.

CAH = Classification Ascendante Hiérarchique.

CB = Charge Brute.

CIPAM = Compagnie Industrielle de la Production Agricole et Marchande.

CIRDES = Centre Internationale de Recherche Développement sur l'Élevage en zone Subhumide.

FM = fumure minérale.

FO = fumure organique.

IDR = Institut du développement Rural.

INSD = Institut National de Statistique et de Démographie.

ITC = Itinéraires techniques.

JAEID = Journal of Agriculture and Environnement for International development.

JAS = Jour Après Semis du maïs

J/h = jours homme

kg = kilogramme.

MAD = Matière Azotée Digestible.

MB = Marge Brute.

MB/jr = Marge Brute par Jour de travail.

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

MO = matière organique.

PB = Produit Brut.

SCAB = Société Chimique et industrielle du Burkina Faso.

UPB = Université Polytechnique de Bobo Dioulasso.

URPAN = Unité Recherche sur les Productions Animales.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Note de l'enherbement en fonction du taux de recouvrement des mauvaises herbes	17
Tableau 2 : Performances agronomiques et économiques de l'association maïs mucuna et les facteurs pouvant influencer ces performances de l'ensemble de la population (n= 17)	21
Tableau 3 : Classification des producteurs selon la diversité des itinéraires techniques et les facteurs de production du traitement maïs mucuna FO et demi dose d'engrais.....	24

LISTE DES FIGURES ET ILLUSTRATIONS

Figure 1 : les sites d'étude.....	12
Figure 2 : Pluviosité et nombre de jours de pluies à Koumbia de 2009 à 2013.....	13
Figure 3 : Pluviosité et nombre de jours de pluies à Gombêlédougou de 2009 à 2013	13
Figure 4 : Plan de l'essai	16
Figure 5: cercle de corrélation issu de l'ACP réalisé sur les données de l'association maïs/mucuna/FO	23
Figure 6: Effets des traitements sur les temps de travaux des Classes C1, C2 et C3.....	26
Figure 7 : Effets des traitements sur les rendements de la Classe C1.	28
Figure 8 : Effets des traitements sur les rendements de la Classe C2.	28
Figure 9 : Effets des traitements sur les rendements de la Classe C3.	28
Figure 10 : effets des traitements sur les performances économiques de classe C1.	30
Figure 11: effets des traitements sur les performances économiques de classe C2.....	30
Figure 12 : effets des traitements sur les performances économiques de classe C3	30

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Itinéraire technique des cultures associées de maïs-mucuna 2013	a
Annexe 2 : FICHE DE SUIVI : Essai Association maïs-mucuna 2013	b
Annexe 3: Matrice de corrélation issue de l'ACP entre les facteurs de production et les performances agronomiques du traitement T4.....	i

RESUME

La zone ouest du Burkina Faso est caractérisée par une forte densité humaine et animale qui se traduit par une exploitation minière des ressources naturelles. Les engrais chimiques ne sont pas à la portée des populations rurales du fait de leur coût élevé. Cela conduit à une extension des champs par la réalisation de nouvelles friches. Au regard de l'augmentation de la population humaine et animale, cette extension ne peut plus se poursuivre. Il apparaît donc nécessaire de trouver des solutions pour améliorer et maintenir la fertilité des terres agricoles actuelles. C'est dans cette optique que cette étude a été initiée en milieu réel dans les exploitations agropastorales de Koumbia et de Gombêlédougou. L'objectif est (i) d'améliorer l'insertion des légumineuses dans le système de culture et (ii) de déterminer l'effet combiné de la demi-dose d'engrais chimique et de la FO. Les essais ont été conduits par vingt-trois (23) paysans en 2013 avec un dispositif en bloc complet dispersé. Chaque paysan était un bloc. Chaque bloc comportait quatre (04) traitements T1 (maïs pur sans FO), T2 (maïs mucuna sans FO), T3 (maïs pur avec FO) et T4 (maïs-mucuna avec FO). Les itinéraires techniques (ITC) ont fait l'objet d'un suivi complet jusqu'à la mesure des rendements. Les variables agronomiques ont été collectées (taux d'enherbement, densité, rendements) et les variables économiques (CB, PB, MB et la MB/jr) ont été déterminées. Deux types d'analyses ont été réalisés. Une analyse de variance sur les données de l'ensemble de la population et une analyse multi-variée sur les données du traitement maïs-mucuna avec FO.

Les résultats de l'analyse de variance sur l'ensemble de la population indiquent que l'application de la FO entraîne une augmentation significative ($p < 0.05$) du temps de travail par rapport au système sans FO. La culture associée entraîne une augmentation non significative des charges brutes et une réduction non significative des rendements et des marges brutes. L'analyse multi-variée a permis de montrer que les facteurs qui déterminent les rendements sont principalement, la quantité de FM et de FO appliquées et les densités de semis des cultures et de regrouper les producteurs en trois Classes C1 (08 producteurs), C2 (02 producteurs) et C3 (06 producteurs). Il ressort que les pratiques de la Classe C3 étaient les plus rentables sur le plan économique comparativement aux autres classes. Les producteurs de cette classe C3 ont appliqué en moyenne 4 827 kg/ha de FO, 80 kg/ha de NPK et 49 kg/ha d'urée. La comparaison des rendements (grains, tiges et biomasse totale) des traitements de cette classe C3 montre une supériorité des traitements avec FO (T3 et T4) par rapport aux traitements sans FO (T1 et T2). On observe également que les rendements grains ont tendance à être supérieurs en culture pure par rapport à la culture associée. Par contre la biomasse totale et les tiges ont tendance à être supérieures en culture associée par rapport à la culture pure. On peut retenir que la fumure organo-minérale permet de produire plus de biomasse que la fumure minérale simple. De même l'association maïs-mucuna permet de produire plus de biomasse sans diminuer considérablement les rendements en grains du maïs par rapport à la culture pure.

Mots clés : Association de culture, Fumure organo-minérale, demi-dose, performances agronomique et économique, Burkina Faso

SUMMARY

Effect of organic manure and half dose of fertilizer on agronomic and economic performance of the Maize/mucuna association in the real situation of cultivation in western Burkina Faso: the case of Koumbia and Gombêlêdougou villages

The western Burkina Faso is characterized by a high human and animal density coupled with a continuous mining space and natural resources. The high cost of chemical fertilizers reduces their proper use by farmers. We are witnessing a frantic declining soil fertility and its corollary of declining agricultural yields which result in competition between agriculture and animal husbandry to the exploitation of natural resources. The objective of this study was to determine the effects of combined inputs of organic manure (OM) and a reduced dose of chemical fertilizers (CF) on the agronomic and economic performances of associated Maize mucuna on farms in pastoral areas of Koumbia and Gombêlêdougou. The tests were conducted by twenty-three (23) farmers in 2013 with a complete block device dispersed. Each block consisted of four (04) treatments T1 (corn without OM) , T2 (corn mucuna without OM) , T3 (corn with OM) and T4 (corn mucna with OM) . The sets of production practices (SPP) were monitory until the measure of yield. Agronomic variables were collected (rate of weed density, yield) and economic variables (gross charges, raw products, gross margins, gross margins per day) were determined. Two kinds of analyzes were performed. An analysis of variance on data from the entire population and multivariate analysis on data from maize mucuna treatment with FO.

The results of the analysis of variance on the entire population indicate that the application of the OM results in a significant increase ($p < 0.05$) of working time from the system without OM. Intercropping leads to a non-significant increase in gross expenses and a non-significant reduction in yields and gross margins. Multivariate analysis showed that the factors that determine returns are mainly the amount of CF and OM applied and seeding crops and aggregate producers in three classes C1 (08 producers) , C2 (02 producers) and C3 (06 producers). It appears that the technical route of the Class C3 would be the most profitable in economic terms compared to other classes. The producers of this class C3 applied on average 4827 kg / ha of FO, 80 kg / ha of NPK and 49 kg / ha of urea. The comparison yields of this class C3 shows the superiority of treatment with FO (T3 and T4) compared to non- OM treatments (T1 and T2). It is also observed that the yields tend to be higher in pure culture compared to plots associated cultures. We can say that the organo- mineral fertilizer can produce more biomass than the simple mineral fertilizer. Similarly the association corn mucuna produces more biomass without greatly reduce grain yields of maize in relation to the associated culture.

Keywords: Culture associated organo- mineral Fertilizer, half dose, agronomic and economic performance, Burkina Faso

INTRODUCTION

Au Burkina Faso, le secteur agricole occupe 90% de la population rurale et contribue à près de 40% à la formation de Produit Intérieur Brut (MHARH, 2008). L'agriculture burkinabè est essentiellement extensive avec de fortes consommations de surfaces. Malgré cette forte exploitation des terres et des ressources, la production agricole demeure faible. Cette situation peut en partie s'expliquer par des problèmes de fertilité des sols tropicaux notamment leurs carences en azote (N) et en phosphore (P) (Naab, 2003).

Selon Coulibaly et *al.* (2012a), la zone ouest du Burkina Faso se caractérise par des systèmes de culture continus couplés de l'exportation de nutriments par des cultures exigeantes (maïs, coton). A cela, s'ajoutent la forte pression démographique ainsi que des taux de charges animales élevés sur les pâturages, conduisant à une réduction de fertilité des sols avec son corollaire de réduction des rendements agricoles, des revenus agricoles et une fragilisation de la sécurité alimentaire. Par ailleurs, les jachères naturelles et artificielles traditionnellement pratiquées pour restaurer la fertilité des sols (Coulibaly et *al.*, 2012a ; Floret et *al.*, 1993) sont de moins en moins pratiquées. L'utilisation de la fumure organique (FO) et des engrais chimiques sont des solutions préconisées pour limiter la baisse de fertilité des sols. Mais comme l'affirme Morris et *al.* (2009), la rareté et le coût élevé des engrais minéraux limitent leur utilisation.

Des travaux antérieurs (Vall et *al.*, 2011) montrent que la quasi-totalité des exploitations agricoles pratiquent l'intégration agriculture élevage qui se caractérise par 3 piliers que sont : l'utilisation des animaux pour la traction, la production de fourrage pour les animaux et l'utilisation des déjections animale pour la fertilisation des sols. Les cultures fourragères sont essentiellement des légumineuses.

L'introduction de légumineuses fourragères est l'une des solutions préconisées afin d'améliorer la fertilité des sols et fournir du fourrage pour l'alimentation des animaux (César et *al.*, 2004). Certains auteurs ont montré l'importance des légumineuses dans l'amélioration du statut organique et minérale du sol (Azontondé, 1993 ; Le Saint, 1998 ; Coulibaly, 2012) ainsi que dans la réduction de la dégradation du sol par la limitation de l'érosion (Azontondé, 1993). D'autres auteurs (Azontondé, 1993 ; Crasky et *al.*, 2003 ; Bousseau, 2009 ; Coulibaly, 2012) pensent que l'association des légumineuses avec les cultures céréalières permet une amélioration des performances agronomiques et économiques, des rendements de la culture céréalière et de la qualité biologique, organique et même minérale des sols. Malgré ces

avantages avérés de la culture des légumineuses, elles ne représentent que 5% dans l'assolement de la province du Tuy (Vall, 2009). Hamadou et *al.* (2005), estiment que la contrainte foncière est le principal obstacle à la culture fourragère.

Pour Vall et *al.* (2011) des pertes importantes existent sur tout le processus de collecte, de transformation et d'application de la FO dans la province du Tuy. Ces auteurs recommandent donc une réduction de ces pertes afin contribuer à relever la fertilité des sols par des apports de fumure significatifs et conséquemment afin d'agir sur la productivité et les revenus des exploitations. Dans un tel contexte, il devient urgent de mettre en place des systèmes plus productifs et soucieux de l'utilisation rationnelle et durable des ressources naturelles à travers une plus grande intégration de l'agriculture et de l'élevage. Pour améliorer l'insertion des légumineuses dans le système, réduire l'utilisation des engrais chimiques et mieux valoriser l'utilisation de la FO, cette étude a été initiée dont le thème est : *Effets de la fumure organique et de la demi-dose d'engrais sur les performances agronomiques et économiques de l'association maïs mucuna en situation réelle de culture à l'ouest de Burkina Faso: cas des villages de Koumbia et de Gombêlédougou.*

L'objectif global de cette étude était de déterminer les effets des apports combinés de la fumure organique et de la dose réduite de fumure minérale sur les performances agronomiques et économiques des cultures associées maïs-mucuna dans les exploitations agro-pastorales dans les zones de Koumbia et Gombêlédougou. Il s'agissait plus spécifiquement de :

- évaluer l'effet combiné de l'association maïs-mucuna sur les performances agronomiques et économiques ;
- évaluer l'effet de la demi-dose d'engrais combinée à la fumure organique sur les performances agronomiques et économiques des cultures.

Pour atteindre ces objectifs, l'étude s'est basée sur les hypothèses suivantes :

- l'apport combiné de la fumure organique (FO) et de l'engrais minéral à dose réduite permet l'amélioration des performances agronomiques des cultures tout en réduisant les charges liées aux engrais minéraux ;
- l'association du maïs avec le mucuna permet de produire une quantité plus importante de biomasse sans accroître les charges par rapport à la pratique conventionnelle (culture pure de maïs).

Le présent mémoire est structuré en trois chapitres. Le premier fait l'état de lieu des connaissances sur les notions de fumure organique, d'association culturale, de performances agronomiques et économiques d'une culture. Le deuxième chapitre présente le matériel et la méthodologie adoptés. Le dernier chapitre présente les résultats de l'étude suivis de la discussion.

Chapitre I : Généralités

1.1. Maïs et maïsiculture 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 (Sanou, 2003 ; DGPSA/MAHRA, 2009). 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 de zéro (0) tonne en 1984 à près de cinq cent mille (500 000) tonnes en 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 maïsiculteur utilise différents cultivars locaux. Selon Traore (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. Deux types de maïs se rencontrent dans les champs traditionnels : (i) les maïs de case, caractérisé par une couleur jaune et un cycle hâtif et (ii) les maïs de plein champ, caractérisé par une couleur blanche ou bigarrée, et de cycle tardif. Les premiers sont cultivés pour une consommation de leurs épis à l'état immature (maïs de soudure) tandis que les seconds servent pour la consommation annuelle.

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, l'abondance des mauvaises herbes, aux maladies, etc. Quant aux contraintes techniques, elles ont trait, d'une part à la mauvaise assimilation des connaissances techniques, d'autres parts au coût élevé des intrants.

Le fruit du maïs est un caryopse. Les grains sont disposés en rangées verticales (8 à 20 selon les variétés) le long de la rafle de l'épi. Les grains sont très variables avec les variétés, tandis que leur forme (globulaire, ovoïde, prismatique, etc...), leur couleur (blanc, jaune roux, doré, violet, noir), leur taille sont liées à leur espèce (lisse ou ride). Pour le choix des semences les

bons grains sont localisées au milieu de l'épi. Un épi de maïs compte 500 à 1000 grains et pèse 150g en moyenne.

