

**BURKINA FASO
UNITE-PROGRES-JUSTICE**

**MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE,
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : AGRONOMIE

**GESTION DE LA FUMURE DU MAÏS DANS LES
SYSTEMES DE ROTATION BANANIER/MAÏS DANS LA
PROVINCE DU HOUET DANS L'OUEST DU BURKINA
FASO**

Présenté par :

SAWADOGO Marie Ouindnonga

Maître de stage : Dr FOFANA Bidzokazo

Directeur de mémoire : Dr BACYE Bernard

JUIN 2009

N° : 00-2009/AGRONOMIE

Table de matières

Dédicace	iv
Remerciements	v
Sigles et abréviations	vi
Liste des tableaux.....	vii
Liste des figures	viii
Résumé.....	ix
Abstract	x
Introduction.....	1
Chapitre 1 : Synthèse bibliographique	3
1.1 Notion sur la fertilité du sol	3
1.2 Importance de la maïsiculture au Burkina Faso	4
1.3 Ecologie du maïs.....	5
1.4 Exigences minérales du maïs	6
1.4.1 Besoins en azote.....	6
1.4.2 Besoins en phosphore.....	6
1.4.3 Besoins en potassium	7
1.5 Effets de la culture de la banane et de la jachère sur le sol	7
1.5.1 Effets de la culture de la banane sur le sol.....	7
1.5.2 Effets de la jachère naturelle sur le sol.....	8
1.6 Techniques d'amélioration de la gestion de la fertilité des sols.....	8
Chapitre 2 : Etude des effets de la culture du bananier sur la capacité des sols à fournir les éléments N, P et K au maïs.....	12
2.1 Présentation de la zone d'étude	12
2.1.1 Le climat.....	12
2.1.2 La végétation.....	13
2.1.3 Les sols	13
2.2 Matériel et méthodes	14
2.2.1 Matériel utilisé	14
2.2.1.1 Matériel végétal	14
2.2.1.2 Engrais utilisés	14
2.2.1.3 Caractéristiques des sols et des parcelles utilisés	14

MENTION ASSEZ-BIEN

2.2.2 Méthodes utilisées.....	17
2.2.2.1 Le dispositif expérimental.....	17
2.2.2.2 Conduite de l'essai.....	18
2.2.2.3 Paramètres mesurés.....	19
2.2.2.4 Analyse des données.....	19
2.3. Résultats - discussion.....	19
2.3.1 Résultats.....	19
2.3.1.1 Effets des précédents jachère et bananier sur les rendements en grains et de pailles du maïs.....	19
2.3.1.2 Effets de la fumure minérale sur les rendements grains, paille et poids de 1000 grains.....	20
2.3.1.3 Effets de la fumure minérale en fonction des précédents jachère et bananier.....	22
2.3.2 Discussion.....	23
Chapitre 3 : Etude des effets des modes de gestion des résidus de bananier et de la fumure minérale sur les rendements du maïs et analyse économique des formules de fumure.....	25
3.1 Matériel et méthodes.....	25
3.1.1 Matériel utilisé.....	25
3.1.1.1 Matériel végétal.....	25
3.1.1.2 Intrants utilisés.....	25
3.1.1.3 Caractéristiques du sol et de la parcelle utilisés.....	25
3.1.2 Méthodes utilisées.....	25
3.1.2.1 Le dispositif expérimental.....	25
3.1.2.2 Conduite de l'essai.....	27
3.1.2.3 Paramètres mesurés.....	27
3.1.2.4 Analyse économique des formules de fumure.....	28
3.1.2.4 Analyse des données.....	29
3.2. Résultats- Discussion.....	29
3.2.1 Résultats.....	29
3.2.1.1 Effets des différentes modes de gestion des résidus de bananier sur le rendement du maïs.....	29
3.2.1.2 Effets combinés des modes de gestion des résidus de bananier et de la fumure minérale sur les rendements du maïs.....	30

3.2.1.3 Rentabilité économique des formules de fumure minérale en fonction des modes de gestion des résidus de bananier	32
3.2.1.3.1 Ratios valeur sur coût.....	32
3.2.1.3.2 Analyse économique suivant la méthode de PERRIN <i>et al.</i> , 1979	33
3.2.1.3.2.1 Dominance entre les traitements.....	33
3.2.1.3.2.2 Taux marginaux de rentabilité (TMR)	34
3.2.2 Discussion	35
Conclusion	38
Références bibliographiques.....	40
Annexes	25

Dédicace

Je dédie ce mémoire à:

Mon feu père SAWADOGO R. Louis.

Ma sœur SAWADOGO Pauline qui nous a quitté prématurément.

Ma mère OUEDRAOGO Binta Lucie.

Ma tante Tomy et sa famille pour leur soutien inestimable.

Mes frères et sœurs pour leur soutien fraternel.

Que Dieu le tout puissant les bénisse

Remerciements

Le présent mémoire est le couronnement d'un long processus de formation. Il a été réalisé grâce à la collaboration de l'IDR et L'IFDC. Durant notre formation et l'étude, nous avons bénéficié du soutien de plusieurs personnes. C'est le lieu pour nous de leur témoigner, toute notre gratitude. Nos remerciements s'adressent particulièrement :

-Au **Docteur Bernard BACYE** Enseignant chercheur à l'IDR notre directeur de mémoire, pour sa patience, sa rigueur scientifique lors de cette étude

-Au **Docteur Bidzokazo FOFANA** Chercheur à l'IFDC notre maître de stage pour ses conseils

-A **M. Soungalo G. SANON** Agronome à l'IFDC pour ses conseils et critiques

-A mon co-stagiaire de l'IFDC **Yamwéogo Louis** pour son soutien tout le long du stage

- A **M. Christophe P. OUEDRAOGO** pour ses conseils et son aide lors de ma formation à l'IDR

- A **M. Bienvenue SOMDA** au CIRDES pour ses critiques et ses suggestions

-A mes camarades **BAMBARA Judicaël, SANON Bassirou, KABORE Hilaire, BANDAOGO Alima, DRABO Inoussa** pour l'ambiance chaleureuse tout le long de mon stage

-A tout le corps enseignant de l'IDR pour nous avoir dispensé une formation de qualité

-A mes oncles et tantes pour leur soutien moral

-A tous les camarades de classe et tous mes amis

Sigles et abréviations

ANOVA : Analyse de variance

BUNASOLS : Bureau National des Sols

DPAHRH : Direction Provincial de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques

FAO : Fonds de Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation

IFDC : International Fertilizer Development Center

IRAT : Institut de Recherches Agronomiques Tropicales

JAS : Jour Après Semis

KCl : Chlorure de Potassium

KEJ : Kamboinssé Extra-précoce Jaune

MAHRH : Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques

SFG : Sol Ferrugineux Gravillonnaire

SFV : Sol Ferrugineux à caractère Vertique

SR22 : Streak Resistent 22

RCV : Rapport Valeur sur Coût

TSP : Triple Super Phosphate

Liste des tableaux

Tableau I : Caractéristiques chimiques du sol ferrugineux à caractère vertique..	15
Tableau II : Caractéristiques chimiques du sol ferrugineux gravillonnaire	16
Tableau III : Caractéristiques des parcelles utilisées pour les essais soustractifs	17
Tableau IV : Unités fertilisantes apportées par les engrais minéraux	18
Tableau V : Rendements grains et paille en fonction des précédents culturaux sur les types de sol.....	20
Tableau VI : Rendements du maïs en fonction de la fumure minérale	21
Tableau VII : Rendements grains et paille sur le sol ferrugineux gravillonnaire..	22
Tableau VIII : Rendements grains et paille sur le sol ferrugineux à caractère vertique.....	23
Tableau IX : Unités fertilisantes apportées par les engrais minéraux	26
Tableau X : Rendements grains et paille suivant les modes de gestion	30
Tableau XI : Rendements grains (kg/ha)	31
Tableau XII : Rendements paille (kg/ha).....	31
Tableau XIII : Poids de 1000 grains.....	32
Tableau XIV : Ratios valeur sur coût des traitements	33
Tableau XV : Dominance entre les traitements.....	34
Tableau XVI : Taux marginaux de rentabilité.....	35

Liste des figures

Figure 1: Evolution de la production et des superficies du maïs pluvial au Burkina Faso de 1997 à 2007.....	5
Figure 2 : Pluviosité moyenne annuelle de la Vallée du Kou de 1999 à 2008	12
Figure 3 : Pluviosité annuelle de la Vallée du Kou en 2008.....	13

Résumé

Cette étude a été menée dans le département de Bama en vue d'évaluer les effets du précédent bananier et de la fumure minérale sur les rendements du maïs afin de trouver des formules de fumure du maïs adaptées et économiquement rentables. Elle a consisté en un essai soustractif sur des précédents bananiers et jachère et, en un essai comparant des modes de gestion des résidus de bananier et des formules de fumure minérale.