Le maïs est une plante de soleil. Le zéro de germination du maïs est de 9°C et il exige une somme de température du semis au levé variant de 150°C à 180°C. La floraison du maïs n'est activée que par une température d'au moins 18°C. Selon Ellis *et al.* (1992), cité par Zoma (2010) la température optimum pour le développement du maïs en zone tropicale dans les basses terres et moyennes altitudes est d'environ 30 à 34°C. Elle est d'environ 21°C pour les hautes terres.

Le maïs est très sensible à l'humidité (excès et manque). La culture peut produire avec 500 mm d'eau bien répartis sur toute la période. Ainsi le maïs est normalement cultivé entre 750 à 1750 mm d'eau par an (Norman *et al.*, 1995), et peut être produit en saison sèche et humide Il est exigeant en eau sur tout son cycle de développement. Mais la période la plus critique pour l'eau s'étend sur les 15 jours qui précèdent et les 15 jours qui suivent l'apparition des inflorescences mâles. Durant cette période le maïs consomme 45% de ses besoins en eau.

Le maïs est exigeant et très sensible aux variations de la fertilité des sols. Il préfère des sols riches en matière organique et en éléments fins présentant une bonne structure.

1.2. Mucuna et ses effets sur les systèmes de culture

Le mucuna est une légumineuse utilisée comme plante de couverture, elle est rampante mais peut aussi être grimpante lorsqu'elle est mise à côté d'un tuteur. Le mucuna est produit pour la bonne qualité de son fourrage et de ses graines, sa forte capacité à fixer l'azote atmosphérique au niveau du sol.

Le fruit du mucuna est une gousse de cinq (05) à seize (16) cm pouvant contenir deux (02) à douze (12) graines. Les graines de mucuna peuvent être de couleur noire, blanche, brune grise ou bigarré selon la variété.

Le mucuna à l'instar des autres légumineuses peut permettre, dans un système de production, l'amélioration de la fertilité du sol, la protection du sol contre l'érosion, l'apport de matière organique ainsi que l'apport de fourrage de qualité aux animaux.

1.2.1. Effets du mucuna sur la fertilité du sol

Le mucuna a la capacité de fixer par symbiose l'azote atmosphérique et peut ainsi permettre d'améliorer la fertilité des sols notamment le statut organique du sol (Azontondé, 1993 ; Deffo et *al.*, 2004 ; Gbakatchetche et *al.*, 2010 ; Coulibaly, 2012).

Le mucuna a la capacité de fixer par symbiose l'azote atmosphérique et peut ainsi permettre d'améliorer la fertilité des sols notamment le statut organique du sol (Azontondé, 1993 ; Deffo et *al.*, 2004 ; Gbakatchetche, 2010 ; Coulibaly, 2012). Le mucuna a une capacité de fixation symbiotique pouvant atteindre 150 kg/ha d'azote et n'a pas besoin d'apport de fertilisants (Musabiamana, 1998). Sa capacité à s'adapter même aux sols peu fertiles a été également démontrée (Coulibaly et al. 2012c). Il a une production de matière sèche pouvant atteindre 9t/ha (Musabiamana, 1998). Cette biomasse pourrait permettre une augmentation de la teneur en matière organique de ces sols si elle était maintenue sur place ou était restituée à ces sols après une transformation par des animaux. Azontondé (1993) a constaté au Bénin une augmentation du taux de matière organique de 0,6 % à 0,9 % lorsque le maïs est cultivé tous les deux (02) ans avec le mucuna. Le Saint (1998), note que le mucuna participe pour 25 % au Carbone total du sol (soit 2,5 kg de C/kg de sol) lorsque le mucuna est cultivé tous les deux ans et près de 62 % (7g de C/kg de sol) lorsqu'il est cultivé tous les ans. Ayi (2007) quant à lui, note que la quantité d'azote fixée par le mucuna varie selon le système de culture dans lequel il évolue. Ainsi le mucuna fixe 74 % de sa quantité d'azote quand il est cultivé en association avec le maïs tandis qu'en monoculture il ne fixe que 66 %. L'augmentation de la fixation symbiotique en association céréales-légumineuse pourrait s'expliquer par la compétition interspécifique pour

la mobilisation de la ressource azote (Pointon-chartes, 2010). Toutefois une production plus importante de biomasse a été notée lorsque le mucuna est produit en pure qu'en association avec le maïs et recommande donc une production en pure (segda et *al.*, 2011)

Selon Zougmoré (1999), à 30 jours après semis, le mucuna permet une couverture de 20 % de la surface du sol. Cette couverture du sol permet de réduire le ruissèlement ainsi que l'érosion hydrique et cela a pour conséquence directe l'augmentation de l'infiltration de l'eau, le développement de la vie microbienne ainsi que le statut organique du sol. En plus le système racinaire du mucuna est traçant, ce qui lui permet de résister à la sécheresse (CIEPCA, 1999 cité par Coulibaly, 2012). Ce système racinaire procure au mucuna l'avantage en plus de la couverture du sol, de réduire les effets des poches de sécheresse sur la culture qui lui est associée.

La zone ouest du Burkina Faso est marqué par une rareté des ressources en terres (Vall, 2009 ; Coulibaly, 2012), une association de culture est donc recommandée pour permettre une meilleur utilisation des ressources (Justes et *al.*, 2009 ; Coulibaly, 2012). Coulibaly (2012) avait montré que l'association maïs-mucuna permettait d'économiser 35 % de surface par rapport à la culture pure du maïs et du mucuna pour ce qui est de la production fourragère et 26 % de surface pour la production globale (fourrage + grain) du système. Ces résultats montrent les avantages que pourrait avoir une association maïs/mucuna en termes d'économie de l'espace si la production céréalière et celle de fourrage devraient se poser comme deux exigences fondamentales pour l'agro-éleveur. Ces résultats confirment ainsi ceux de Justes et *al.* (2009) qui pensent que l'association des légumineuses peut permettre une meilleure utilisation de l'espace.

1.2.2. Effets du mucuna sur les performances agronomiques et économiques des systèmes de culture

Le mucuna répond bien à la fumure azotée mais son application réduit la fixation d'azote atmosphérique (Danso, 1995 ; Coulibaly, 2012). L'association sorgho-niébé a montré que l'azote atmosphérique fixé par les légumineuses a une contribution plus importante à la croissance et au développement de la plante par rapport que les aux engrais minéraux (Danso, 1995). De ce fait nous pouvons affirmer comme certains auteurs (Naab, 2003 ; Barro et *al.*, 2005 ; Carsky et *al.*, 2009 ; Bousseau, 2009) que l'association du mucuna avec les céréales peut permettre de réduire les dépenses pour les engrais notamment azotés. Barro (2005) a noté une réduction de trente-cinq mille (35 000) franc CFA sur les dépenses en engrais ce que permettrait une amélioration des performances économiques des cultures. Des auteurs comme Chalk

(1998) et Bationo (2000) notent une amélioration des rendements de la plante non fixatrice d'azote atmosphérique en association avec les légumineuses fixatrices.

1.2.3. Effets du mucuna sur la quantité et la qualité de fourrage dans les exploitations

Le mucuna a une valeur nutritive très élevée. César et *al.* (2004) notent une teneur en matières azotées digestibles (MAD) plus importante dans les légumineuses, plus de 200g/kg de fane contre moins de 125g/kg pour les graminées. La quantité de matière azotée des graminées baisse rapidement. Les graines de mucuna contiennent 40% de protéines, 9,4% d'hydrates de carbones, 2,7% de lipides et de minéraux (CIEPCA, 1999). Le fourrage est utilisé en complément alimentaire des animaux pendant la saison sèche, période durant laquelle la disponibilité du fourrage est réduite. César et *al.* (2004) notent également que l'association de légumineuse et de graminée augmente l'appétibilité de la graminée. Le mucuna peut donc permettre d'améliorer la disponibilité fourragère et résorber le déficit alimentaire des herbivores en saison sèche (César et *al.*, 2004 ; Segda et *al.*, 2011).

1.3. Notion de fertilité du sol et techniques de gestion de la fertilité des sols

Mando et *al.*, (2000) définissent la fertilité d'un sol agronomique 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 d'améliorer la qualité des systèmes auxquels elle est liée. La fertilité d'un sol décrit son efficience à :

- stocker et libérer des éléments minéraux et d'autres constituants;
- stocker et libérer l'eau pour les besoins des plantes afin de promouvoir et d'assurer leur croissance.

On mesure la fertilité par les rendements des plantes cultivées. Cependant, il faut distinguer la fertilité naturelle ou actuelle de la fertilité acquise après un aménagement ou fertilité potentielle d'une part et enfin la fertilité chimique de la fertilité physique d'autre part. Le concept de fertilité associe donc plusieurs composantes biophysicochimique (climat et sol), technique (mode de gestion de l'espace et techniques culturales) et humaine, qui interfèrent (Lozet et Mathieu, 1997 cité par Yougbare, 2008).

La fertilité des sols évolue en fonction des modes de gestion. Ainsi une utilisation des sols sans fertilisation entraîne une baisse considérable du carbone organique de 0,65 % à 0,35 %, de la teneur en potassium du sol et cela sur une période de seize (16) ans (Cretenet et *al.*, 1994).

De nombreux auteurs reconnaissent un rôle important dévolu à la jachère traditionnelle comme méthode anciennement utilisée pour restaurer la fertilité des sols (Piéri, 1989 ; Floret et *al.*, 1993 ; Bacyé, 1993). Piéri et *al.* (1989) affirment néanmoins que les jachères pâturées mettent beaucoup plus de temps pour restaurer la fertilité des sols et notent que leur efficacité demeure faible. Toutefois, cette méthode de restitution de la fertilité des sols est de plus en plus impraticable à cause des fortes pressions démographiques et des taux de charges élevés sur les pâturages naturels. Pour maintenir la fertilité des sols, les pratiques de fumure organique sont préconisées.

En zone soudano-sahélienne, la plupart des sols cultivés ont de faibles teneurs en matières organiques totales. La valeur de la matière organique totale des sols varie en fonction des modes de gestion de ces sols, en particulier de la nature des quantités des restitutions organiques (Bacyé, 1993). En effet, pour une même quantité apportée, les apports de fumier ou de compost bien décomposé ont plus d'effets sur les stocks organiques du sol que les restitutions sous forme de résidus végétaux (Feller et *al.*, 1987). Par ailleurs, Sédogo (1993) et Bacyé (1993) ont montré que les teneurs en matières organiques étaient plus élevées dans les champs de case qui reçoivent plus de matière organique que les champs de brousse où il n'y a pas de restitutions organiques autres que les racines. Berger (1996b) note cinq principes pour la pratique de la fumure organique :

- compenser la minéralisation de la matière organique ;
- utiliser la matière organique humifiée du sol ;
- associer plusieurs techniques ;
- employer le fumier et la matière minérale ensemble ;
- utiliser les déchets des animaux en priorité pour transformer les résidus de cultures.

Cretenet et *al.* (1994) affirment que la fertilisation minérale est moins conservatrice des aptitudes de production du milieu en comparaison avec la fumure organique et la fumure organo-minérale. Ouattara (1991) montre que la fumure organo-minérale, réalisée en de bonnes proportions, permet d'obtenir de meilleurs rendements que la fumure organique. Dans ce sens Berger (1996a) expliquait que la fumure organique seule ne pouvait assurer à long terme un bilan minéral équilibré car la fumure organique traduit la déficience du sol dont elle provient et recommande un apport complémentaire d'engrais minéraux.

La pratique de la fumure minérale uniquement, ne permet pas d'obtenir les meilleurs rendements. Berger (1996b) reconnaît le rôle positif joué par le fumier dans le relèvement des rendements sur des sols victimes de la toxicité aluminique due à une utilisation répétitive de la fumure minérale. Ce même auteur constate que la fumure organique valorise mieux la fumure minérale et permet d'avoir des rendements proportionnels à l'augmentation de la fumure minérale. Hien (2004) conduisant des essais longue durée sur le sorgho, a obtenu de meilleurs rendements avec la fumure organo-minérale à faible dose qu'avec le témoin sans fertilisation ou sur les traitements avec fumure minérale à dose faible et à dose forte. Berger (1996a) pense que l'évolution normale de la gestion de la M.O. va de pair avec l'augmentation du troupeau et son intégration progressive dans l'exploitation.

1.4. 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.

1.5. Notion de performances agronomique et économique

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. Pour les performances économiques, nous retenons le produit brut, la charge brute, la marge brute et la marge brute par journée de travail comme indicateurs. Les exploitations familiales africaines ont pour but de combiner l'autosuffisance alimentaire à la recherche de revenu monétaire (Gafsi *et al.*, 2007)

Chapitre II : Matériel et méthodes

2.1. Caractéristiques bio physiques et socio-économiques de la zone d'étude

2.1.1. Situation géographique des villages de Koumbia et de Gombêlédougou

L'étude s'est déroulée dans les villages de Koumbia ($12^{\circ}42'20''$ N ; $4^{\circ}24'01''$ E; altitude 290 m) et Gombêlédougou dans la province du Tuy, et dans la région administrative des Hauts Bassins. Koumbia est situé, à 67 km sur la nationale N°1, à l'Est de Bobo Dioulasso le Chef-Lieu de la région.

Le village de Gombêlédougou se situe dans la commune de Koumbia (Carte 1). Il se trouve à 86 km à l'Est de Bobo-Dioulasso, sur l'axe routier Koumbia-Diébouyou et, à 19 km à l'Ouest de Koumbia. Le terroir de Gombêlédougou présente un relief relativement accidenté devenant plus monotone par endroits, notamment dans sa partie Est. Le point culminant atteint 319 m d'altitude.

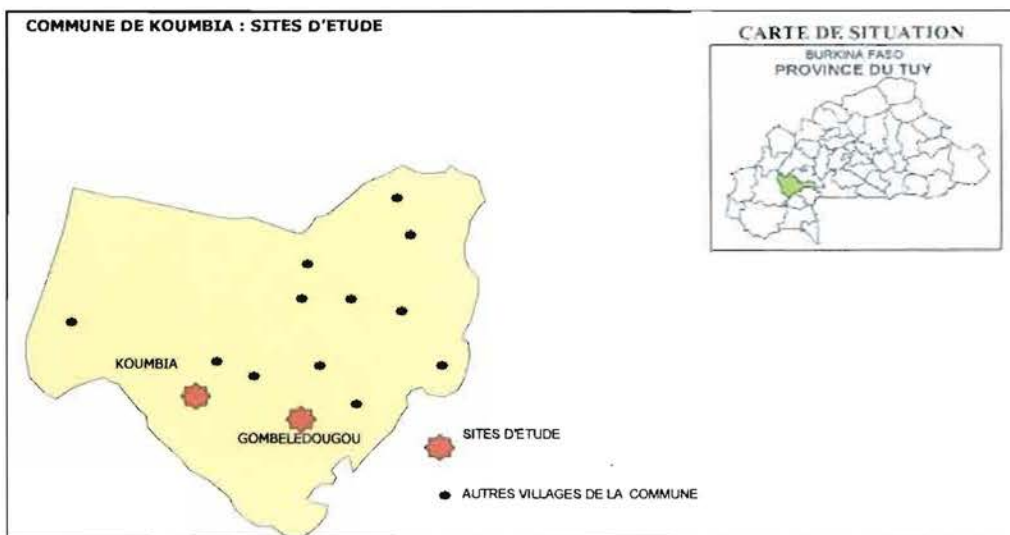


Figure 1 : les sites d'étude.