Les résultats ont montré un effet résiduel positif de la culture du bananier sur le rendement grain et paille du maïs par rapport à la jachère. Ces rendements sont plus élevés sur le sol ferrugineux vertique (soit respectivement de 2202,8 kg/ha pour les grains et de 6696,1 kg/ha pour la paille) par rapport au sol ferrugineux gravillonnaire (soit respectivement de 1210,2 kg/ha pour les grains et de 4737,7 kg/ha). Cependant, l'azote constitue l'élément nutritif majeur qui limite le plus le rendement du maïs dans les systèmes de rotation bananier/maïs. Les résultats de l'essai sur les modes de gestion des résidus de bananier montrent que l'association du paillage des résidus de bananier à la fumure minérale se révèle supérieur à l'enfouissement des résidus de bananier + la fumure minérale suivi du brûlis des résidus de bananier + la fumure minérale et au ramassage des résidus de bananier. L'analyse économique a permis de retenir les options suivantes qui pourraient être conseillées aux producteurs : l'apport de 200 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d'urée pour le ramassage ; de 165 kg/ha d'urée pour le brûlis et de 165 kg/ha d'urée + 65kg/ha de TSP pour l'enfouissement et le paillage.

Mots clés : Rotation bananier/maïs, fumure minérale, gestion des résidus de récolte, rendement, zone ouest, Burkina Faso.

Abstract

This study was led in the department of Bama to estimate the effects of the previous banana and the mineral manure on the returns on the corn to find formulae of manure of the corn adapted and economically profitable. It consisted of a subtractive essay on previous banana and fallow and, a essay comparing modes of management of the residues of banana and formulae of mineral manure.

The results showed a positive residual effect of the culture of the banana on the return grain and straw of the corn (2202,8 kg/ha et 6696,1 kg/ha) with regard to the fallow. However, the nitrogen constitutes the major nourishing element which limits most the return on the corn in the systems of rotation banana/corn. The results of the test methods of managing banana residues show that the combination of residue mulching banana mineral fertilizer is higher than the burial of residues of banana + mineral fertilization followed by burning of residues Banana + fertilizer mineral collecting residue banana. The economic analysis allowed to retain the following options which could be advised to the producers: the contribution of 200 kg/ha of NPK + 100 kg/ha of urea for the collection; of 165 kg/ha of urea for the slash-and-burn field and 165 kg/ha of urea + 65kg/ha of TSP for the burying and the mulching.

MENTION ASSEZ-BIEN

Keywords: rotation banana/corn, management of the residues of harvest, zones the West, Burkina Faso.

Introduction

La base économique du Burkina Faso reste l'agriculture qui occupe près de 90% de la population active (CIA, 2008). Cette agriculture est principalement une agriculture vivrière pluviale caractérisée par sa faible productivité liée entre autres, à la mauvaise pluviométrie tant en quantité qu'en répartition spatio-temporelle et à la faible fertilité des sols. Cependant, le développement ces dernières années de l'irrigation par l'accroissement des aménagements hydro-agricoles et la promotion de la « Petite irrigation villageoise » a permis le développement de l'agriculture irriguée qui concerne aussi des cultures vivrières comme le maïs.

Au Burkina Faso le maïs constitue, après le riz, la céréale dont la production pourrait être augmentée assez rapidement pour faire face aux besoins alimentaires des populations sans cesse croissantes. En effet, le maïs est une plante qui rentabilise mieux la fumure que les autres grandes cultures (GROS, 1974) et les variétés existantes ont un potentiel de rendement élevé allant de 3-6 tonnes/ha (SANOU, 2003). De plus, la possibilité d'irrigation autour des points d'eau permet deux à trois cycles de production par an.

Des enquêtes réalisées durant les campagnes pluviale et irriguée 2007-2008 dans la province du Houet ont révélé que dans les systèmes de culture irrigués, la rotation bananier/maïs occupait une part importante (BANDAOGO, 2008). En effet, au moment du renouvellement des plantations de bananiers après deux ou trois années de culture, le maïs vient toujours, soit en culture irriguée de contre-saison ou en culture pluviale. Il faut signaler que le bananier qui est la troisième spéculation fruitière après le manguier et les agrumes (ARISTE *et al.*, 2002), est l'une des cultures dont l'essor a bénéficié du développement de l'irrigation ces dernières années. Les superficies cultivées sont estimées à plus de 12 000 hectares (ARISTE *et al.*, 2002).

La culture du bananier bénéficie d'une grande quantité de fumure minérale et de fumure organique (ARISTE *et al.*, 2002) dont les arrières effets pourraient être profitables au maïs. Elle produit en plus une grande quantité de résidus qui peut atteindre en fin de plantation 100 tonnes de matières sèches par hectare (GODEFROY, 1974). Ces résidus pourraient être valorisés durant la culture du

maïs. En effet, le recyclage des résidus de bananier combiné avec des formules de fumure adaptées devrait permettre d'améliorer la fertilité des sols (GODEFROY, 1974) et par conséquent d'accroître les rendements du maïs. Il est donc indispensable de mesurer la capacité des sols soumis à la culture du bananier à fournir les éléments nutritifs au maïs et de trouver des meilleures combinaisons de fumure minérale et de résidus de bananier adaptées à ces agrosystèmes.

C'est dans cette optique que la présente étude a été initiée sous le thème, «***Gestion de la fumure du maïs dans les systèmes de rotation bananier/maïs dans la province du Houet dans l'Ouest du Burkina Faso***». Elle a pour objectif global de trouver des formules de fumures adaptées à la culture du maïs en tenant compte des précédents culturaux. Il s'agit plus spécifiquement,

- d'évaluer l'effet du précédent bananier sur la capacité des sols à fournir les éléments N, P et K au maïs ;
- d'évaluer les effets combinés de différents modes de gestion résidus de bananier et de la fumure minérale sur les rendements du maïs.

Le présent mémoire s'articule autour de trois chapitres. Le premier chapitre présente la synthèse bibliographique. Le deuxième chapitre est consacré à l'étude des effets de la culture du bananier sur la capacité des sols à fournir les éléments N, P et K au maïs. Le troisième chapitre concerne l'étude des modes de gestion des résidus de bananier et de la fumure minérale sur les rendements du maïs.

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

MENTION ASSEZ-BIEN

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1.1 Notion sur la fertilité du sol

La fertilité d'un sol représente, dans un climat donné, son aptitude à assurer de façon régulière et répétée la croissance des cultures et l'obtention de récoltes (GRET, 1990). Elle englobe en particulier la teneur en matière organique du sol, sa structure, sa capacité de rétention en eau et son activité biologique. La fertilité du sol est la résultante de diverses composantes qui amènent à distinguer :

- la fertilité chimique

La notion de richesse d'un sol est plus communément associée à celle de fertilité au point de créer une confusion. Il convient de distinguer l'abondance des éléments nutritifs dans le sol due à la nature de la roche mère et à la quantité d'éléments mobilisables, qui dépend de l'ambiance physico-chimique et biologique. L'importance des réserves mobilisables et de leur passage sous forme assimilable détermine la capacité d'un sol à se maintenir chimiquement fertile ou au contraire à s'épuiser rapidement (PIERI, 1989).

- la fertilité physique

La fertilité physique résulte d'un ensemble de propriétés physiques (structure, porosité, différents états sous l'influence de l'humidité). Elle est fonction d'une part de la texture et de la structure et d'autre part des facteurs agro-climatiques et anthropiques et dépend de la topographie, de la profondeur et de la disposition des horizons (SOLTNER, 1986).

- la fertilité biologique

La fertilité biologique d'un sol résulte principalement de l'activité biologique due à la présence de plusieurs groupes d'êtres vivants : la faune, les micro-organismes et les racines. Selon PIERI (1989), l'activité biologique intervient dans la fertilité du sol soit directement pour la nutrition des plantes et la fixation biologique de l'azote de l'air par les légumineuses, soit indirectement par son impact sur l'évolution du stock organique des sols et les conséquences multiples qui en résultent (structure des sols, complexe argilo-humique, développement des racines etc.)

1.2 Importance de la maïsiculture au Burkina Faso

Au Burkina Faso, l'accroissement de la production des céréales en général et celui du maïs reste la seule alternative pour résoudre le problème de l'insécurité alimentaire de la population de plus en plus croissante. Le maïs se rencontre dans tout l'Ouest du Burkina qui est caractérisé par une pluviométrie supérieure à 800 mm. Au centre et au centre Est, la culture du maïs est possible jusqu'à l'isohyète 750 mm avec des variétés précoces et extra-précoces (Paré, 1980). Dans les autres régions, la culture du maïs se fait essentiellement autour des cases sur des petites superficies.

En 2007, la production du maïs était estimée à environ 737.000 tonnes pour une superficie de 441.791 hectares (DGPSA/DRAHRH, 2007). Actuellement, le maïs entre dans les habitudes culinaires et surtout devient une matière première pour les brasseries. Il fait partie intégrante de la vie sociale et économique des populations. Il est essentiellement destiné à l'autoconsommation et procure des revenus monétaires variables selon les exploitations. Les résidus de maïs constituent une source importante d'aliments pour les animaux (SANOU, 2003).

La figure 1 montre l'évolution de la production et des superficies en maïs au Burkina Faso. Ces courbes évoluent en dent de scie dans le même sens. La comparaison de la courbe de production avec celle de la superficie cultivée met en évidence une relation entre la croissance des superficies et l'augmentation de la production, les superficies emblavées en maïs sont passées de 73037 hectares en 1997 à 165657 hectares en 2007, et la production s'est accrue, passant de 125613 tonnes à 379769 tonnes pour les mêmes périodes. Les accroissements notés sont justifiés selon (DGPSA/DRAHRH, 2007) par :

- l'adoption par davantage d'agriculteurs de variétés améliorées ;
- l'introduction de la culture du maïs sur les périmètres aménagés ;
- l'amélioration des techniques de production.

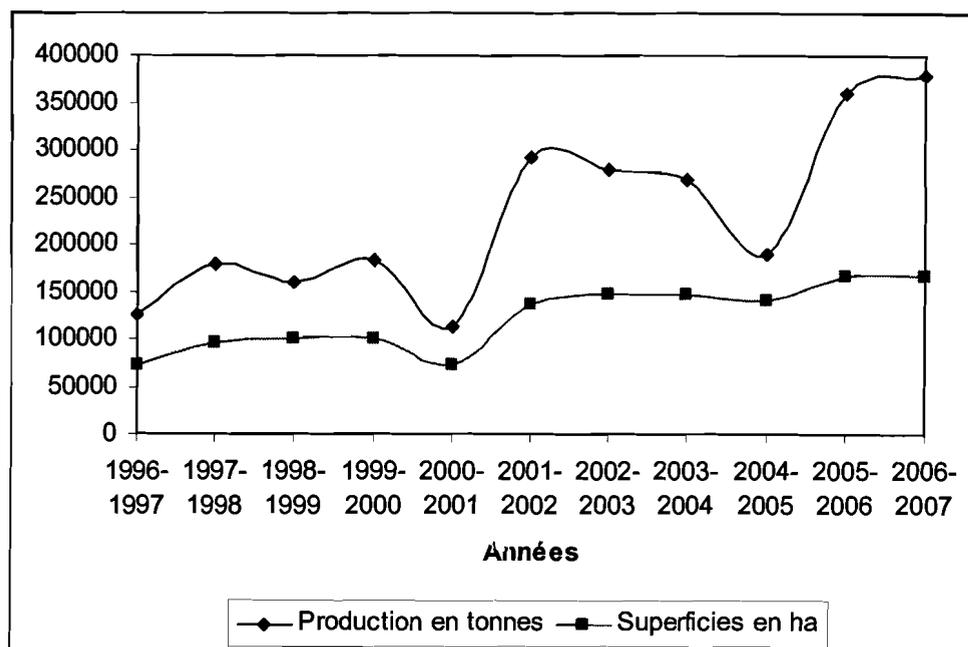


Figure 1: Evolution de la production et des superficies du maïs pluvial au Burkina Faso de 1997 à 2007
 Source : EPA/ DGPSA/DRAHRH, 2007

1.3 Ecologie du maïs

L'espèce *Zea mays* est une plante exigeante en lumière du fait de son métabolisme photosynthétique en C4. La température nécessaire pour la germination est de 8°C à 12°C et 18°C pour une floraison normale (SOLTNER, 1986). La fécondation est perturbée dès que la température dépasse 35°C. Il est sensible aux températures élevées qui plafonnent son rendement (ROUNET, 1984). La culture du maïs nécessite une pluviométrie comprise entre 700 et 800 mm (PODA, 1979). Au Burkina Faso, on estime les besoins en eau à environ 5,2 – 5,5 mm/jour jusqu'à la floraison, 6 mm/ jour de la période de floraison à la fin de la formation des grains et moins de 4 mm après la formation des grains (HEMA, 2005).

Le maïs a une réelle aptitude à utiliser les réserves du sol et les reliquats de fumure. Ce qui fait de lui une culture très sensible aux apports d'engrais (GROS, 1974).

Dans les systèmes de culture, il est cultivé après le coton et bénéficie ainsi des arrières effets de la culture cotonnière. Le maïs affectionne particulièrement les sols riches en matières organiques, sains, profonds et doués de bonnes propriétés

physiques (ANONYME, 1980) et le labour permet d'augmenter le rendement de 2%. Il tolère les sols dont le pH est compris entre 5,5 à 7.

1.4 Exigences minérales du maïs

1.4.1 Besoins en azote

Le maïs est très sensible aux carences d'éléments nutritifs et répond bien aux apports d'engrais et notamment de l'azote. Les besoins en azote du maïs dépendent des variétés. Ces besoins s'élèvent à 50kg/ha pour des variétés non améliorées et une pluviométrie incertaine (GROS, 1974). Pour un potentiel de rendement de 12 t/ha ou plus, ces besoins peuvent atteindre jusqu'à 250 ou 300kg/ha.

Après la sécheresse, le manque d'azote constitue la deuxième contrainte conduisant à la réduction de la production du maïs tropical. Le premier symptôme visuel d'un déficit en azote se manifeste par une croissance réduite de l'appareil végétatif, suivi d'un jaunissement et parfois la sénescence des feuilles les plus basses. En cas de carence aiguë, la floraison est fortement réduite.

1.4.2 Besoins en phosphore

L'efficacité des engrais azotés et des autres engrais ne peut être obtenue sans la présence de phosphore en quantité convenable. Pour maintenir la teneur en phosphore du sol, les doses à apporter selon la teneur en phosphore du sol et le niveau de récolte escomptée, sont comprises entre 30 à 100kg/ha. Il faut noter que le maïs prélève environ 8 kg de P_2O_5 pour une tonne de grains (F.A.O, 1987). La déficience en phosphore constitue le facteur le plus limitatif à la production agricole dans la zone semi-aride de l'Afrique de l'Ouest, mais il demeure l'élément le plus facilement maîtrisable par la fertilisation à cause de sa faible mobilité et son faible niveau d'utilisation par les cultures (PIERI, 1989). La carence en phosphore se manifeste sur le maïs par le ralentissement de la croissance de la plante. Aussi, les feuilles âgées sont d'une couleur foncée, vert-bleu caractéristique. La croissance racinaire est réduite. Dans les cas graves, les feuilles deviennent pourpres (étiolement). On a un retard de la maturité, une mauvaise formation des graines ou leur absence totale (F.A.O., 1987).

1.4.3 Besoins en potassium

Le maïs absorbe de grandes quantités de potassium dont seulement une faible proportion, environ 5 kg/tonne de grains, est exportée par la récolte. Bien que le maïs puise, dans la plupart des cas, tirer du sol des quantités de potassium appréciables, il importe de s'assurer que les disponibilités totales sont suffisantes. La fumure potassique est d'autant plus nécessaire si l'on force sur la fumure azotée en tablant sur des rendements élevés. Les doses doivent être de 30 à 100 kg/ha de K_2O , en fonction de l'analyse du sol et du rendement attendu (F.A.O, 1987). L'absorption du potassium est régulièrement répartie sur toute la période de croissance végétative (GROS, 1974).

La carence en potassium se manifeste sur le maïs par un ralentissement de la croissance de la plante. Les plantes sont chétives et les feuilles montrent une altération de couleur sur les bords suivie de brûlures et de brunissement des extrémités des feuilles les plus âgées. Il y a verse des plantes et les graines sont ratatinées (F.A.O, 1987).