2.1.2. Climat et Végétation

Koumbia et Gombêlédougou sont situés dans la zone soudanienne avec une pluviométrie moyenne variant de 800mm à 1 100mm (Figures 2 et 3). L'année comprend une saison pluvieuse qui s'étend de mai à octobre, avec comme vent dominant la mousson et une saison sèche qui va de novembre à avril avec comme vent dominant l'harmattan. Durant la saison sèche la température moyenne peut atteindre 34°C.

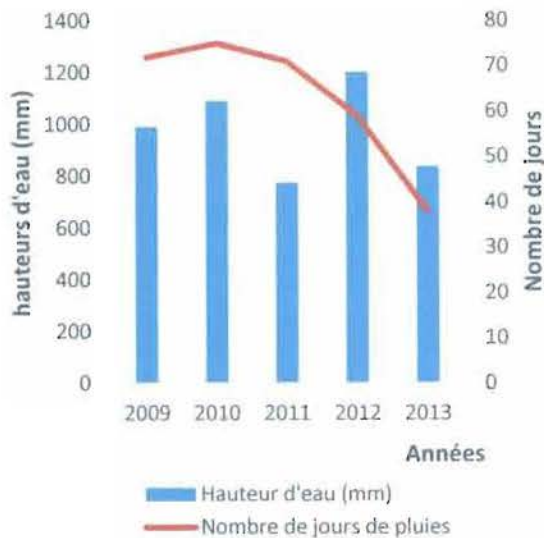


Figure 2 : Pluviosité et nombre de jours de pluies à Koumbia de 2009 à 2013

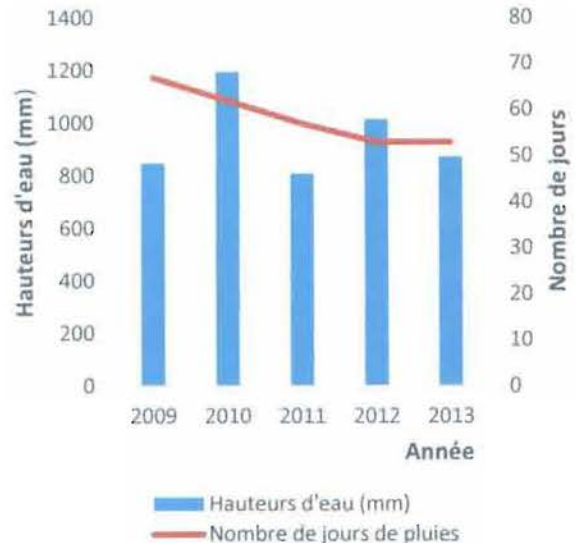


Figure 3 : Pluviosité et nombre de jours de pluies à Gombêlédougou de 2009 à 2013

La végétation se compose de savanes arbustives et arborées à la périphérie des terroirs ou le long des cours d'eau. Les centres des territoires villageois sont occupés par les champs mis en culture ou en jachère. La forêt classée de la Mou, située du côté Est du terroir de Koumbia, présente par endroits des forêts denses à *Cola cordifolia* (Cav) R.Br. et *Terminalia laxiflora* Engl. et des forêts claires à *Gardenia erubescens* Stapf & Hutch. et *Daniella oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalz (Blanchard, 2005).

2.1.3. Sols

Les sols de la province du Tuy sont essentiellement de types ferrugineux tropicaux. Un diagnostic a permis de révéler trois types de textures (Blanchard et al., 2008) qui sont :

- les sols sablonneux, les plus répandus dans les plaines ;
- les sols gravillonnaires, très répandus, notamment sur les pentes mais peu fertiles ;
- les sols argileux (terre noire), plus riches, mais plus rares et plus difficiles à travailler pour les productions agricoles.

Les sols les plus fertiles se rencontrent dans les bas-fonds et les zones rupicoles

2.1.3. Milieu humain

La population de Koumbia est estimée à 9 297 habitants (INSD, 2007). Elle se compose de bwaba (autochtones), de peulh et de mossis.

L'activité principale des habitants de Koumbia est l'agriculture qui à elle seule occupe près de 35% du terroir de Koumbia. Les principales spéculations produites sont : le coton, le maïs, le

sorgho, le niébé et le riz pluvial. Toutefois, les trois dernières cultures sont moins importantes par rapport aux autres (Corus, 2007 ; Vall ,2009).

En 2006, selon l'INSD, le village de Gombêlédougou comptait 2 935 habitants. La population se compose de Bwaba, de mossis, de peulh et de Dafin essentiellement. Les bwaba sont les autochtones du village et ne représente que 13% de la population.

Les principales activités socio-économiques du village sont : l'agriculture, principalement la culture céréalière (maïs, sorgho, mil), la culture de rente (coton, arachide), l'élevage ; l'exploitation du bois (Diallo, 2013).

2.2. Matériels

2.2.1. Matériels végétaux

Les cultures utilisées sont le maïs (*Zea mays*), la variété SR 21 et le mucuna (*Mucuna deeringiana*).

2.2.2. Les fertilisants et herbicides utilisés

Dans le cas de notre étude, la Fumure organique disponible chez chaque producteur a été utilisée. Les fertilisants minéraux sont l'urée (46% N) et le complexe NPK (15-15-15).

Le Round up, un herbicide, total a été utilisé par tous les producteurs. Toutefois, certains producteurs ont acheté sur le marché local et utilisé de l'herbicide totale comme Action 80 DF, l'Antrazine et Gricel ; de même des herbicides sélectifs (Nico-maïs, Maïa et herbextra).

2.3. Méthodologie

2.3.1. Choix des producteurs

Les producteurs expérimentateurs ont été choisis par le comité de concertation villageois après présentation et validation de l'itinéraire technique (Annexe 1) et sur la base d'un cahier de charge. Les principaux éléments du cahier de charge sont, leur participation aux activités d'embouche de la saison sèche 2013 (dans le cadre du projet Coraf intensification agro-écologique), la disponibilité de la fumure organique et la mise à disposition des parcelles.

2.3.2. Dispositif expérimental

Les essais ont été réalisés chez vingt-trois (23) producteurs, dont onze (11) producteurs à Koumbia et douze (12) producteurs à Gombêlédougou. Le dispositif utilisé est un dispositif en bloc complet dispersé, chaque producteur étant considéré comme une répétition. La parcelle de chaque producteur (0,5 ha) est divisée en deux parcelles secondaires de 0,25 ha. Sur chaque parcelle secondaire, la fumure minérale (NPK et urée) a été appliqué ou la fumure organique combinée à la fumure minérale, NPK (demi dose) et urée (dose normale). Les parcelles secondaires ont été subdivisées en deux parcelles tertiaires (0,125ha chacune). Chaque parcelle tertiaire reçoit soit le maïs en culture pure soit le maïs associé au mucuna. Ainsi, on obtient les quatre traitements suivants :

- T1 = maïs + NPK (150kg/ha) + Urée (50kg/ha) ;
- T2 = maïs + mucuna + NPK (150kg/ha) + Urée (50kg/ha) ;
- T3 = maïs + FO (5t/ha) + ½ dose NPK (75kg/ha) + urée (50kg/ha) ;

- T4 = maïs + mucuna + FO (5t/ha) + ½ dose NPK (75kg/ha) + urée (50g/ha).

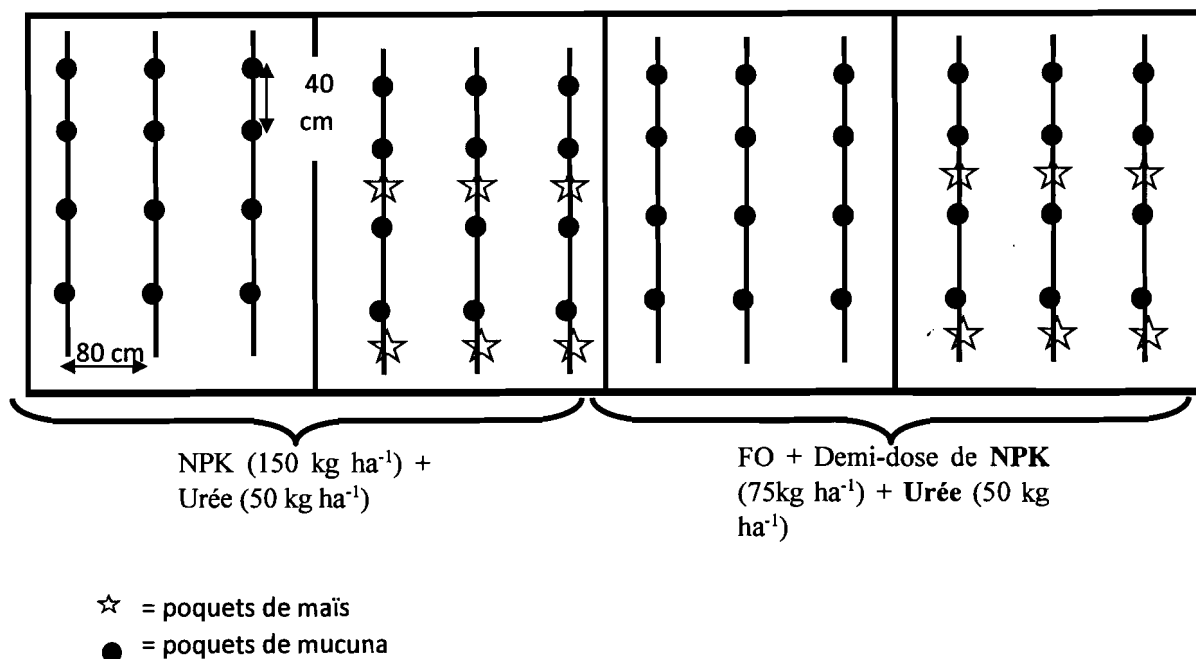


Figure 4 : Plan d'un bloc de l'essai

Toutefois, 6 des 23 producteurs expérimentateurs n'ont pas respecté les quatre traitements de l'essai. De ce fait, leurs données ont été écartées lors de l'analyse des données.

2.3.3. Collecte des données

Le suivi des essais depuis la délimitation des parcelles jusqu'à la récolte a permis de collecter les données sur la mise en œuvre de l'itinéraire technique. Les dates de réalisation des différentes opérations culturales, les temps mis à cet effet (excepté le temps de récolte) ainsi que le nombre de personnes qui ont participé à la réalisation de chaque opération.

Les variables liées aux caractéristiques des exploitations agricoles (âge de mise en culture, nombre d'actifs, nombre de personne à la charge du chef d'exploitation, la distance à la maison) et les variables agronomiques (dose de semences, âge de mise en culture de la parcelle, dose d'engrais et de fumure organique, les dates et temps de travaux, l'herbicide utilisé) ont été déterminées par enquête (Fiche d'enquête à l'annexe 2).

Au cours de la campagne certains facteurs pouvant influencer les rendements ont été mesurés. Il s'agissait :

- du niveau de l'enherbement à 15-20 jours et à 50-60 jours après semis du maïs. Cette mesure, consiste à apprécier de façon visuelle l'enherbement et de donner ainsi une note sur

une échelle variant de 1 à 9 (Tableau 1) en fonction du taux de couverture du sol par les mauvaises herbes (Marmotte, 1984) ;

- de la densité de semis obtenue, entre 15-20 jours après semis, par comptage du nombre de pieds de maïs et de mucuna sur trois placettes de 12m² avant d'être ramenée à hectare.

Les performances agronomiques, auxquelles l'étude s'est intéressée étaient, les rendements en grains et en pailles du maïs et les rendements en fanes du mucuna. Ces performances ont été obtenues par des mesures de rendement en fin de campagne de production. Les mesures ont été effectuées sur trois (03) placettes de 12 m² chacune, disposées de façon aléatoire sur chaque traitement. Les plantes des placettes ainsi obtenues ont été coupées de façon intégrale. Les épis frais, les tiges de maïs et les fanes de mucuna ont été récoltés et pesés à l'état frais. Les plantes ont ensuite été séchées au soleil. Des échantillons ont été prélevés séchés à l'étuve à 75°C pendant 72h afin d'obtenir le poids sec.

Tableau 1 : Grille d'appréciation de l'enherbement en fonction du taux de recouvrement des mauvaises herbes

note	pourcentage	Recouvrement
1	1	espèce présente, mais rare
2	7	moins d'un individu m ²
3	15	au moins un individu 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

Source : Marmotte, 1984

2.3.4. Les performances économiques

Les performances économiques qui ont été incluses dans l'analyse sont : le produit brut, la charge brute, la marge brute, la marge brute par jour de travail.

Le produit brut : est le produit de la production totale par le prix moyen du marché (obtenu par enquête).

$$PB = y \times Pu$$

PB = produit brut ; y = production à hectare ; Pu = prix unitaire

Ainsi le prix de vente du maïs utilisé est le prix bord champ à savoir 125 F CFA /Kg (prix moyen d'octobre à décembre). Les tiges de maïs ont été valorisées à 25 F CFA / kg et 170 F CFA/kg pour les fanes de mucuna après une enquête auprès des producteurs pour savoir à quels prix ils estimaient ces fourrages. La production brute totale a été obtenue en faisant la somme de la production du maïs grain, des tiges de maïs et de mucuna. Les variables sont calculées par hectare.

La charge brute : elle est obtenue en faisant la somme des charges élémentaires liées aux prix d'achat des intrants (semences, engrais, herbicides), les dépenses effectuées pour le paiement des tiers qui ont réalisé certaines opérations et la valorisation du travail journalier du producteur à 750 F CFA/jour homme de travail (obtenu par enquête).

$$CB = \sum ci$$

CB = charge brute ; ci = consommations intermédiaires

La marge brute : est la différence entre le produit brut total et la charge brute.

$$MB = PB - CB$$

MB : marge brute ; PB : produit brut total.

La marge brute par jour de travail est le quotient de la marge brute par le nombre de jours de travail.

$$MB/Jr = MB/\text{Nombre de jours de travail}$$

MB/Jr = marge brute par jour de travail

2.3.5. Analyse des données

L'analyse de variance (ANOVA) a été faite sur toutes les données de l'ensemble de la population (n = 17 producteurs) afin de comparer les traitements. Au regard des diversités des pratiques au sein de la population, nous avons réalisé une analyse multi variée pour regrouper les pratiques homogènes. La démarche d'analyse multi variée a consisté à faire une analyse en composantes principales (ACP), une classification ascendante hiérarchique (CAH) et une analyse de variance pour comparer les traitements des groupes formés.

Pour les ACP, les variables liées aux caractéristiques des exploitations (nombre d'actifs, distance de la parcelle au village) et les variables économiques ont été considérées comme des

variables supplémentaires. Les variables liées aux itinéraires techniques et aux rendements ont été retenues comme des variables actives.