1.5 Effets de la culture de la banane et de la jachère sur le sol

1.5.1 Effets de la culture de la banane sur le sol

La culture de la banane génère beaucoup de résidus de matières végétales qui varient de 150 à 200 t/ha/an (GODEFROY, 1974). Ces résidus sont constitués des stipes et des feuilles coupés au moment de la récolte du régime, des rhizomes et des racines qui se décomposent dans le sol. Ceux-ci sont généralement laissés sur le sol ; dans quelques cas, ils sont enfouis par un labour manuel en fin de récolte. A ces apports au moment de la récolte s'ajoutent, en cours de végétation, ceux constitués par les feuilles sénescentes qui sont coupées. Pour une bonne bananeraie les quantités ainsi récoltées peuvent atteindre 10 à 15t/ha/an de matière sèche. Les résidus de bananier ont dans l'ensemble un rapport C/N de l'ordre de 30 (GODEFROY, 1974). Ces résidus de bananier vont libérer progressivement à travers le phénomène de la décomposition, des composés transitoires qui ont un effet positif et durable sur la structure de sol. Le bananier a des gros besoins en fumure minérale pour sa croissance et son développement. Les quantités importantes de matière organique apportées au sol et l'application adéquate des techniques culturales (fertilisation, irrigation, lutte contre les

parasites...) permet de stabiliser la teneur de la matière organique. Lorsqu'on apporte la fumure minérale complète (N, P, K, Ca, Mg), ces engrais vont favoriser la transformation des résidus végétaux présents dans le sol en humine, la formation de composés polymérisés et stables, et augmenter la teneur en polysaccharides résiduels. Cette action est due aux engrais apportant des cations et particulièrement du calcium qui favorise l'humification et la stabilisation de la matière organique (GODEFROY, 1974).

1.5.2 Effets de la jachère naturelle sur le sol

La jachère naturelle est tout simplement une mise en repos des terres sans les cultiver. Habituellement, on laisse le champ libre à la végétation naturelle pendant un certain temps afin de restaurer la fertilité du sol.

La restauration de la fertilité des sols grâce à la jachère est un phénomène bien connu et depuis longtemps utilisé. Cet effet bénéfique résulte d'un accroissement de la teneur en matière organique, à la base du fonctionnement biologique des sols, et s'accompagne d'un accroissement de la diversité de la faune et de la flore. Pendant le temps de jachère le couvert végétal se développe avec des graminées et des espèces à enracinement puissant. Plus le temps de jachère s'allonge environ 15 ans, plus on assiste à une amélioration sensible de certaines caractéristiques du sol (porosité, structure, enrichissement organique) grâce au développement d'une végétation arbustive qui va stimuler le développement d'espèces améliorantes et favoriser l'accumulation de l'humus (PIERI, 1989).

Mais, lorsque les jachères naturelles sont de courte durée, elles ne permettent pas la régénération des terres dégradées par la culture (PIERI, 1989). Par conséquent les rendements sont moins bons et le sol s'appauvrit davantage car il est davantage soumis à l'érosion.

1.6 Techniques d'amélioration de la gestion de la fertilité des sols

Les facteurs qui déterminent la fertilité du sol sont : la matière organique du sol, la texture du sol, sa structure, sa profondeur, sa teneur en éléments nutritifs, sa capacité de stockage, sa réaction et l'absence d'éléments toxiques (PIERI, 1989). La présence de la matière organique dans le sol est essentielle pour maintenir la fertilité du sol.

En Afrique subsaharienne, l'une des causes majeures de la dégradation des sols est l'érosion. Aussi le travail profond du sol et l'apport d'engrais azotés accélèrent l'épuisement du stock de matières organiques du sol (ROOSE, 1994).

Il est nécessaire de gérer la fertilité des sols. Ainsi, gérer la fertilité du sol c'est agir pour maintenir parfois améliorer le statut organique, minéral, physique et biologique des sols en vue d'atteindre un certain niveau de production et ce, de façon durable (PIERI, 1989).

Pour maintenir la fertilité du sol, il faut commencer à préserver la matière organique qu'il contient. Ainsi la rotation entre divers types de cultures, la fumure minérale complète, le travail du sol laissant une surface rugueuse, le travail minimum du sol, la jachère produisant une grande biomasse racinaire (*Andropogon sp.*, ou légumineuses cultivées) retardent l'épuisement des matières organiques du sol (ROOSE, 1994). Aussi, des techniques telles que la restitution des résidus de récoltes transformés (compost ou fumier), l'enfouissement de ces résidus de récoltes, la rotation dans les systèmes de culture, le paillage des résidus de récoltes contribuent selon plusieurs études à palier aux problèmes de baisse de la fertilité du sol.

On ignore souvent la masse de résidus de culture, de racines et surtout des adventices que les paysans enfouissent lors de labours et de sarclages. Selon ROOSE (1994), les enfouissements répétés dans l'année de matières organiques fraîches, permettent de maintenir un certain niveau de matière organique dans le sol. Une étude pluriannuelle de 1983 à 1987 de gestion de résidus de maïs sur sols ferrallitiques a montré que l'enfouissement des tiges de maïs améliorerait le statut organique des sols (BERGER et al, 1987 ; SEDOGO, 1993 ; DAKUO, 1991). Mais l'enfouissement brutal de 15 tonnes de paille peu évoluée entraîne une faim d'azote (fixé par la masse microbienne) et réduit les rendements (ROOSE, 1994).

La couverture du sol pour les pailles (paillage ou mulch de paille) constitue une alternative à la lutte contre le phénomène d'érosion (BIKIENGA et LOMPO, 1996). Le paillage apporte des éléments nutritifs ainsi que des matières organiques fraîches à la surface du sol qui améliorent sa structure et réduisent l'érosion éolienne et hydrique, le ruissellement et l'évaporation de l'eau. Des études réalisées dans la zone cotonnière malienne par KANTE (2001) montrent que, l'apport de 1 à 1,5 t/ha de paille peut réduire le transport éolien des particules du sol de 42 à 63%.

En effet, PIERI (1989) et DAKUO (1991) ont montré que l'utilisation du fumier est très déterminante pour le développement et le rendement des plantes car elle permet une amélioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.

Mais, dans la plupart des systèmes de culture, les restitutions se limitent à la biomasse racinaire car les résidus de récolte, notamment ceux des céréales sont utilisés pour l'alimentation du bétail. Par ailleurs, pour lutter contre les graines de mauvaises herbes et certains agents pathogènes les paysans brûlent leur champ. Au Burkina Faso, 32% des résidus sont brûlés au champ, 22% sont utilisés pour la complémentation alimentaire du bétail, 36% pour la consommation extérieure et seulement 10% pour le champ (PIERI, 1989). Cette méthode de brûlis au champ entraîne une perte importante d'éléments nutritifs. VAN SCHOLL (1998) et KANTE (2001) indiquent que les brûlis au champ entraînent une perte quasi totale de l'azote et 10% du phosphore et du potassium.

Chapitre 2 : Etude des effets de la culture de bananier sur la capacité des sols à fournir les éléments N, P et K au maïs

Chapitre 2 : Etude des effets de la culture du bananier sur la capacité des sols à fournir les éléments N, P et K au maïs

2.1 Présentation de la zone d'étude

L'étude a été conduite dans le département de Bama situé à 25 Km au Nord-Ouest de Bobo-Dioulasso sur l'axe Bobo-Faramana-Frontière du Mali, à une latitude de 11°22'N, une longitude de 4°22'W, et une altitude de 300m.

2.1.1 Le climat

Le climat est de type sud-soudanien selon GUINKO (1984) ; et est caractérisé par une alternance d'une saison pluvieuse de mai à octobre et d'une saison sèche de novembre à avril.

Les hauteurs d'eau enregistrées de 1999 à 2008 ainsi que le nombre de jours sont présentées dans la figure 2. Les quantités de pluies varient d'une année à l'autre avec une moyenne annuelle de 922,96 mm pour cette dernière décennie. La pluviométrie enregistrée au cours de l'année 2008 est de 1032,5 mm repartis sur 79 jours (figure 3).

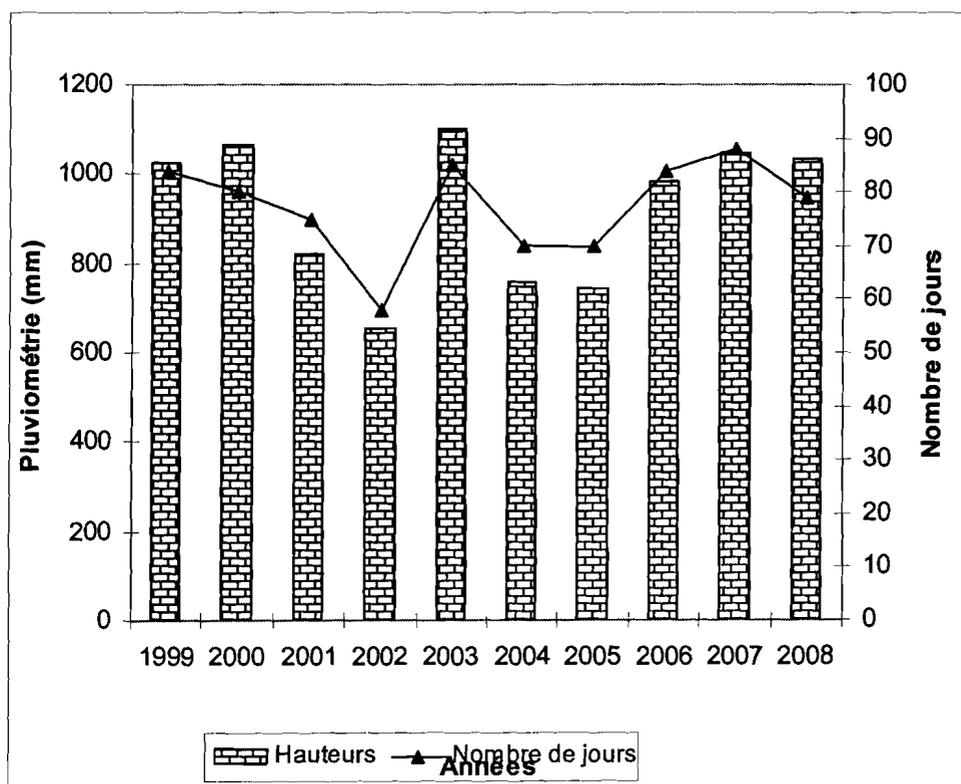


Figure 2 : Pluviométrie moyenne annuelle de la Vallée du Kou de 1999 à 2008
Source : Antenne agro- météorologique de la Vallée du Kou

La figure 3 présente la pluviosité annuelle de l'année 2008. La décade la plus pluvieuse a été la 2ème décade du mois d'août. Les hauteurs d'eau les plus élevées ont été enregistrées entre août et septembre.

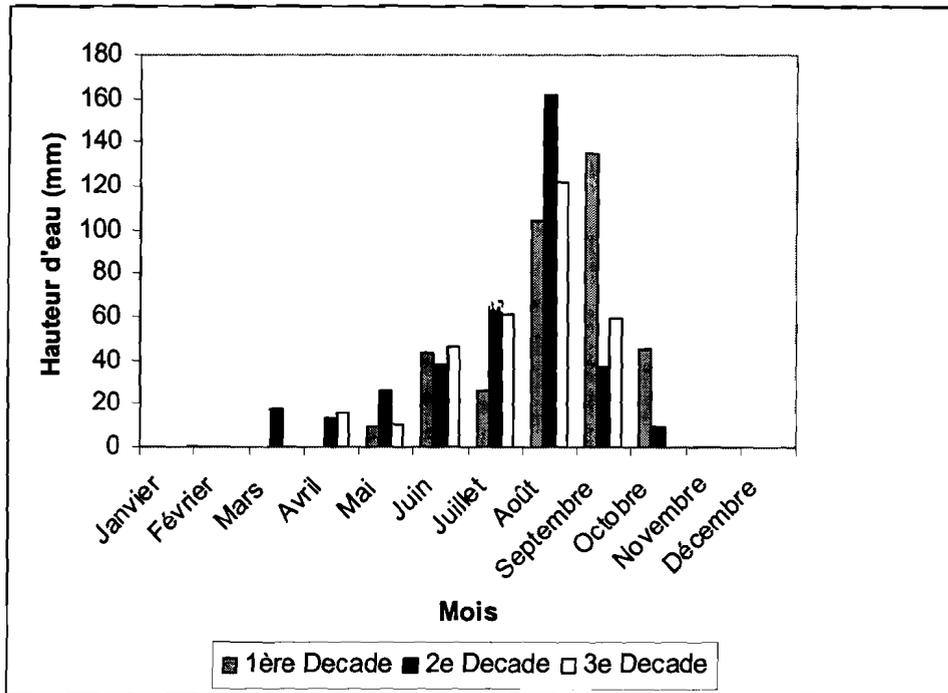


Figure 3 : Pluviosité annuelle de la Vallée du Kou en 2008
Source : Antenne agro- météorologique de la Vallée du Kou

2.1.2 La végétation

La phytogéographie décrite par Guinko (1984) classe la Vallée du Kou dans le secteur soudanien méridional. Les formations végétales de la strate boisée se composent essentiellement d'essences telles que *Parkia biglobosa*, *Detarium microcarpum*, *Sclerocarya birrea*, *Vitellaria paradoxa*, *Piliostigma thonningii*, *Tamarindus indica*.

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

2.1.3 Les sols

Les sols de la Vallée du Kou sont des sols ferrugineux tropicaux très hydromorphes par endroits (BUNASOLS, 1985). Ils sont de texture limono-sableuse à argilo-limoneuse et sont marqués par un lessivage actif des éléments

nutritifs, causant parfois des problèmes de fertilité (BADO, 1991). Ce sont des sols acides (à pH en eau variant en entre 5,5 et 6,5) avec une concentration en bases échangeables relativement faible (BADO, 1991).

2.2 Matériel et méthodes

2.2.1 Matériel utilisé

2.2.1.1 Matériel végétal

La variété de maïs utilisée est la KEJ de couleur jaune. C'est une variété extra-précoce de 70-80 jours ayant un rendement potentiel de 2-3t/ha.

2.2.1.2 Engrais utilisés

Les engrais utilisés pour la fourniture des éléments N, P et K sont respectivement l'urée dosant 46% de N, le TSP dosant 46% de P_2O_5 et le KCl dosant 60% de K_2O .

2.2.1.3 Caractéristiques des sols et des parcelles utilisés

MENTION ASSEZ-BIEN

L'étude a été menée sur deux sols ferrugineux tropicaux qui sont les plus utilisés pour la culture de la banane dans la zone : un sol ferrugineux tropical à caractère vertique et un sol ferrugineux tropical gravillonnaire. Il s'agit de sol dont la profondeur est limitée par la présence de la cuirasse entre 40 et 100 cm. La texture est argilo-limoneuse avec la présence de concrétions ferrugineuses surtout pour le sol gravillonnaire. Les caractéristiques analytiques des deux sols sont présentées dans les tableaux I et II. Il ressort que les deux sols présentent une teneur moyenne en matière organique faible et sont pauvres en azote et en bases échangeables.

Pour chaque sol, l'étude a concerné deux parcelles : une parcelle sous jachère et une parcelle en fin de culture du bananier. Les caractéristiques culturales des différentes parcelles utilisées sont présentées dans le tableau III.

Tableau I : Caractéristiques physico-chimiques du sol ferrugineux à caractère vertique

Caractéristiques	Profondeur (cm)			
	0-15	15-40	40-65	65-110
Texture				
Argile (%)	29,41	39,22	43,14	39,22
Limons totaux (%)	33,34	27,45	27,45	31,37
Sables (%)	37,25	33,33	29,41	29,41
Constantes hydriques				
pF 2,5 (%)	19,45	20,48	25,54	26,86
pF 3,0 (%)	13,47	15,88	17,84	17,71
pF 4,2 (%)	8,57	11,33	12,22	11,87
Matière organique				
Matière organique totale (%)	1,45	1,21	1,02	0,86
Carbone total (%)	0,84	0,7	0,59	0,5
Azote total (%)	0,066	0,059	0,055	0,051
C/N	13	12	11	10
Phosphore (ppm)				
Phosphore assimilable	12,35	1,71	0,82	0,82
Bases échangeables méq/100g				
Calcium	2,31	1,64	0,96	0,57
Magnésium	0,78	0,45	0,15	0,09
Potassium	0,08	0,06	0,01	0,01
Sodium	0,04	0,06	0,06	0,04
Somme des bases (S)	3,12	2,21	1,18	0,71
Capacité d'échange (T)	5,77	4,02	2,2	1,41
Taux de saturation (S/T) %	56	55	54	50

Tableau II : Caractéristiques physico-chimiques du sol ferrugineux gravillonnaire

Caractéristiques	Profondeur (cm)	
	0-15	15-60
Texture		
Argile (%)	29,41	39,22
Limons totaux (%)	27,45	25,29
Sables (%)	43,14	35,29
Constantes hydriques		
pF 2,5 (%)	16,61	19,42
pF 3,0 (%)	12,72	16,64
pF 4,2 (%)	7,96	12,17
Matière organique		
Matière organique totale (%)	1,48	1,19
Carbone total (%)	0,86	0,69
Azote total (%)	0,072	0,064
C/N	12	11
Phosphore (ppm)		
Phosphore assimilable	2,18	1,50
Bases échangeables méq/100g		
Calcium	2,36	1,84
Magnésium	1,35	0,84
Potassium	0,06	0,01
Sodium	0,04	0,04
Somme des bases (S)	3,81	2,73
Capacité d'échange (T)	6,53	4,94
Taux de saturation (S/T) %	58	55

Source : BUNASOLS

Tableau III : Caractéristiques des parcelles utilisées pour les essais soustractifs