La CAH a été réalisée sur le traitement maïs associé au mucuna, sur lequel on a appliqué la fumure organique et la fumure minérale (NPK, à la demi dose vulgarisée et urée). Cela parce que ce traitement permet de réduire le coût des engrais et de produire plus de biomasse.

Les informations collectées ont été enregistrées et traitées partiellement avec le Logiciel Microsoft Excel 2013 qui a permis une organisation des données et de calculs : des sommes, des moyennes, des écarts types ainsi que la réalisation des graphiques. Le logiciel XLSTAT 2013.5.08 a été utilisé pour les analyses de variance (ANOVA) qui ont permis de comparer les moyennes et de les séparer par le test de student Newman Keuls au seuil de 5%, et pour la réalisation de l'ACP et de la CAH.

Chapitre III : Résultats et Discussion

3.1. Résultats

3.1.1. Effets de la fumure organique et de la demi-dose d'engrais sur les performances agronomiques et économiques de la culture associée maïs-mucuna

Les résultats des analyses effectuées sur l'ensemble de la population (Tableau 1) indiquent que les temps de travaux des traitements sont significativement différents ($p < 0,05$). Les traitements avec FO, T3 ($41,28 \pm 11,30$ hj) et T4 ($46,19 \pm 13,29$ hj) ont enregistré les temps de travaux les plus élevés par rapport aux traitements sans FO, T1 ($25,51 \pm 10,09$ hj) et T2 ($30,69 \pm 13,32$ hj)

Les rendements en grains de maïs, en tiges de maïs et la biomasse totale ne sont pas significativement différents au seuil de 5%. Pour les rendements en grains de maïs, les traitements en culture pure (T1 = $2\,277 \pm 824$ kg/ha et T3 = $2\,285 \pm 1\,010$ kg/ha) ont tendance à être supérieurs aux traitements en culture associée (T2 = $2\,182 \pm 1\,033$ kg/ha et T4 = $2\,172 \pm 925$ kg/ha). Par contre les rendements en biomasse totale (tiges + fanes) des traitements en culture associée, T2 ($2\,280 \pm 768$ kg/ha) et T4 ($2\,513 \pm 657$ kg/ha), ont tendance à être supérieurs aux traitements en culture pure, T1 ($2\,340 \pm 683$ kg/ha) et T3 ($2\,200 \pm 836$ kg/ha). Les rendements en tiges de maïs ne dégagent pas une tendance nette. Les densités de semis du maïs et du mucuna ne sont pas significativement différents. Nous constatons que les rendements évoluent dans le même sens que les densités.

Les résultats montrent que les charges brutes sont significativement différentes (au seuil de 5%). On constate que les traitements en culture associée, T2 ($132\,978 \pm 25\,388$ F CFA/ha) et T4 ($121\,077 \pm 21\,357$ F CFA/ha) ont des charges plus élevées par rapport aux deux traitements en culture pure, respectivement $118\,236 \pm 21\,413$ F CFA/ha et $106\,528 \pm 18\,881$ F CFA/ha pour T1 et T3.

Tableau 2 : Performances agronomiques et économiques de l'association maïs mucuna et les facteurs pouvant influencer ces performances de l'ensemble de la population (n= 17)

	T1	T2	T3	T4	F	Pr>F	S
Dsté Ma	45229 ^a ±7804	45915 ^a ±8074	48138 ^a ±8774	47467 ^a ±8053	0,433	0,730	Non
Dsté Mu	-	11029 ^a ±7061	-	10458 ^a ±6999	24,94 7	0,685	Non
Enhrb 15 JAS	19,39 ^a ±9,29	18,20 ^a ±10,10	22,02 ^a ±12,06	16,92 ^a ±7,06	0,788	0,505	Non
Enhrb 50 JAS	17,57 ^a ±18,45	15,06 ^a ±8,90	18,24 ^a ±16,52	17,08 ^a ±9,67	0,153	0,928	Non
RDT Ma	2277 ^a ±824	2182 ^a ±1033	2285 ^a ±1010	2172 ^a ±925	0,064	0,979	Non
RDT Tg	2340 ^a ±683	2190 ^a ±742	2209 ^a ±836	2424 ^a ±655	0,371	0,744	Non
RDT Mu	-	91 ^a ±110	-	89 ^a ±91	8,496	0,941	Non
Biomass T	2340 ^a ±683	2280 ^a ±768	2209 ^a ±836	2513 ^a ±657	0,496	0,687	Non
Tps Trvx	25,51 ^b ±10,09	30,69 ^b ±13,32	41,28 ^a ±11,31	46,19 ^a ±13,29	9,861	<0,0001	Oui
CB	118 236 ^{ab} ± 21413	132 987 ^a ± 25388	106 528 ^b ±18881	121 077 ^{ab} ±21357	3,943	0,012	Oui
PB	343 160 ^a ±115 918	342 936 ^a ± 154177	340 800 ^a ± 142287	347 231 ^a ± 132 004	0,025	0,995	Non
MB	224 924 ^a ±121 228	209 950 ^a ± 156940	234 271 ^a ± 136106	226 154 ^a ± 128 231	0,245	0,865	Non
MB/jr	11 558 ^a ± 10 749	8 882 ^a ± 9 434	6 354 ^a ± 5 705	5 389 ^a ±3 453	1,931	0,133	Non

Légende : Dsté maïs = densité du maïs en pieds par hectare ; Dsté mucuna = densité du mucuna en pieds par hectare ; Enherb 15 JAS et Enherb 50 JAS = niveau moyen de l'enherbement respectivement quinze jours après semis du maïs et cinquante jours après semis du maïs ; RDT = rendement en kg.ha⁻¹ ; Biomass T = biomasse totale produite en kg.ha⁻¹ ; Tps trvx = temps total des travaux en jours homme ; CB= charge brute en F CFA/ha ; MB = marge brute en F CFA/ha; MB/jr = marge brute par jours de travail ; S = significatif.

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

3.1.2. Principaux types de pratiques (sous populations) sur le traitement maïs-mucuna, fumure organo-minérale

Le cercle de corrélation (Figure 4) issue de l'ACP montre que 44,80% de la variabilité sont expliquées par les axes F1 (24,36%) et F2 (20,43%). Il existe une corrélation positive entre les rendements en grain et en tige du maïs avec les facteurs comme l'âge de la parcelle, la quantité de FO appliquée, la densité de semis du maïs. Les rendements de mucuna sont positivement corrélés à l'altitude de la parcelle et à la densité de semis du mucuna.

Les performances économiques quant à elles sont corrélées aux rendements du maïs. La marge brute par jour est négativement corrélée aux temps de travaux. Les relations de corrélation significative ($p < 0,05$) entre deux (02) variables se traduisent par des valeurs en gras et différentes de 0 sur la matrice de corrélation (Annexe 4).

La CAH, a été réalisé sur les rendements et les facteurs qui affectent les rendements. Cette classification a permis d'obtenir quatre (04) classes de producteurs : C1 (08 producteurs), C2 (02 producteurs), C3 (06 producteurs) et la classe C4 (01 producteur). La classe C4 du fait qu'elle soit constituée d'un seul producteur n'a pas été prise en compte dans la suite des analyses.

L'ANOVA révèle une différence non significative entre les classes pour les facteurs suivants, quantité de FO, quantité de FM, le taux de recouvrement du sol par les mauvaises herbes à 50 JAS, les rendements en grains de maïs, la biomasse totale, les temps de travaux, les charges brutes, les produits bruts et la distance des parcelles du domicile.

La classe C1 se caractérise par les plus faibles quantités de fumure organique et minérale, un taux de recouvrement du sol par les mauvaises herbes le plus élevé à 50 JAS ($21,54 \pm 9,43$ %), des rendements en tiges de maïs faible ($1\ 958,30 \pm 482,89$ kg/ha), des temps de travaux les plus bas ($42,99 \pm 9,09$ hj), des produits bruts faibles ($278\ 645 \pm 116\ 009$ FCFA/ha) et des densités de maïs les plus basses ($43\ 438 \pm 7259$ pieds/ha). La classe C2 se caractérise par les quantités de FO et de FM les plus élevées (FO $7\ 812,5 \pm 0$ kg/ha ; $118,75 \pm 0$ kg/ha d'NPK ; $78,13 \pm 0$ kg/ha d'Urée). L'association du mucuna à 49 ± 0 jours après semis du maïs a un taux d'enherbement les plus bas à 50 JAS (1%). Elle possède également les temps de travaux les plus importants ($69,70 \pm 4,42$ hj) par rapport aux autres classes et entraîne également les charges les plus lourdes ($162\ 204 \pm 3\ 315$ F CFA/ha) pour le producteur. La classe C3 quant à elle, se caractérise par les parcelles les plus âgées ($20 \pm 12,43$ ans), l'apport tardif du NPK (26 ± 12 JAS) et l'Urée (49 ± 12 JAS). On y observe également, la plus forte densité de maïs ($54\ 583 \pm 7\ 232$ pieds/ha), les rendements en biomasse totale élevés ($3\ 079 \pm 632,71$ kg/ha) ainsi qu'une meilleure marge brute par jour ($8\ 808 \pm 3\ 416$ F CFA/jours de travail) par rapport aux autres classes.

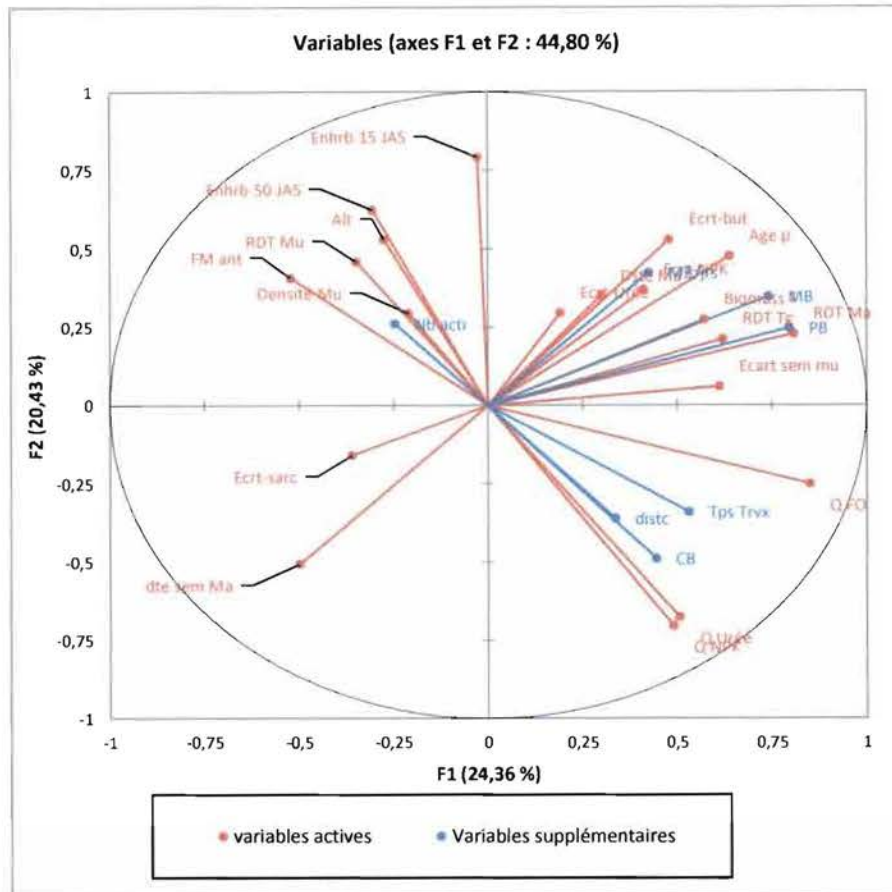


Figure 5: cercle de corrélation issu de l'ACP réalisé sur les données de l'association maïs + mucuna avec FO.

Légende : Alt = altitude ; age p= âge de mise en culture de la parcelle ; FM anté = effet des précédents culturaux des trois dernières années ; Qtité de FO = quantité de fumure organique ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) ; dte sem ma = date de semis du maïs ; Ecart sem-mucuna = Ecart entre la date de semis du maïs et celui du mucuna en jours ; Ecart NPK = Ecart entre la date de semis du maïs et l'application du complexe NPK ; Qtité de NPK = Quantité d'engrais NPK appliquée en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; Ecart Urée = écart entre la date de semis et l'apport de l'urée en jours ; Ecart sarc = écart entre le semis du maïs et l'apport de l'urée ; Ecart but = écart entre la date de semis du maïs et le buttage ; Dsité maïs = densité du maïs en pieds par hectare ; Dsité du mucuna = densité du mucuna en pieds par hectare ; Enherb 15 JAS et Enherb 50 JAS = niveau moyen de l'enherbement respectivement quinze jours après semis du maïs et cinquante jours après semis du maïs ; Rdt = rendement en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; Tps total des trvx= temps total des travaux en homme jour ; CB= charge brute en F CFA/ha ; MB = marge brute en F CFA/ha ; MB/jr = marge brute par jours de travail en F CFA/ha.

Tableau 3 : Classification des producteurs selon la diversité des itinéraires techniques et les facteurs de production du traitement maïs mucuna FO et demi dose d'engrais.

Classe	C1 (n=8)	C2 (n=2)	C3 (n=6)	F	Pr > F	Significatif
Alt	318,25 ^a ±13,47	304 ^a	315,17 ^a ±7,24	1,196	0,334	Non
Age p	13 ^a ±9	15 ^a	20 ^a ±11	0,698	0,515	Non
FM ant	1,16 ^a ±0,74	0 ^a	0,55 ^a ±0,71	2,361	0,133	Non
Distc	2,88 ^b ±1,67	7 ^a	3,25 ^b ±1,57	4,883	0,026	Oui
Nb acti	11 ^a ±4	4 ^a	8 ^a ±5	1,980	0,178	Non
Q FO	1896,31 ^c ±667,30	7812,50 ^a	4827,92 ^b ±1464,52	26,688	< 0,0001	Oui
dte sem Ma	08/07 ^a ±8	09/07 ^a	08/07 ^a ±4	0,012	0,988	Non
Ecart sem mu	43 ^a ±6	49 ^a	48 ^a ±6	1,326	0,299	Non
Ecrt-NPK	21 ^a ±4	16 ^a	26 ^a ±11	1,188	0,336	Non
Q NPK	77,30 ^b ±3,43	118,75 ^a	80,14 ^b ±5,97	60,353	< 0,0001	Oui
Ecrt-Urée	42 ^a ±4	34 ^a	49 ^a ±11	2,632	0,110	Non
Q Urée	51,48 ^b ±2,60	78,13 ^a	52,72 ^b ±3,92	53,108	< 0,0001	Oui
Ecrt-sarc	24 ^a ±4	16 ^a	27 ^a ±11	1,240	0,321	Non
Ecrt-but	42 ^a ±4	34 ^a	49 ^a ±12	2,603	0,112	Non
Dsté Ma	43438 ^b ±6790	44445 ^a	54583 ^a ±6602	4,644	0,030	Non
Densité Mu	11840 ^a ±4706	5417 ^a	11713 ^a ±9181	0,674	0,526	Non
Enhrb 15 JAS	18,71 ^a ±5,52	7,33 ^a	19,39 ^a ±6,43	3,102	0,079	Non
Enhrb 50 JAS	21,54 ^a ±8,83	1 ^b	18,17 ^a ±5,52	5,460	0,019	Oui
RDT Ma	1620 ^a ±667	2814 ^a	2811 ^a ±813	4,429	0,034	Non
RDT Tg	1958 ^b ±452	2596 ^{ab}	3009 ^a ±541	7,244	0,008	Oui
RDT Mu	133 ^a ±103	13 ^a	70 ^a ±53	1,864	0,194	Non
Biomass T	2092 ^b ±484	2609 ^{ab}	3079 ^a ±578	5,532	0,018	Oui
Tps Trvx	42,99 ^b ±8,50	69,70 ^a	43,29 ^b ±13,83	4,590	0,031	Oui
CB	110626 ^b ±16807	162204 ^a	119711 ^b ±16768	8,162	0,005	Oui
PB	278646 ^b ±116010	418895 ^{ab}	414390 ^a ±137819	4,244	0,038	Oui
MB	166745 ^a ±112116	256690 ^a	299447 ^a ±1381313	3,347	0,067	Non
MB/jrs	3881 ^a ±2794	3747 ^a	8207 ^a ±3417	3,414	0,064	Non

Légende : Alt = altitude ; age p= âge de mise en culture de la parcelle ; FM anté = effet des précédents culturaux des trois dernières années ; Qtité de FO = quantité de fumure organique (kg.ha⁻¹) ; Date sem ma = date de semis du maïs ; Ecrt sem-mucuna = Ecart entre la date de semis du maïs et celui du mucuna en jours ; Ecrt NPK = Ecart entre la date de semis du maïs et l'application du complexe NPK ; Qtité de NPK = Quantité d'engrais NPK appliquée en kg.ha⁻¹ ; Ecart Urée = écart entre la date de semis et maïs et l'apport de l'urée en jours ; Ecrt sarc = ecart entre le semis du maïs et l'apport de l'urée ; Ecart but = écart entre la date de semis du mucuna et le buttage du maïs ; Dsié du maïs = densité du maïs en pieds par hectare ; Dsié du mucuna = densité du mucuna en pieds par hectare ; Enherb 15 JAS et Enherb 50 JAS

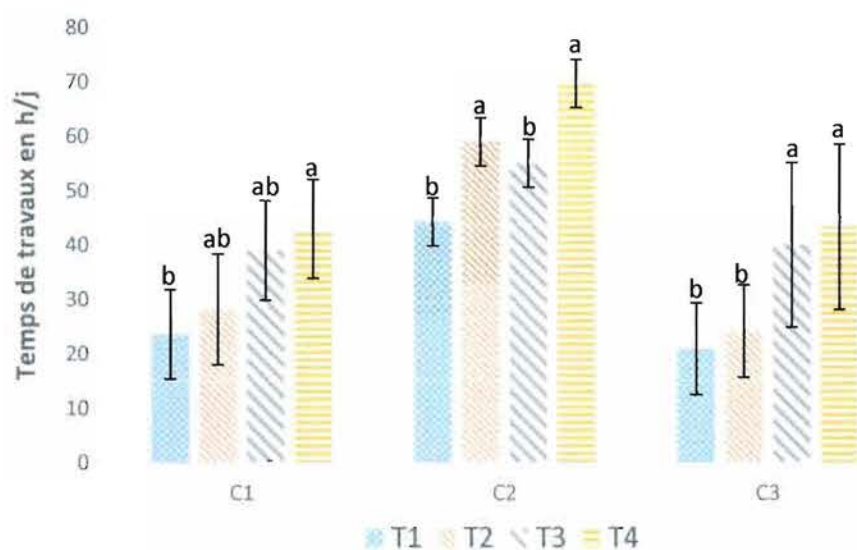
= niveau moyen de l'enherbement respectivement quinze jours après semis du maïs et cinquante jours après semis du maïs ; Rdt = rendement en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; Tps total des trvx= temps total des travaux en jours homme ; CB= charge brute ; MB = marge brute ; MB/jr = marge brute par jours de travaux.

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

3.1.3. Comparaison des traitements par classe

3.1.3.1. Comparaison des temps de travaux.

Les temps de travaux des classes C1, C2 et C3 sont significativement différents (Figure 6). Les traitements avec FO, T3 ($39,01 \pm 9,12$ hj ; $54,96 \pm 4,42$ hj ; $39,98 \pm 15,13$ hj) et T4 ($42,99 \pm 9,1$ hj ; $69,70 \pm 4,42$ hj ; $43,29 \pm 15,19$ hj) ont un temps de travaux supérieurs à celui des traitements avec fumure minérale, T1 ($23,63 \pm 8,2$ hj ; $44,25 \pm 42$ hj ; $20,91 \pm 8,44$ hj) et T2 ($28,18 \pm 10,19$ hj ; $58,98 \pm 4,42$ hj ; $24,22 \pm 8,5$ hj). Les valeurs sont données respectivement pour les classes C1, C2 et C3.



* Les temps de travaux de la même classe (C1, C2 et C3) suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5 %.

Figure 6: Effets des traitements sur les temps de travaux des Classes C1, C2 et C3.

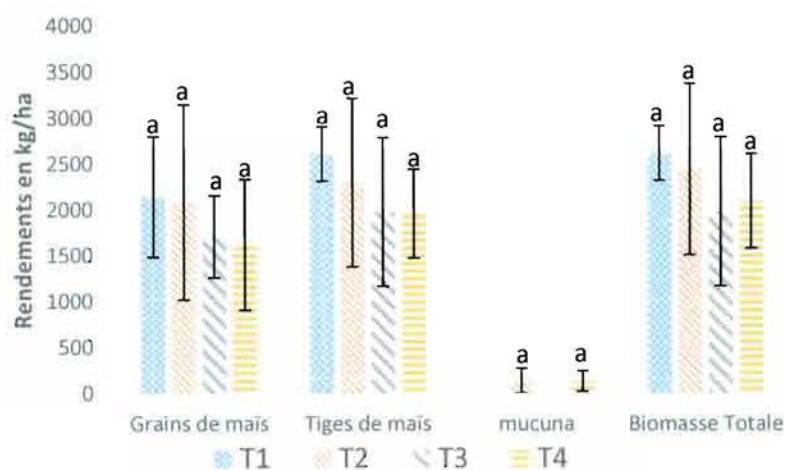
3.1.3.2. Comparaison des rendements

Les rendements (grains, tiges, fanes et biomasse totale) des classes C1, C2 et C3 ne présentent pas de différence significative.

Pour la classe C1 (Figure 7), les traitements T1 ($2143,60 \pm 651$ kg/ha) et T2 ($2181,85 \pm 1063,92$ kg/ha) ont tendance à avoir des rendements en maïs grains supérieurs à ceux des traitements T3 ($1709,11 \pm 448$ kg/ha) et T4 ($1620,11 \pm 712$ kg/ha). De même les rendements tiges des traitements T1 ($2613,71 \pm 297,20$ kg/ha) et T2 ($2297,93 \pm 920,2$) ont également tendance à être supérieurs à ceux des traitements T3 ($1976,59 \pm 812,37$ kg/ha) et T4 ($1958,3 \pm 482,89$ kg/ha). Pour ce qui est des fanes, le traitement T2 ($141,79 \pm 134,02$ kg/ha) a tendance à être supérieur au traitement T4 ($133,6 \pm 109,85$).

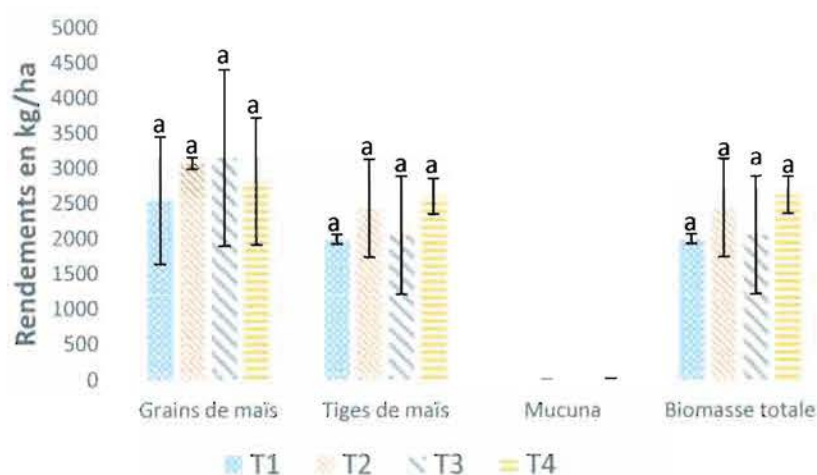
Les rendements de la classe C2 (Figure 8) ne présentent pas une tendance claire. Les rendements grains des traitements T3 ($3\,150,89 \pm 1\,257,49$ kg/ha) et T2 ($3\,071,72 \pm 82,57$ kg/ha) sont supérieurs à ceux des autres traitements T1 ($2\,544,56 \pm 910,21$ kg/ha) et T4 ($2\,813,89 \pm 906,39$ kg/ha). Tandis que les rendements en tiges de maïs des traitements en culture associée, T2 ($427,98 \pm 695,57$) et T4 ($2\,596,22 \pm 253$ kg/ha) ont tendance à être supérieurs aux rendements tiges des traitements T3 ($2\,043,92 \pm 837,7$ kg/ha) et T1 ($1\,989,09 \pm 68,49$ kg/ha). Les rendements fanes du traitement avec FO et demi dose d'engrais, T4 ($13,25 \pm 8,83$ kg/ha) sont supérieurs à ceux du traitement T2 ($5,75 \pm 2,02$ kg/ha), sans FO.

Les rendements en grains de la classe C3 (Figure 9) dégagent une tendance supérieure pour les traitements avec FO, T3 ($2\,883,60 \pm 1\,226$ kg/ha) et T4 ($2\,810,78 \pm 890,15$ kg/ha) par rapport aux traitements sans FO, T1 ($2\,529,81 \pm 1\,099,27$ kg/ha) et T2 ($2\,309,22 \pm 1\,040,86$ kg/ha). Les rendements en tiges présentent la même tendance. Les traitements T4 ($3\,009,12 \pm 592$ kg/ha) et T3 ($2\,350,59 \pm 560,96$ kg/ha), qui ont reçu de la fumure organique, ont tendance à être supérieurs à ceux des traitements T1 ($2\,163,34 \pm 4$ kg/ha) et T2 ($2\,145,31 \pm 919,18$ kg/ha). Pour les fanes de mucuna le T4 ($69,61 \pm 58,49$ kg/ha) à tendance à être supérieur au traitement T2 ($66,49 \pm 81,62$ kg/ha).



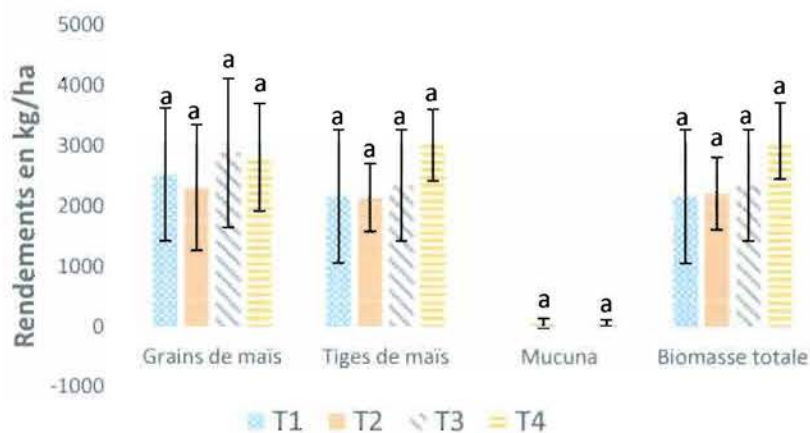
* Les rendements (grains, tiges, fane et biomasse) surmontés d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

Figure 7 : Effets des traitements sur les rendements de la Classe C1.



* Les rendements (grains, tiges, fane et biomasse) surmontés d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

Figure 8 : Effets des traitements sur les rendements de la Classe C2.



* Les rendements (grains, tiges, fane et biomasse) surmontés d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

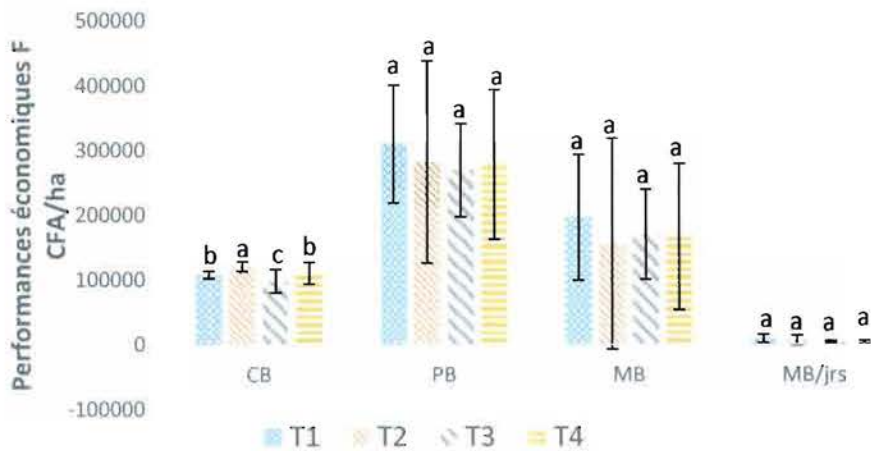
Figure 9 : Effets des traitements sur les rendements de la Classe C3.

3.1.3.3. Comparaison des performances économiques.

Les traitements sans FO, T1 ($107\,915,73 \pm 6\,012,07$ F CFA/ha) et T2 ($120\,810,50 \pm 7\,375,65$ F CFA/ha) de la classe C1 (Figure 10), entraînent des marges brutes par jours plus importantes par rapport à celles des traitements T3 ($98\,159,55 \pm 17\,802,51$ F CFA/ha) et T4 ($110\,625,75 \pm 16\,807,94$ F CFA/ha). Les différences observées ne sont pas significatives. Tandis que les charges brutes sont significativement différentes au même seuil entre les traitements T2 ($120\,811$ F CFA) et le traitement T3 ($98\,160$ F CFA).