Types de sol	Parcelles des essais soustractifs	Passé cultural
Sol ferrugineux à caractère vertique	Parcelle 1	Trois années de bananier avec chaque année apport de fumure minérale et de fumure organique
	Parcelle 2	Deux années de jachère après une année de culture de maïs avec fumure minérale
Sol ferrugineux gravillonnaire	Parcelle 3	Trois années de bananier après deux années de papayer avec chaque année apport de fumure minérale et de fumure organique
	Parcelle 4	Deux années de jachère herbeuse après plusieurs années de culture de sorgho sans fumure

2.2.2 Méthodes utilisées

2.2.2.1 Le dispositif expérimental

Le dispositif mis en place sur chaque parcelle est un dispositif en blocs Fisher comportant trois (03) blocs ou répétitions (annexe 1). Les essais ont été réalisés sur les deux principaux types de sol : sol ferrugineux gravillonnaire et sol ferrugineux à caractère vertique et les traitements ont été testés par précédent cultural. Cinq traitements ont été constitués par combinaison des trois éléments N, P et K, en omettant un élément, les deux autres étant apportés à des doses maximales. Les blocs sont séparés par des allées de 1,5m de large. Les traitements sont placés sur des parcelles élémentaires de 20m² (5mx4m)

séparées par des allées de 1 m. Soit au total 60 parcelles élémentaires. Le tableau IV présente les doses de N, de P et de K apportés par traitement

Tableau IV : Unités fertilisantes apportées par les engrais minéraux

Traitements	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
To	0	0	0
NP	100	30	0
NK	100	0	42
PK	0	30	42
NPK	100	30	42

Les quantités d'engrais correspondantes apportées par parcelle élémentaire de 20m² sont respectivement de :

- 434,8 g pour l'urée en deux fractions égales c'est-à-dire 217,4 g 10 à 15 jours après semis et à 45 jours après ;
- 298,7 g pour le TSP, 10 à 15 jours après semis ;
- 168 g pour KCl, 10 à 15 jours après semis.

2.2.2.2 Conduite de l'essai

- **Préparation du sol**

Elle a consisté à un labour suivi d'un hersage afin de casser les grosses mottes avant la mise en place des essais.

- **Semis**

Les semis ont été réalisés respectivement le 03 ; 05 et 06 Août 2008. Le maïs a été semé à la main sur des lignes avec un espacement de 0,8m et de 0,4m entre les poquets. Ce qui donne une densité de semis de 77 poquets par parcelle élémentaire soit une densité de 31250 poquets à l'hectare. Le démariage a été fait à deux pieds de maïs par poquet.

- **Entretien**

La fumure minérale préalablement définie est appliquée dans une raie le long de la ligne et enfouie le même jour. Un premier sarclage est effectué au 10^e jour avant l'application de la première fraction de l'urée et des autres engrais minéraux au 14^e et 15^e Jour après semis (JAS). La deuxième fraction de l'urée est appliquée au 45^e JAS suivi d'un deuxième sarclage.

2.2.2.3 Paramètres mesurés

- **Rendements**

A la récolte, les épis sont déspathés sur pieds et le nombre de pieds, le nombre de pieds récoltés, le nombre d'épis ont été comptés pour chaque parcelle élémentaire. La récolte a été réalisée sur une superficie de 10,88m² à l'intérieur de chaque parcelle élémentaire en tenant compte des effets de bordure. Le rendement des grains et le rendement de la paille sèche ont été évalués par pesée.

2.2.2.4 Analyse des données

Les données recueillies ont été saisies avec le logiciel excel 2003. L'ANOVA des données a été réalisé avec le logiciel XLSTAT-Pro version 7.1. La séparation des moyennes a été réalisée grâce au test de Fisher lorsque le test d'analyse de variance était significatif au seuil de 5% au moins.

2.3. Résultats - discussion

2.3.1 Résultats

2.3.1.1 Effets des précédents jachère et bananier sur les rendements en grains et de pailles du maïs

Les résultats sont présentés dans le tableau V. L'analyse montre qu'il y a une différence significative entre les précédents culturaux. Pour les deux types de sol, le précédent bananier présente les meilleurs rendements grains et paille par rapport à ceux obtenus avec les parcelles ayant pour précédent la jachère herbeuse.

- Les rendements grains et paille obtenus avec le précédent bananier sur le sol ferrugineux gravillonnaire (soit respectivement de 2135,4 et 4737,7 kg/ha) sont comparables à ceux obtenus sur le sol ferrugineux à caractère vertique (respectivement de 2202,8 et 6696,1 kg/ha).

- Le meilleur rendement grains pour la jachère est obtenu sur le sol ferrugineux gravillonnaire (1210,17 kg/ha) et le faible rendement est obtenu sur le sol ferrugineux à caractère vertique (675,25 kg/ha). Par contre les rendements paille obtenus sur les deux types de sol sont comparables. Mais, le meilleur rendement paille est obtenu sur le sol ferrugineux à caractère vertique (4485,29 kg/ha).

Tableau V : Rendements grains et paille en fonction des précédents culturaux sur les types de sol

Précédents culturaux	Rendements grains kg/ha		Rendement paille kg/ha	
	SFG	SFV	SFG	SFV
Bananier	2135,41a	2202,82a	4737,75a	6696,08a
Jachère	1210,17b	675,25c	3843,75c	4485,29bc
Probabilité	< 0,0001		< 0,0001	
Signification	THS		THS	

Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par la méthode de Fisher.

THS = Très Hautement Significatif (P<0,001).

2.3.1.2 Effets de la fumure minérale sur les rendements grains, paille et poids de 1000 grains

Les analyses statistiques présentées par le tableau VI montrent qu'il y a une différence significative entre les traitements.

- Pour le rendement grains, les résultats montrent sur les deux types de sol que le traitement NPK a les rendements les plus élevés (2075,6 et 2389,7kg/ha). Ce traitement n'est pas significativement différent de celui des autres traitements ayant reçus des apports d'azote (NP et NK) sur le sol ferrugineux à caractère vertique ; mais ils sont significativement différents sur le sol ferrugineux

gravillonnaire. Les faibles rendements sont obtenus avec le témoin (743 et 988,1 kg/ha) et le traitement PK (730,7 et 1424,6 kg/ha).

- Le meilleur rendement paille est obtenu avec le traitement NPK (5151,6 et 6711,1 kg/ha), suivis des traitements NP et NK. Les faibles rendements sont obtenus avec les traitements PK (3567,7 et 4584,8 kg/ha) et témoin sans fumure.

- En ce qui concerne le poids de 1000 grains, on observe sur les deux types de sol une différence significative entre les traitements. Les meilleurs poids de 1000 grains sont obtenus avec les traitements NPK, NP et PK qui sont significativement différents avec des valeurs variant entre 168,6 et 183,6 g sur le sol ferrugineux à caractère vertique et 182,1 et 199,1 g pour le sol ferrugineux gravillonnaire. Les plus faibles poids ont été enregistrés par le témoin T0 (soit 174,2 et 148,5 g) et le traitement NK (soit 181,1 et 158,9 g).

Tableau VI : Rendements du maïs en fonction de la fumure minérale



Traitements	Rendement grains (kg/ha)		Rendement paille (kg/ha)		Poids de 1000 grains	
	SFG	SFV	SFG	SFV	SFG	SFV
NPK	2389,7a	2075,6a	5151,6a	6711,1a	199,1a	183,6a
NP	1715,7b	2014,4a	5013,8a	6286,7ab	182,1bc	172,1ab
NK	1845,9b	1631,4a	4394,9b	5592,8bc	181,1bc	158,9cd
PK	1424,6c	730,7b	3567,7c	4584,8c	186,5b	168,6bc
To	988,5d	742,9b	3325,6c	4777,8cd	174,2c	148,5d
Probabilité	< 0,0001	0,0018	< 0,0001	0,00014	< 0,0001	< 0,0001
Signification	THS	HS	THS	HS	THS	THS

Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par la méthode de fisher.

HS = Hautement significatif ($p < 0,01$) ; THS = Très Hautement Significatif ($p < 0,001$)

2.3.1.3 Effets de la fumure minérale en fonction des précédents jachère et bananier

Les tableaux VII et VIII montrent les rendements grains et paille selon les deux types de sols. Le test de Fisher montre pour le rendement grain que sur les parcelles laissées en jachère, les meilleurs rendements sont obtenus avec les traitements NPK, NP et NK, respectivement 1148,9 ; 811,9 et 597,4. Et aussi sur les précédents bananiers, les meilleurs rendements sont obtenus sur les parcelles fertilisées en NP, NPK et NK, respectivement 3216,9, 3002,4 et 2665,4 kg/ha suivis de PK (934,4 kg/ha) et du témoin (1194,8 kg/ha). La même tendance est observée avec le rendement paille.