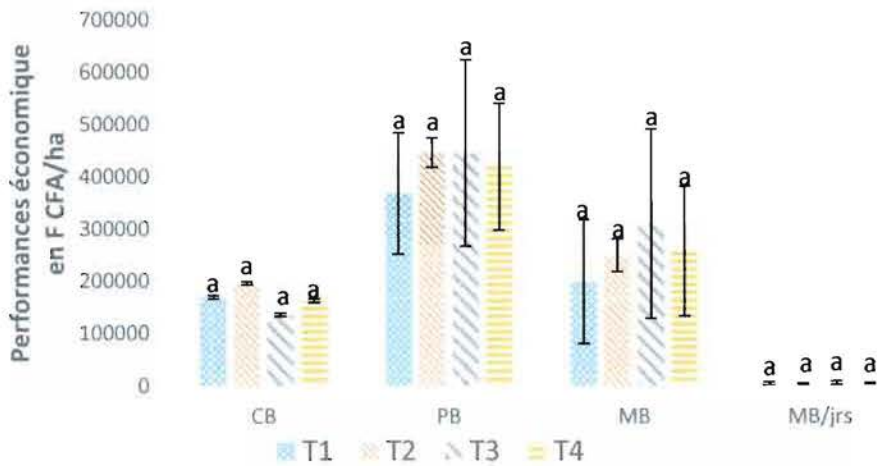
Les performances économiques de la classe C2 (Figure 11), n'ont pas une tendance claire. Toutefois on constate que pour les marges brutes par jours, les traitements T3 ($5\,781,01 \pm 3\,765,95$ F CFA/ha) et T1 ($4\,642,73 \pm 3\,148,50$ F CFA/ha) ont tendance à être supérieures à celles des traitements T2 ($4\,264,58 \pm 851,95$ F CFA/ha) et T4 ($3\,747,13 \pm 2\,013,12$ F CFA/ha). Les différences constatées ne sont pas significatives.

Les performances économiques des traitements de la classe C3 (Figure 12), ne sont pas significativement différents au plan statistique. Les produits bruts et les marges brutes ont les mêmes tendances. Les traitements avec FO et demi dose d'engrais, T3 (PB = $397\,699,64 \pm 186\,184,44$ F CFA/HA ; CB = $296\,500,61 \pm 180\,182,05$ F CFA/ha) et T4 (PB = $414\,359,12 \pm 137\,819,70$ F CFA/ha ; MB = $299\,474,71 \pm 138\,313,01$ F CFA/ha) ont tendance à être supérieurs aux traitements avec fumure minérale à la dose normale, T1 (CB = $371\,845,60 \pm 164\,696,47$ F CFA/ha ; MB = $263\,925,25 \pm 15\,372,92$ F CFA/ha) et T2 (CB = $384\,566,85 \pm 171\,611,61$ F CFA/ha ; MB = $262\,959,61 \pm 180\,494,61$ F CFA/ha). Tandis que les marges brutes par jours des traitements T1 ($17\,456,25 \pm 15\,372,92$ F CFA/ha/jr) et T2 ($14\,028,52 \pm 12\,237,74$ F CFA/ha/jr) sont supérieures aux marges brutes par jours des traitements T3 ($9\,858,45 \pm 8\,546,99$ F CFA/ha/jr) et T4 ($8\,207,87 \pm 3\,416,49$ F CFA/ha/jr). Cela indique que l'apport de FO induit une augmentation importante des charges.



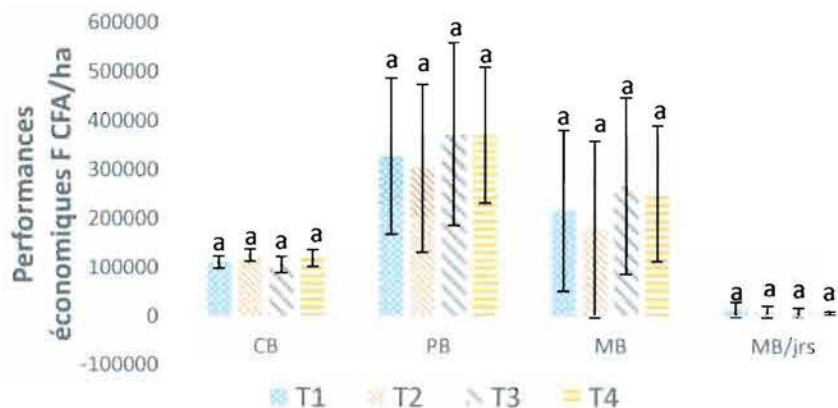
* Les performances économiques surmontées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

Figure 10 : effets des traitements sur les performances économiques de classe C1.



* Les performances économiques surmontées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

Figure 11 : effets des traitements sur les performances économiques de classe C2



* Les performances économiques surmontées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

Figure 12 : effets des traitements sur les performances économiques de classe C3

3.2. Discussion

Les résultats des analyses de variance effectuées sur les traitements de l'ensemble de la population indiquent que les rendements en grains des traitements T1 et T3 (culture pure) ont tendance à être supérieurs aux traitements en culture associée, T2 et T4. Les différences notées restent non significatives au seuil de 5 %. On constate également que les rendements évoluent dans le même ordre que les densités de semis du maïs et du mucuna. Les rendements en biomasse totale indiquent que les traitements en culture associée entraînent une augmentation non significative de la biomasse produite. Les temps de travaux sont significativement supérieurs entre les traitements T3 et T4 par rapport aux traitements T1 et T2. On constate que pour les performances économiques, la charge brute est significativement plus importante pour le traitement T2 par rapport au traitement T3 et non significative par rapport aux traitements T1 et T4. Pour la marge brute, les traitements T1 et T3 (culture pure de maïs) ont tendance à être supérieurs aux traitements T2 et T4 (culture associée maïs mucuna). On constate aussi que les rendements en tiges du maïs ne dégagent pas de tendance claire. On peut donc faire l'hypothèse que la démarche d'analyse de variance ne permet pas de tenir compte de la diversité des pratiques. Cette démarche ne permet pas d'expliquer les résultats obtenus en milieu réel où cette diversité est importante. Ainsi nous avons réalisé une analyse multi variée (Coulibaly, 2012), pour déterminer les facteurs qui affectent le plus les rendements et les performances économiques. Il ressort que les facteurs qui influencent positivement les rendements sont : l'âge de mise en culture de la parcelle, les quantités de fumures organiques et minérales et les densités de semis. Les performances économiques quant à eux, sont corrélées positivement aux rendements, négativement aux temps de travaux et aux quantités de FO et FM utilisées.

Les quantités élevées de FO et FM utilisées affectent positivement les rendements des cultures. Ces résultats corroborent ceux obtenus dans la littérature (Hien, 2004 ; Bambara, 2012). Les essais conduits par Bambara (2012), dans la zone ouest du Burkina Faso sur l'optimisation de fertilisation azotée du maïs, ont permis de montrer que plus l'on apporte de l'Azote plus on obtient de meilleurs rendements. Hien (2004), au plateau central du Burkina Faso, avait obtenu 857 kg/ha et 1029 kg/ha de grains de sorgho pour les traitements par une augmentation 23 kg/ha de la fumure azotée.

Les densités de culture ont eu un effet positif sur les résultats. Les densités de semis sont des facteurs de rendements (Yaro *et al.*, 1997). Les producteurs qui ont observé les fortes densités de maïs (54 584 poquets/ha) et mucuna (11 840 poquets/ha) ont obtenu les rendements les plus élevés. Ces résultats corroborent ceux de Coulibaly (2012) sur la culture pure de maïs et de mucuna, les producteurs ayant observés des densités élevées de niébé (31 062 poquets / ha) et

de mucuna (27 422 poquets / ha), ont obtenu les meilleures performances agronomiques et économiques. Par contre nos résultats sont contraires à ceux de Coulibaly et *al.* (2012b), qui avait obtenu les meilleurs rendements sur les parcelles de faible densité en culture associée de maïs et mucuna.

Les temps de travaux ont influencé négativement les performances économiques. Cela s'explique par le fait que le temps supplémentaire de travail induit par l'application de quantités croissantes de fumure organique. Cette augmentation du temps de travail avait été observée par Berger (1996a). Cet auteur avait constaté que l'augmentation du temps de travail était la principale contrainte à l'application de la FO. En plus le coût élevé d'engrais ont contribué à baisser de façon considérable les performances économiques notamment lorsque les engrais minéraux sont appliqués en grande quantité.

Les résultats de CAH, indiquent que les facteurs qui affectent les rendements (quantité de fumure minérale et organiques, les densités de semis des cultures) et les facteurs qui affectent les performances économiques (rendements et temps de travaux) sont ceux qui discriminent les classes. Malheureusement, il s'avère que les meilleures performances agronomiques ne font pas les meilleures performances économiques. Cela peut s'expliquer par le coût des engrais et le temps supplémentaire nécessaire pour le ramassage et l'incorporation de la fumure organique.

Bambara (2012), malgré les rendements plus élevés des traitements avec 110 kg/ha et 120 kg/ha de fumure azotée recommandait le traitement avec 80 kg/ha de fumure azotée, qui semblait procurer de meilleures performances économiques.

Gafsi et *al.* (2007) affirment que les exploitations agricoles visent à créer de la richesse et de la valeur ajoutée pour faire vivre une famille. Nous recommanderons donc aux paysans les pratiques de la classe C3: un apport de $4\,827,92 \pm 1\,464,52$ kg.ha⁻¹ de FO, un apport de $80,14 \pm 5,97$ kg.ha⁻¹ de NPK et $52,72 \pm 3,92$ kg.ha⁻¹ d'urée, des densités de maïs de $54\,583 \pm 6\,602$ pieds/ha, et des densités de mucuna $11\,713 \pm 9\,181$ pieds/ha.

Les rendements de la classe C3 montrent une tendance nette de supériorité des traitements avec fumure organique et demi dose d'engrais (T3 et T4) par rapport aux traitements T1 et T2. Par contre les rendements de la classe C1 montrent une tendance inverse. Les traitements T1 et T2 semblent supérieurs aux traitements T3 et T4. Les différences observées ne sont pas significatives. Les résultats de la classe C3 s'expliquent par les quantités FO et de FM. En effet les quantités de FO apportées par les producteurs de cette classe ($4\,828 \pm 1665$ kg/ha) ne sont loin des Cinq (5) tonnes de FO vulgarisé. Cependant les producteurs de la classe C1 n'ont apporté que 1896 ± 667 kg/ha, cette quantité semble donc dérisoire. Les résultats opposés des

classes C1 et C3 nous permettent de faire l'hypothèse que pour réduire la quantité de fumure minérale, il faudrait apporter suffisamment de fumure organique. Les performances de la classe C3, pourraient s'expliquer par les effets améliorateurs de la FO sur le sol (Ouattara, 1991 ; Feller, 1994 ; Berger, 1996b), l'apport de matières minérales provenant de la minéralisation de la fumure organique (Ouattara, 1991 ; Bationo et *al.*, 2007) et également l'efficacité de l'utilisation des engrais minéraux (Hien, 2004 ; Berger, 1996b). Ouattara (1991) affirme que la MO fournit à la plante en plus des éléments majeurs, des oligoéléments qu'elle contient. Ces résultats corroborent avec ceux obtenus par Ehouinson (2004) dans la zone périurbaine du Bénin. Cet auteur note en effet que l'apport au sol des déjections-litières issues de la complémentation alimentaire des petits ruminants avec les fourrages de légumineuses, à raison de trois (03) tonnes/ha, avec une demi dose de FM vulgarisée, permet de produire plus de maïs (2,79 tonnes/ha) que l'apport de la dose complète de la FM au sol sans déjection-litière (2,01 tonnes/ha). Il affirme que l'effet améliorateur de la production dure au moins trois (03) années. Bado (2002) affirmait que l'utilisation du fumier a permis une augmentation de 20% des rendements par rapport au traitement avec NPK sur le sorgho. Il explique cette efficacité de l'amendement organique par le double rôle de la MO, en fournissant des éléments nutritifs par minéralisation et en neutralisant l'acidité du sol. Les résultats de la classe C1 s'expliquent par l'absence des effets de la fumure organique. Cela à cause de la quantité faible de FO apportée. La réduction de fumure minérale entraîne de ce fait une baisse des rendements.

En comparant les traitements T1 et T2 ; T3 et T4 de la classe C3, on constate que les rendements grains de maïs des traitements en culture pure sont supérieurs aux rendements des cultures associées. On observe une baisse de rendement du maïs grain 8,80% et 2,53% respectivement entre la culture associée sans FO et culture associée avec FO par rapport à la culture pure. Cette baisse de rendement peut s'expliquer par la concurrence entre les cultures (maïs et mucuna) pour les éléments nutritifs. Cette concurrence a été réduite dans le système avec application de la FO. Coulibaly (2012) a noté une baisse de 12% des rendements de maïs grain en association maïs/mucuna par rapport à la culture pure de maïs. Bougoum (2012) a constaté une baisse de 11% en association sorgho/niébé. Il note également que la densité augmente la compétition notamment sur les parcelles à faible fertilité organique ou minérale.

La biomasse totale de la classe C3 indique une supériorité de la culture associée maïs/mucuna comparativement à la culture pure de maïs. Mais les différences observées restent non significatives au seuil de 5%. L'augmentation de la biomasse est due à l'augmentation du nombre de culture sur la parcelle. On note une augmentation de 2% dans le système avec fertilisation minérale à la dose vulgarisé et de 31% pour le système avec FO et la demi-dose

d'engrais. Cette augmentation de la biomasse totale a été constatée par d'autres auteurs. Coulibaly (2012) a noté une augmentation de 22%, Nchoutnji en 2010 avait noté une différence très hautement significative pour la quantité de biomasse totale produite en association maïs/mucuna par rapport à la culture pure de maïs.

Les temps de travaux des classes C1 et C3, indiquent une différence significative entre les traitements sans FO (T1 et T2) et les traitements avec FO (T3 et T4). Par contre T1 comparé à T2, de même que T3 comparé à T4 ne sont pas significativement différent au seuil de 5%. Cela sous-entend que l'introduction du mucuna dans les systèmes de culture n'induit pas une différence significative du temps de travail. Ce résultat corrobore ceux obtenus dans la littérature (Coulibaly, 2012 ; Coulibaly et *al.*, 2013). L'application de la FO entraîne une augmentation significative du temps de travail. L'analyse des performances économiques n'indiquent pas de différences significatives au seuil de 5%. Mais on note une tendance de supériorité de la culture pure par rapport à la culture associée de maïs/mucuna. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que l'application de la FO entraîne une augmentation significative du temps de travail par le ramassage, de transport et l'incorporation de la MO. Mais également par l'augmentation non significative du temps de travail induit par l'introduction du mucuna. On pourrait penser que la baisse des performances économiques est surtout attribuable à la pratique de la FO que par l'introduction du mucuna. Les travaux conduits par Bougoum (2012) et Coulibaly (2012) ont permis de constater une augmentation non significative des temps de travaux en culture associée comparativement à la culture pure. Mais nos résultats ne sont pas conformes à ceux de Bougoum (2012) et Bousseau (2009). Bougoum (2012) estimait que les systèmes en association avaient les meilleures performances économiques par rapport aux systèmes en culture pure. Bousseau (2009) affirme que l'augmentation de la production à l'hectare de cultures associées est réelle et se traduit par une marge supplémentaire.

Conclusion et recommandations

Cette étude a été menée en milieu réel chez vingt-trois (23) producteurs avec quatre traitements T1 (maïs en culture pure avec fumure minérale à la dose recommandée), T2 (maïs + mucuna avec fumure minérale à dose recommandée), T3 (culture pure de maïs avec fumure organique et fumure minérale à la demi dose) et T4 (maïs + mucuna avec fumure organique et demi dose de la fumure minérale). Chaque producteur expérimentateur était une répétition. Les résultats obtenus sur l'ensemble de la population indiquent qu'il n'existe pas de différences significatives entre les traitements pour tous les facteurs hormis les temps de travaux. Par contre on remarque que les traitements T1 et T3 ont tendances à être supérieures au traitement T2 et T4. De ce fait nous avons tenté d'identifier les diversités de pratiques et de regrouper les producteurs à partir des données du traitement T4. Ainsi nous avons obtenus Trois (03) classes de producteurs. Les facteurs qui ont déterminé ces regroupements sont : les doses d'engrais et de FO utilisées, les rendements, les temps de travaux, les performances économiques. Les producteurs de la classe C3 qui semble avoir les meilleurs économiques ont appliqués 4 827 kg/ha de FO, 80 kg/ha de NPK et 52 kg/ha d'urée. Ils ont observé des densités, 54 543 poquets/ha maïs et 11 713 poquets/ha de mucuna et dégagent une marge brute de 299 447FCFA/ha, une marge brute par jour de travail de 8 207 F CFA/ha/jr. De la comparaison des traitements de cette classe, il ressort que les traitements T3 et T4 sont plus performants que les traitements T1 et T2. En comparant les traitements en culture pure avec les traitements en culture associée on a noté une supériorité de la culture pure par rapport à la culture associée. Toutefois les différences restent non significatives au seuil de 5%. On note que les baisses en rendements de maïs grain engendré par la culture associée demeure faible (2% et 8%). Les rendements en biomasse totale montre une supériorité de la production obtenue en culture associée qu'en culture pure avec une augmentation de 2% et 31%. Cela traduit l'intérêt que peut avoir la culture associée pour la production de biomasse notamment entre le traitement T4 par rapport au traitement T3.

Les résultats confirment notre première hypothèse à savoir que l'application de la fumure organique et de la demi-dose d'engrais a permis d'améliorer les rendements des cultures et de réduire les charges liées à l'achat d'engrais minéraux. Bien que ceci augmente significativement les temps de travaux et par conséquent réduit même si c'est de façon non significative la marge brute. L'association maïs/mucuna et l'application de la demi-dose d'engrais et de la fumure organique entraînent une augmentation des produits (biomasse et grains) mais cette augmentation n'est pas suffisante pour compenser les charges principalement induites par les temps de travaux.

Les données d'une seule année d'expérimentation présentés dans ce document et dans deux localités de la zone ouest du Burkina Faso ne s'auraient être extrapolés en l'état à toute la zone d'étude. Aussi avec la variabilité interannuelle des conditions climatiques, l'étude devrait :

- se poursuivre sur plusieurs années et dans d'autres zones agroécologiques pour confirmer les résultats et élargir son champ d'application ;
- diversifier les doses de fumure organiques et fumure minérale appliquées pour obtenir les combinaisons les plus rentables sur les plans agronomiques et économiques ;
- se poursuivre avec des analyses de sols et des produits afin de déterminer respectivement les effets de l'association de mucuna au maïs sur l'évolution de la fertilité des sols, la valeur alimentaire des ressources fourragères obtenues et leur valeur monétaire en production ;
- déterminer la valeur nutritive des ressources fourragères obtenues afin d'évaluer la production animale qu'elles peuvent générer et en déduire une valeur monétaire même approximative.

Références bibliographiques

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.

Bacyé B., 1993. Influence des systèmes de culture sur l'évolution du statut organique et minéral des sols ferrugineux et hydromorphes en zone soudano-sahélienne. (Province du Yatenga, Burkina Faso). Thèse de doctorat en Sciences. Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille III. 243 pages.

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.

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).

Bambara F. A. Z., 2012. Optimisation de la fertilisation azotée du maïs en culture pluviale dans l'ouest du Burkina Faso : utilisation du modèle agronomique DSSAT. Mémoire de fin de cycle d'ingénieur du développement rural, UPB, Burkina Faso, 42p.

Barro A., Zougmore R. et Taonda J.B.S., 2005. Mécanisation de la technique du zaï manuel en zone semi-aride. Cahiers Agricultures, 14 (6) : 549-559.

Bartoli A. 2005. Le management dans les organisations publiques, Dunod. In : Hachette Livre-Management des entreprises, 35-48

Bationo A., Kihara J., Vanlauwe B., Waswa B., Kimetu J. 2007. Soil organic carbon dynamics, functions and management in west African agro-systems. Agri. Syst., 94, 13-25.

Berger M. Belem P.C., Dakouo D. et Hien V., 1987. Le maintien de la fertilité des sols dans l'ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage. Cot. Fib. Trop., XLII (3) : 201-210.

Berger M., 1996a. Fumure organique : des techniques améliorées pour une agriculture durable. Agriculture et Développement, 10 : 37-46

Berger M., 1996b. L'amélioration de la fumure organique en Afrique soudano-sahélienne. Agriculture et Développement, hors-série : 58 p

Blanchard M., 2005. Relations agriculture élevage en zone cotonnière : territoire de Koumbia et waly, Burkina Faso. Mémoire DESS, Université Paris XII, Val de Marne, France, 97p

Bougoum H., 2012. Analyse des effets spécifiques et combinés des principes de l'agriculture de conservation sur la conduite et les performances technico-économiques des parcelles de sorgho [*Sorghum bicolor* (L). Moench]. Mémoire de fin de cycle d'ingénieur du développement rural, UPB, Burkina Faso. 70p.

Bousseau D., 2009. Associations céréales-légumineuses et mélanges de variétés de blé tendre : point de vue agronomique et pratique d'une coopérative. *Innovations Agronomiques* : 129-137.

Carsky R. J., Douthwaite B., Manyong V. M., Sanginga N., Schulz S., Vanlauwe B., Diels J. et J. D. H. Keatinge. 2003. Amélioration de la gestion des sols par l'introduction de légumineuses dans les systèmes céréaliers des savanes africaines. *Cahiers Agriculture*, 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.

Corus., 2007. Rôle de la modélisation pour la gestion durable des systèmes de production coton-céréales-élevage en Afrique de l'Ouest. Document de projet, 12 p.
Cotonou (Benin) : 214-220

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.

Coulibaly K., Sangaré M. Diallo A. M. et Koutou M., 2013. Options d'amélioration de la disponibilité et de la qualité de biomasse fourragère au niveau des exploitations de Koumbia et Gombélé Dougou (Burkina Faso). Rapport technique 2012 : projet intensification agroécologique (iAE), CIRDES Bobo. 28p.

Coulibaly K., Vall E., Autfray P., Bacyé B., Somda I., Nacro H.B. 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*, 2012, 30, 3, 147-154.

Coulibaly K., Vall E., Autfray P., Bacyé B., Somda I., Nacro H.B., Sedogo P. M., 2012b. Co-conception d'itinéraires techniques de culture pure du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) et du mucuna (*Mucuna deeringiana* [Bort], Merrill) dans la zone cotonnière ouest du Burkina Faso : intérêts et limites. *Journal of Agriculture and Environment for International development (JAEID)*, 2012, 106 (2) : 139-155.

Coulibaly K., Vall E., Autfray P., Nacro H.B. et Sedogo P. M., 2012c. Effets de la culture permanente coton-maïs sur l'évolution d'indicateurs de fertilité des sols de l'Ouest du Burkina Faso. *IJBCS* 6(3): 1069-1080.

Coulibaly K., Vall E., Autfray P., Nacro H.B., Sedogo P. M., 2012d. Premiers résultats sur l'intensification écologique et démarche participative en zone cotonnière à l'ouest du Burkina Faso. *Agronomie Africaine* 24 (2) : 129 - 141.

Cretenet M., Dureau D. Traoré B. et Ballo D., 1994. Fertilité et fertilisation dans la région sud du Mali : du diagnostic au pronostic. *Agriculture et Développement*, 3 : 4-12

Deffo V., Hounzangbé-Adoté S. V., Maliki R., Ould Ferroukh H.H.M., et Torquebiau E., 2004. Contraintes contingentes à l'adoption d'une technologie. Evaluation contingente des contraintes à la fertilisation des sols par le système maïs-mucuna-engrais minéraux au sud du Togo. *Tropicultura*, 2004, 22, 1, 19-25.

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

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.

Feller C., 1994. La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1: 1. Recherche de compartiments organiques fonctionnels. Une approche granulométrique Thèse de doctorat ès sciences naturelles. Editions ORSTOM. 393 pages

Feller C., Chopart J. L., et Dancette F., 1987. Effet des divers mode de restitutions de pailles de mil sur le niveau et la nature du stock organique dans deux sols sableux tropicaux (Sénégal) pp. 237-252

Floret C. ; Pontanier R. et Serpantié G., 1993. La jachère en Afrique intertropicale Dossier MAB 16. UNESCO, Paris, 86 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.

Gbakatchetche 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

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

Hocdé H. et Triomphe B., 2002. L'expérimentation en milieu paysan *in* Cirad, Gret, MAE, 2002. Mémento de l'agronome. Editions du GRET, CIRAD, Ministère français des Affaires étrangères. 511-536pp.

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

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.

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.

Le saint 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.

MAHRH, 2008. Évolution du secteur agricole et des conditions de vie des ménages au Burkina Faso. 96 p.

Mando A., Zougmore R., Zombré N. P. et Hien V., 2000. Réhabilitation des sols dégradés dans les zones semi-arides de l'Afrique subsaharienne. In : Floret Ch. et Pontanier R., édés. La jachère en Afrique de l'Ouest. Paris: John Libbey (sous presse).

Marmotte P., 1984. Influence des facteurs des agroécologiques sur le développement des mauvaises herbes en climat tropical humide. 7^{ième} coll. Int. Ecol. Biol. Et syst. Des mauvaises herbes. Paris, France : 183-189.

Morris M., Kelly A.V., Kopicki R. J. et Byerlee D., 2007. Fertilizer use in African agriculture lessons learned and good practice guidelines. The World Bank, Washington.

Naab J. P., 2003. The role of legume - maize rotation in sustainable intensified maize -based farming systems in West and Central Africa. pp 31-44 Fichier pdf.

Nchoutnji I., Dongmo A. L., Mbiandoun M., Dugué 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*, 2010, 28, 3, 133-138.

Norman M. J., Paerson C. J., Searle P. G. E., 1995: The ecology of tropical food crops, New York, NY, USA, Cambridge University Press, 430p.

Ouattara S., 1991. contribution à l'étude de l'évolution des sols sous culture : Etude de différentes techniques culturales sur les rendements des cultures et sur l'évolution du sol dans un système à base d'arachide. Mémoire Ingénieur du développement rural, IDR/UPB.80p

Rosse E., 2007. Restauration de la productivité des sols tropicaux. *Actes des JSIRAUF, Hanoi, 6-9 novembre 2007.* 6p.

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.

Sédogo M. P., 1993. Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture. Incidences des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de doctorat ès sciences. Université Nationale de Côte d'Ivoire. 333 pages + Annexes

Sédogo P. M., 2008. Etude sur la capitalisation des technologies en matière d'amélioration de la fertilité des sols dans les zones cotonnières du Burkina Faso. Rapport final, Union nationale des producteurs de coton du Burkina Faso (UNPCB), 51 p.

Ségda Z., Hien V., Lompo F. et Becker M., 2011. Gestion de la jachère améliorée par l'utilisation de légumineuses de couverture. Document (s) 23 de 26. http://web.idrc.ca/es/ev-31929-201-1-DO_TOPIC.html consultée le 22/12/2011. 11p.

Soltner D., 1986. Les bases de la production végétales Tome I Le sol. 1^{ière} édition. Collection Sciences et Techniques 414 pages

Vall E., 2009. Diversité, pratiques agropastorales, relations d'échanges et de conflits, productivité et sécurité alimentaire dans les exploitations agropastorales de la province du Tuy (Burkina Faso). Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en Zone subhumide, Bobo- Dioulasso, Burkina Faso, 53 p.

Vall E., Koutou M., Blanchard M., Coulibaly K., Diallo A. M. et Andrieu N., 2011. Intégration agriculture-élevage et intensification écologique dans les systèmes agrosylvopastoraux de l'Ouest du Burkina Faso, province du Tuy. In Vall E., Andrieu N., Chia E., Nacro H. B. (éditeurs scientifiques), 2012. Partenariat, modélisation, expérimentation : quelles leçons pour la conception de l'innovation et l'intensification écologique. Actes du séminaire ASAP, novembre 2011, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Cédérom.

Yougbare H., 2008. Evaluation de la fertilité des terres aménagées en cordons pierreux, zaï et demi-lunes dans le bassin versant du Zondoma. Mémoire de fin de cycle d'Ingénieur du développement rural, UPB, Burkina Faso, 42p.

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,

Zoundi J. S. Butaré I., Ndikumana J. N. et Adomefa K. (ed). 2006. Intégration agriculture-élevage alternative pour une gestion durable des ressources naturelles et l'amélioration de l'économie familiale en Afrique de l'Ouest et du Centre. Ouagadougou INERA, Nairobi ILRI, Dakar : CORAF/WECARD. 374 p.

Annexes

Annexe 1 : Itinéraire technique des cultures associées de maïs-mucuna 2013

Appliquer l'herbicide total sur toutes les parcelles

Labourer les parcelles dès les 1^{ères} pluies utiles

Semer le maïs aux écartements suivants :

- Interligne 80 cm
- Inter-poquet 40 cm (2 à 3 graines par poquet)

Semer le mucuna **40 jours après le maïs**, sur la même ligne (*après chaque 2 poquets du maïs*)

Sarcler à la houe manga et désherber manuellement 15 à 20 jours après le semis

Appliquer le complexe NPK ,15 jours après semis du maïs et l'urée 35 jours après semis du maïs:

- Epannage à la volée sur les traitements du T1 et T2: NPK (150 kg ha⁻¹) + Urée (50 kg ha⁻¹) ;
- Demi-dose sur les traitements du T3 et T4 : FO (5 charrettes) + NPK (75 kg ha⁻¹) + Urée (50 kg ha⁻¹).