Tableau VII : Rendements grains et paille sur le sol ferrugineux gravillonnaire

Traitements	Rendement grains (kg/ha)		Rendement paille (kg/ha)	
	Bananier	Jachère	Bananier	Jachère
NPK	3002,4a	1148,9a	7579,6ab	5842,5a
NP	3216,9a	811,9ab	7803,3a	4770,2b
NK	2665,4a	597,4bc	7019ab	4166,6bc
PK	934,4b	526,9bc	5156,2c	4013,5bc
To	1194,8b	291,1c	5922,2bc	3633,6c
Probabilité	0,004	0,003	0,010	< 0,0001
Signification	HS	HS	S	THS

Tableau VIII : Rendements grains et paille sur le sol ferrugineux à caractère vertique

Traitements	Rendement grains (kg/ha)		Rendement paille (kg/ha)	
	Bananier	Jachère	Bananier	Jachère
NPK	2864,6a	1914,8a	5643,4a	4659,9a
NP	2297,8b	1133,6b	5447,3a	4580,2a
NK	2343,7b	1348b	4807ab	3982,8b
PK	1776,9c	1072,3bc	4013,5bc	3121,9c
To	1394d	582,1c	3777,5c	2873,7c
Probabilité	< 0,0001	0,000	0,001	< 0,0001
Signification	THS	HS	HS	THS

Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par la méthode de Fisher.

S = Significatif ($p < 0,05$) ; HS = Hautement Significatif ($p < 0,01$) ; THS=Très Hautement Significatif ($P < 0,001$) ;

2.3.2 Discussion

Concernant l'effet précédent cultural, l'analyse statistique a montré un effet résiduel très remarquable de la culture du bananier sur le rendement grain et paille du maïs par rapport à la jachère. Les résultats confirment les travaux de GODEFROY (1974) qui a montré l'effet positif de la culture du bananier sur le sol. Cet effet pourrait s'expliquer d'une part à la stabilisation de la teneur en matière organique grâce aux apports des engrais calciques et d'autre part, par les reliquats des fortes fumures apportées lors la culture du bananier. Les faibles rendements grains et paille obtenus avec la jachère montrent que la jachère de courte durée ne permet pas d'améliorer la fertilité des sols. Ces résultats confirment les travaux de certains auteurs comme PIERI (1989) qui démontrent que la jachère de courte durée n'a pas d'effets mesurables sur la régénération de la fertilité des terres.

Cependant, malgré l'amélioration des rendements liée à l'arrière effet de la culture du bananier, l'azote constitue l'élément nutritif le plus limitant pour le maïs. En

effet, les résultats obtenus montrent que les meilleurs rendements grains et paille ont été obtenus avec les traitements comportant de l'azote. Par contre, en l'absence d'azote comme le traitement apportant seulement P et K, les rendements sont faibles et comparables à ceux du témoin sans fumure. Ces résultats sont en accord avec ceux de GROS (1974) ; ROUANET (1984) ; PIERI (1989) ; FALISSE *et al.* (1994) et RABAT (2003). Selon ces auteurs l'azote est le facteur principal de la croissance des plantes et du rendement des cultures. Les faibles rendements obtenus avec le traitement PK indiquent que l'efficacité de l'utilisation de ces éléments baisse sans l'apport d'azote (RABAT, 2003). En raison des effets positifs des apports d'azote sur les rendements, cet élément peut être considéré comme étant le pivot de la fertilisation des cultures et de ce fait constitue le facteur limitant le rendement du maïs dans les sols.

Malgré, les différences observées entre les traitements, on constate que les rendements obtenus sont en dessous du potentiel de production de la variété (2,5 à 3 t/ha). Cela s'explique par le fait que les essais ont été implantés un peu tardivement notamment en début août et que les pluies ont été insuffisantes et irrégulières à partir de la troisième décennie de septembre. Cette période a coïncidé avec la période de floraison du maïs. Cela a sans doute gêné l'utilisation du second apport d'urée par la culture et donc la formation des fleurs car selon SOLTNER (1978), une sécheresse au moment de la floraison diminue le rendement de 58%.

Chapitre 3 : Etude des effets des modes de gestion des résidus de bananier et de la fumure minérale sur les rendements du maïs et analyse économique des formules de fumure

Chapitre 3 : Etude des effets des modes de gestion des résidus de bananier et de la fumure minérale sur les rendements du maïs et analyse économique des formules de fumure

3.1 Matériel et méthodes

3.1.1 Matériel utilisé

3.1.1.1 Matériel végétal

La variété de maïs SR22 a été utilisée pour la réalisation des cultures. C'est une variété de couleur blanche ayant un rendement potentiel de 5 à 6 t/ha. Elle est résistante à la verse, à la striure et a un cycle de 91-110 jours.

3.1.1.2 Intrants utilisés

- **Engrais utilisés**

Les engrais utilisés sont respectivement le NPK (15-15-15-6B-1S), l'urée à 46% de N et le TSP à 46% de P₂O₅.

- **Matière organique**

Les résidus de bananier utilisés sont les feuilles et les stipes de la campagne précédente.

3.1.1.3 Caractéristiques du sol et de la parcelle utilisés

L'étude a été réalisée dans le département de Bama dans le même contexte climatique que celui décrit dans le chapitre 2. Elle a concerné le sol ferrugineux tropical lessivé sur cuirasse de texture argilo-limoneuse à caractère vertique dont la description a été donnée dans le chapitre précédent. La parcelle utilisée avait porté la culture de bananier durant trois années après deux années de cultures maraîchères.

3.1.2 Méthodes utilisées

3.1.2.1 Le dispositif expérimental

L'essai a été implanté selon le dispositif en split-plot avec pour facteur principal les modes de gestion des résidus de bananier à quatre niveaux : 1) ramassage, 2) brûlage, 3) enfouissement 4) paillage (annexe 2). Les quantités de résidus restant

sur la parcelle après la culture du bananier ont été estimées à environ 37,5 t/ha. Mais pour l'enfouissement, seulement la moitié environ 18,75 t/ha ont été utilisées pour faciliter l'opération. Les quatre modes de gestion correspondent à quatre blocs. Chaque bloc a été subdivisé en trois sous blocs correspondants à des répétitions. Chaque sous bloc a été subdivisé en quatre parcelles élémentaires de 20 m² (5mx4m).

Le second facteur est constitué de quatre formules de fumure minérale ou traitements qui sont :

- T0 : témoin (sans engrais) ;
- N : apport d'urée ;
- NP : apport d'urée et de TSP ;
- NPK : apport de NPK et d'urée

Ces traitements ont été installés sur les parcelles élémentaires séparées par des allées de 1,5 m. Soit au total 48 parcelles élémentaires.

Les doses de N, P et K qui ont été appliquées sur les parcelles élémentaires ont été calculés sur la base des doses recommandées pour la fertilisation du maïs en système intensif soit 200 kg/ha de NPK et 100 kg/ha. Les doses de N, de P et de K apportés par traitement sont présentées dans le tableau IX.

Tableau IX : Unités fertilisantes apportées par les engrais minéraux

Traitements	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
To	0	0	0
N	76	0	0
NP	76	30	0
NPK	76	30	30

Les quantités d'engrais correspondantes apportées par parcelle élémentaire de 20 m² sont respectivement de :

- 400 g pour le NPK au 15 JAS + 200 g d'urée entre 45-50 JAS
- 660,8 g pour l'urée en deux fractions soit 330,4 g 15 à 20 JAS et 330,4 g 45 à 50 JAS
- 133,3 g pour le TSP + 330,4 g d'urée au 15 JAS et 330,4 g d'urée 45 à 50 JAS

3.1.2.2 Conduite de l'essai

- **Préparation du sol**

Elle a consisté à un labour suivi d'un hersage afin de casser les grosses mottes avant la mise en place des essais. Les résidus de bananier ont été pesés, ensuite apportés sur les parcelles élémentaires avant le labour selon le mode de gestion. Le ramassage et le brûlis ont été effectués 2 jours avant labour.

- **Semis**

Les semis ont été réalisés respectivement le 15 juillet 2008. Les semis ont été faits sur des lignes séparées de 80 cm et de 40 cm entre les poquets. Soit une densité de 77 poquets par parcelle élémentaire soit une densité de 31250 poquets à l'hectare. Deux pieds de maïs sont laissés par poquet lors du démariage.

- **Entretien**

La fumure minérale préalablement définie est appliquée dans une raie le long de la ligne et enfouie le même jour. Un premier sarclage est effectué au 10^e jour avant l'application de la première fraction de l'urée. Les apports d'azote ont été fractionnés de la façon suivante : 30 kg/ha 15 JAS sous forme d'urée pour les traitements N et NP et, de NPK pour le traitement NPK. La deuxième fraction de l'urée soit 46 kg/ha est appliquée au 55 JAS. L'apport du TSP a été fait 15 JAS pour le traitement NP.