Récolter le maïs, et le mucuna après les mesures de rendement

Faire des bottes de fourrages avec les tiges de maïs et les fanes de mucuna

Annexe 2 : FICHE DE SUIVI : Essai Association maïs-mucuna 2013

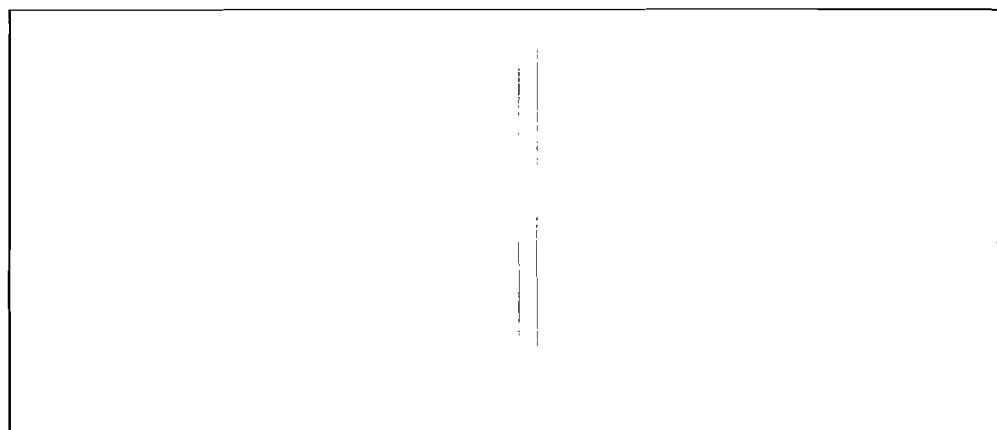
Village :		Groupement
Nom :		Prénom(s)
Age :	Sexe : masculin / féminin	Ethnie
Nombre de personnes		Nombre actifs (15 à 60 ans) :

Schéma de l'expérimentation

Dessiner la parcelle et positionner les 4 traitements de l'essai (avec les numéros des côtés)

Quelle est la distance de l'essai à la maison : _____ km Altitude : _____ m Age de mise en culture : _____

Partie Maïs/NPK/Urée:	Partie Maïs/mucuna/NPK/ urée	Partie Maïs/FO/1/2NPK/urée	Partie Maïs/mucuna/FO/1/2NPK/Urée
Côté 1 : _____m Côté 2 : _____m	Côté 1 : _____m Côté 2 : _____m	Côté 1 : _____m Côté 2 : _____m	Côté 1 : _____m Côté 2 : _____m
Côté 3 : _____m Côté 4 : _____m	Côté 3 : _____m Côté 4 : _____m	Côté 3 : _____m Côté 4 : _____m	Côté 3 : _____m Côté 4 : _____m



1- Fiche de suivi de l'itinéraire technique

Partie Maïs/NPK/Urée	Partie Maïs/mucuna/NPK/ urée	Partie Maïs/FO/1/2NPK/urée	Partie Maïs/mucuna/FO/1/2NPK/Urée
Précédent 2010 _____ Fumure Organique 2010 Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Précédent 2011 _____ Fumure Organique 2011 Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Précédent 2012 _____ Fumure Organique 2012 Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Sol : Nom local : _____ Gravillons <input type="checkbox"/> Sableux <input type="checkbox"/> Argileux <input type="checkbox"/>	Précédent 2010 _____ Fumure Organique 2010 Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Précédent 2011 _____ Fumure Organique 2011 Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Précédent 2012 _____ Fumure Organique 2012 Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Sol : Nom local : _____ Gravillons <input type="checkbox"/> Sableux <input type="checkbox"/> Argileux <input type="checkbox"/>	Précédent 2010 _____ Fumure Organique 2010 Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Précédent 2011 _____ Fumure Organique 2011 Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Précédent 2012 _____ Fumure Organique 2012 Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Sol : Nom local : _____ Gravillons <input type="checkbox"/> Sableux <input type="checkbox"/> Argileux <input type="checkbox"/>	Précédent 2010 _____ Fumure Organique 2010 Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Précédent 2011 _____ Fumure Organique 2011 Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Précédent 2012 _____ Fumure Organique 2012 Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Sol : Nom local : _____ Gravillons <input type="checkbox"/> Sableux <input type="checkbox"/> Argileux <input type="checkbox"/>

Opérations culturales	Partie Maïs/NPK/Urée	Partie Maïs/mucuna/NPK/ urée	Partie Maïs/FO/1/2NPK/urée	Partie Maïs/mucuna/FO/1/2NPK/Urée
Avez-vous appliqué un herbicide total ?	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui lequel ? : _____ Quelle quantité : _____ A quelle date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui lequel ? : _____ Quelle quantité : _____ A quelle date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui lequel ? : _____ Quelle quantité : _____ A quelle date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui lequel ? : _____ Quelle quantité : _____ A quelle date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Comment avez-vous préparé le sol ?	Labour à plat <input type="checkbox"/> Labour en billon <input type="checkbox"/> Aucune préparation <input type="checkbox"/> Date du travail du sol : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Labour à plat <input type="checkbox"/> Labour en billon <input type="checkbox"/> Aucune préparation <input type="checkbox"/> Date du travail du sol : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Labour à plat <input type="checkbox"/> Labour en billon <input type="checkbox"/> Aucune préparation <input type="checkbox"/> Date du travail du sol : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Labour à plat <input type="checkbox"/> Labour en billon <input type="checkbox"/> Aucune préparation <input type="checkbox"/> Date du travail du sol : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa

Avez-vous appliqué de la fumure organique ?		Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb de jours : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb de jours : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb de jours : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb de jours : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Opérations culturales		Partie Maïs/NPK/Urée	Partie Maïs/mucuna/NPK/ urée	Partie Maïs/FO/1/2NPK/urée	Partie Maïs/mucuna/FO/1/2NPK/Urée
Comment avez-vous semé ?	Maïs	Semoir local <input type="checkbox"/> Semoir français <input type="checkbox"/> Semis manuel <input type="checkbox"/> Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du re semis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Semoir local <input type="checkbox"/> Semoir français <input type="checkbox"/> Semis manuel <input type="checkbox"/> Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du resemis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Semoir local <input type="checkbox"/> Semoir français <input type="checkbox"/> Semis manuel <input type="checkbox"/> Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du resemis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Semoir local <input type="checkbox"/> Semoir français <input type="checkbox"/> Semis manuel <input type="checkbox"/> Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du resemis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
	Mucuna	Semoir local <input type="checkbox"/> Semoir français <input type="checkbox"/> Semis manuel <input type="checkbox"/> Semis direct avec canne planteuse <input type="checkbox"/> Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du resemis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____	Semoir local <input type="checkbox"/> Semoir français <input type="checkbox"/> Semis manuel <input type="checkbox"/> Semis direct avec canne planteuse <input type="checkbox"/> Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du resemis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____	Semoir local <input type="checkbox"/> Semoir français <input type="checkbox"/> Semis manuel <input type="checkbox"/> Semis direct avec canne planteuse <input type="checkbox"/> Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du resemis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____	Semoir local <input type="checkbox"/> Semoir français <input type="checkbox"/> Semis manuel <input type="checkbox"/> Semis direct avec canne planteuse <input type="checkbox"/> Date du semis : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Date du resemis : _____ Nb de personne : _____ Nb d'heures : _____
Avez-vous appliqué un herbicide total ?		Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui lequel ? : _____ Quelle quantité : _____ A quelle date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui lequel ? : _____ Quelle quantité : _____ A quelle date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui lequel ? : _____ Quelle quantité : _____ A quelle date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui lequel ? : _____ Quelle quantité : _____ A quelle date : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Avez-vous appliqué un herbicide sélectif ?		Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui lequel ? : _____ Quelle quantité : _____ A quelle date : _____ Nb de personnes : _____	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui lequel ? : _____ Quelle quantité : _____ A quelle date : _____ Nb de personnes : _____	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui lequel ? : _____ Quelle quantité : _____ A quelle date : _____ Nb de personnes : _____	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui lequel ? : _____ Quelle quantité : _____ A quelle date : _____ Nb de personnes : _____

	Nb d'heures: _____ Dépenses : _____ Fcfa	Nb d'heures: _____ Dépenses : _____ Fcfa	Nb d'heures: _____ Dépenses : _____ Fcfa	Nb d'heures: _____ Dépenses : _____ Fcfa
Opérations culturelles	Partie Maïs/NPK/Urée	Partie Maïs/mucuna/NPK/ urée	Partie Maïs/FO/1/2NPK/urée	Partie Maïs/mucuna/FO/1/2NPK/Urée
Avez-vous effectué un démariage ?	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui à quelle date ? : _____ Nb de personnes : _____, Nb d'heures : _____	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui à quelle date ? : _____ Nb de personnes : _____, Nb d'heures : _____	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui à quelle date ? : _____ Nb de personnes : _____, Nb d'heures : _____	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui à quelle date ? : _____ Nb de personnes : _____, Nb d'heures : _____
Avez-vous appliqué du NPK ?	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Avez-vous appliqué de l'urée ?	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Avez-vous sarclé ?	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Avec quel outil ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Avec quel outil ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Avec quel outil ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Avec quel outil ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Avez-vous désherbé à la main ?	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Avez-vous effectué un buttage ?	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa

Opérations culturales	Partie Maïs/NPK/Urée	Partie Maïs/mucuna/NPK/ urée	Partie Maïs/FO/1/2NPK/urée	Partie Maïs/mucuna/FO/1/2NPK/Urée
Récolte épis maïs	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte gousses légumineuse	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte tige maïs	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte fourrage légumineuse	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb d'heures : _____ Dépenses : _____ Fcfa

2- Fiche de relevé des observations

		15 à 20 JAS du maïs (date _____)			50 à 60 JAS du maïs (date _____)
Traitement	N° placette +N°WPT	Nb de pieds de maïs par placette 12 m ²	Note enherbement (noter de 1 à 9)	Nb de pieds de légumineuse par placette de 12 m ²	Note enherbement (noter de 1 à 9)
Partie Maïs/NPK/Urée	1				
	2				
	3				
Partie Maïs/mucuna/NP K/ urée	1				
	2				
	3				
Partie Maïs/FO/1/2NPK/ urée	1				
	2				
	3				
Partie Maïs/mucuna/FO/ 1/2NPK/Urée	1				
	2				
	3				

2- fiche de récolte des données pour le calcul de rendements

		Maïs frais		Mucuna frais		Maïs sec		Mucuna sec	
		graines	tiges	graines	fanés	graines	tiges	graines	fanés
Partie Maïs/NPK/Urée	placette 1								
	placette 2								
	placette 3								
	total								
	moyenne								
Partie Maïs/mucuna/NPK/ urée	placette 1								
	placette 2								
	placette 3								
	total								
	moyenne								
Partie Maïs/FO/1/2NPK/urée	placette 1								
	placette 2								
	placette 3								
	total								
	moyenne								
Partie Maïs/mucuna/FO/1/2NPK/Urée	placette 1								
	placette 2								
	placette 3								
	total								
	moyenne								

Annexe 3: Matrice de corrélation issue de l'ACP entre les facteurs de production et les performances agronomiques du traitement T4

Variables	Alt	Age p	FM ant	Q FO	dte sem Ma	Ecart sem mu	Ecart-NPK	Q NPK	Ecart-Urée	Q Urée	Ecart-sarc	Ecart-but	Dsté Ma	Densité Mu	Enhrb 15 JAS	Enhrb 50 JAS	RDT Ma	RDT Tg	RDT Mu	Biomass T	Tps Trvx	CB	PB	MB	MB/jrs	Nb acti	distc
Alt	1																										
Age p	0,059	1																									
FM ant	0,297	-0,060	1																								
Q FO	-0,326	0,366	-0,372	1																							
dte sem Ma	-0,223	-0,645	0,100	-0,192	1																						
Ecart sem mu	-0,172	0,242	-0,428	0,449	-0,650	1																					
Ecart-NPK	-0,063	0,500	-0,229	0,187	-0,335	0,476	1																				
Q NPK	-0,375	-0,019	-0,344	0,621	-0,003	0,208	-0,277	1																			
Ecart-Urée	0,009	0,304	-0,073	0,038	0,047	0,127	0,812	-0,422	1																		
Q Urée	-0,349	0,039	-0,338	0,611	-0,093	0,254	-0,253	0,992	-0,418	1																	
Ecart-sarc	-0,167	-0,349	-0,017	-0,409	0,371	-0,001	-0,007	-0,291	0,145	-0,305	1																
Ecart-but	-0,025	0,534	-0,099	0,266	-0,513	0,475	0,724	-0,149	0,443	-0,138	-0,495	1															
Dsté Ma	0,113	-0,023	-0,042	0,317	-0,068	0,108	-0,124	-0,103	-0,088	-0,153	-0,036	0,055	1														
Densité Mu	0,321	-0,039	0,060	-0,270	0,006	-0,369	-0,476	-0,222	-0,339	-0,257	-0,304	0,012	0,299	1													
Enhrb 15 JAS	0,598	0,354	0,454	-0,206	-0,506	0,124	0,150	-0,370	-0,050	-0,336	-0,059	0,313	0,263	0,143	1												
Enhrb 50 JAS	0,034	0,103	0,594	-0,344	-0,290	0,031	0,074	-0,586	-0,070	-0,551	0,107	0,211	0,175	0,016	0,533	1											
RDT Ma	0,036	0,544	-0,305	0,592	-0,458	0,358	0,212	0,287	0,178	0,297	-0,318	0,296	0,510	0,061	0,210	-0,291	1										
RDT Tg	-0,145	0,490	-0,168	0,488	-0,117	0,062	-0,003	0,114	0,056	0,089	-0,027	0,087	0,625	0,157	0,082	-0,047	0,667	1									
RDT Mu	0,495	-0,141	0,431	-0,418	-0,077	-0,373	-0,284	-0,220	-0,253	-0,243	-0,324	0,052	0,241	0,531	0,409	0,207	0,009	-0,055	1								
Biomass T	-0,077	0,470	-0,108	0,429	-0,127	0,011	-0,043	0,084	0,021	0,056	-0,071	0,094	0,657	0,230	0,139	-0,019	0,667	0,991	0,083	1							
Tps Trvx	-0,515	0,391	-0,119	0,572	-0,224	0,295	0,081	0,592	-0,204	0,612	-0,042	-0,032	-0,146	-0,553	-0,138	-0,098	0,241	0,304	-0,368	0,253	1						
CB	-0,148	0,172	-0,200	0,616	-0,108	0,122	-0,264	0,671	-0,206	0,721	-0,314	-0,269	-0,078	-0,234	-0,351	-0,378	0,296	0,207	-0,344	0,159	0,428	1					
PB	0,051	0,541	-0,287	0,578	-0,455	0,338	0,197	0,276	0,166	0,284	-0,325	0,295	0,527	0,084	0,223	-0,278	0,999	0,680	0,046	0,685	0,230	0,283	1				
MB	0,080	0,529	-0,260	0,483	-0,451	0,328	0,254	0,160	0,211	0,159	-0,278	0,356	0,561	0,131	0,298	-0,218	0,980	0,666	0,112	0,680	0,158	0,105	0,984	1			
MB/jr	0,371	0,220	-0,193	0,241	-0,269	0,129	0,059	-0,077	0,211	-0,089	-0,376	0,318	0,646	0,483	0,240	-0,190	0,745	0,489	0,316	0,532	-0,420	0,053	0,756	0,774	1		
Nb acti	-0,111	0,067	-0,025	-0,381	0,006	-0,385	-0,071	-0,353	-0,149	-0,382	-0,089	0,086	0,094	0,502	0,051	0,235	-0,117	-0,013	0,413	0,044	-0,144	-0,510	-0,099	-0,007	-0,019	1	
Distc	-0,254	-0,102	-0,120	0,546	-0,113	0,268	-0,242	0,639	-0,526	0,638	-0,261	-0,080	0,222	-0,315	-0,132	0,017	0,045	0,176	-0,065	0,167	0,529	0,516	0,047	-0,048	-0,168	-0,339	1