Les sarclages ont été faits de façon manuelle à l'aide d'une daba.

3.1.2.3 Paramètres mesurés

- **Rendements**

A la récolte, les épis sont déspathés sur pieds et le nombre de pieds, le nombre de pieds récoltés, le nombre d'épis ont été comptés pour chaque parcelle élémentaire. La récolte a été réalisée sur une superficie de 10,88m² à l'intérieur de chaque parcelle élémentaire en tenant compte des effets de bordure. Le rendement des grains et le rendement de la paille sèche ont été évalués par pesée.

3.1.2.4 Analyse économique des formules de fumure

Afin de déterminer la rentabilité économique et la faisabilité des traitements de fumure minérale, une analyse économique permettant de contribuer à la formulation des recommandations d'engrais que le paysan peut adopter a été faite. Cette analyse économique a été faite en deux phases.

En première phase, le ratio valeur sur coût (RVC) a été calculé afin d'évaluer la rentabilité des traitements. Ce ratio est le rapport du produit brut additionnel dû à l'utilisation de l'engrais et du coût de la fertilisation.

$$\text{RVC} = \frac{(\text{Rendement parcelle fertilisée} - \text{Rendement parcelle non fertilisée}) \times \text{Prix du produit}}{\text{Coût total des engrais}}$$

Si $\text{RVC} > 2$, le traitement est rentable.

La deuxième phase consiste à la détermination des meilleurs traitements qui peuvent être adoptés par les paysans qui a été réalisée suivant la méthode de PERRIN et *al.*, (1979). Cette méthode comporte les étapes suivantes :

- le calcul du bénéfice net et des charges variables

Le bénéfice net est le produit brut diminué des charges variables (monétaires et non monétaires). Dans notre cas les charges variables sont les charges variables monétaires (coûts des engrais).

- la détermination des traitements supérieurs dont la rentabilité justifie l'adoption par le paysan.

Cette détermination des traitements dominants a été faite par la comparaison des bénéfices nets et des charges variables monétaires. Les traitements supérieurs sont appelés traitements « non dominés ». Un traitement est dit dominé quand il existe au moins une option parmi les autres traitements offrant un bénéfice net supérieur pour des charges variables inférieures ou égales. Un traitement est donc « non dominé » quand il n'existe pas d'autre option parmi les autres traitements offrant un bénéfice net supérieur pour des charges variables inférieures ou égales.

- le calcul du taux marginal de rentabilité (TMR) de tous les traitements dominants.

Le taux marginal de rentabilité est calculé pour les traitements jugés dominants (supérieurs). Il s'obtient par le rapport entre le bénéfice net marginal et les charges variables marginales exprimé en pourcentage.

$$\text{TMR (\%)} = \frac{\text{Bénéfice net traitement fertilisé} - \text{Bénéfice net traitement témoin}}{\text{Coûts Engrais traitement fertilisé} - \text{Coûts Engrais traitement témoin}} \times 100$$

Si TMR > 100 %, le traitement peut être adopté

- la détermination, parmi les traitements jugés suffisamment rentables, de celui qui paraît le plus intéressant compte tenu des moyens dont dispose le paysan.

Ces traitements sont déterminés en comparant les bénéfices nets de tous les traitements jugés suffisamment rentables ; le traitement ayant un bénéfice net élevé est donc retenu.

3.1.2.4 Analyse des données

Les données recueillies ont été saisies avec le logiciel excel 2003. L'ANOVA des données a été réalisé avec le logiciel XLSTAT-Pro version 7.1. La séparation des moyennes a été réalisée grâce au test de Fisher lorsque le test d'analyse de variance était significatif au seuil de 5% au moins.

3.2. Résultats- Discussion

3.2.1 Résultats

3.2.1.1 Effets des différentes modes de gestion des résidus de bananier sur le rendement du maïs

Les rendements moyens en grains et en pailles obtenus par les quatre modes de gestion de résidus de bananier sont consignés dans le tableau X. L'analyse statistique montre que les meilleurs rendements grains et paille sont obtenus avec le paillage des résidus (soit respectivement 4 388,8 kg/ha et 9 622,4 kg/ha) qui ne

sont pas significativement différent de l'enfouissement. Le paillage et l'enfouissement permettent de doubler la production par rapport au ramassage. Les rendements grains et paille obtenus avec le brûlis (soit respectivement 3121,2 kg/ha et 6 296,7 kg/ha) sont faibles et ne sont pas significativement différents de ceux obtenus avec le ramassage des résidus de bananiers.

Tableau X : Rendements grains et paille suivant les modes de gestion

Modes de gestion	Rendement grains (kg/ha)	Rendement paille (kg/ha)
Paillage	4 388,8a	9 622,4a
Enfouissement	3 963,7a	9 412,5a
Brûlis	3 121,2b	6 296,7b
Ramassage	2 642,4b	5 270,3c
Probabilité	< 0,0001	< 0,0001
Signification	THS	THS

Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par la méthode de Fisher.

THS : Très Hautement Significatif

3.2.1.2 Effets combinés des modes de gestion des résidus de bananier et de la fumure minérale sur les rendements du maïs

Les tableaux XI, XII et XIII présentent les résultats des rendements grains, paille et le poids de 1000 grains obtenus avec la combinaison des modes de gestion et la fumure minérale. L'examen de ces tableaux montrent que :

- sur les parcelles où les résidus de bananier ont été ramassés, les meilleurs rendements grains, paille et les meilleurs poids de 1000 grains sont obtenus avec les traitements NPK et NP respectivement suivi du traitement N et du témoin ;
- sur celles où les résidus de bananier ont été brûlés, enfouis ou paillés, les meilleurs rendements grains et paille ont été obtenus avec la combinaison des résidus de bananier et l'apport de la fumure minérale. Les rendements les plus élevés sont obtenus avec la combinaison du paillage et de la fumure complète NPK (4917,3 kg/ha). Les traitements NPK, NP et N enregistrent des rendements

comparables. Les faibles rendements sont obtenus avec l'apport exclusif de résidus de bananier. Pour le poids de 1000 grains (tableau XIII), les poids les plus élevés sont obtenus avec la combinaison de la fumure minérale et de l'apport de résidus de bananier. Les faibles poids de 1000 grains sont obtenus avec les traitements témoins.

Tableau XI : Rendements grains (kg/ha)

Traitements	Modes de gestion des résidus de bananier			
	Ramassé	Brûlis	Enfouis	Paillis
Témoin	919,1c	2 037,4b	2 588,8b	3 216,9b
N	2 619,5b	3 630,5a	3 982,8a	4 610,9a
NP	3 324,1a	3 431,3a	4 534,3a	4 810,1a
NPK	3 707,1a	3 385,4a	4 748,7a	4 917,3a
Probabilité	< 0,0001	0,005	0,003	0,005
Signification	THS	HS	HS	HS

Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par la méthode de fisher.

THS : Très Hautement Significatif ; HS : Hautement Significatif

Tableau XII : Rendements paille (kg/ha)

Traitements	Modes de gestion des résidus de bananier			
	Ramassé	Brûlis	Enfouis	Paillis
Témoin	3 814,3c	5 162,3b	8 376,2	8 195,4b
N	4 708,9bc	6 547,2a	8 817,4	10 064,3a
NP	5 683,2ab	6 819,8a	9 926,4	10 012,2a
NPK	6 875a	6 657,5a	10 530	10 217,5a
Probabilité	< 0,001	0,025	0,077	0,023
Signification	HS	HS	NS	S

Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par la méthode de fisher.

HS : Hautement Significatif ; S : Significatif ; NS : Non significatif

Tableau XIII : Poids de 1000 grains

Traitements	Modes de gestion des résidus de bananier			
	Ramassé	Brûlis	Enfouis	Paillis
Témoin	210,5b	224,4b	257,8b	277,8b
N	241,4ab	246,4ab	284,2a	295,9a
NP	243,5a	250,8ab	277,8ab	292,2a
NPK	242,7a	262,6a	277,6ab	292,6a
Probabilité	0,04	0,025	0,045	0,01
Signification	S	S	S	S

Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par la méthode de fisher.

S : Significatif

3.2.1.3 Rentabilité économique des formules de fumure minérale en fonction des modes de gestion des résidus de bananier

3.2.1.3.1 Ratios valeur sur coût

Les calculs économiques ont été effectués en tenant compte des types d'engrais utilisés et les quantités d'engrais appliquées sur les parcelles à savoir 200 kg/ha de NPK, 100 kg/ha d'urée et 30 kg/ha de Triple Super Phosphate (TSP). Les engrais utilisés sont le NPK (15-15-15), l'urée et le Triple super phosphate aux prix respectifs de 485F, 470F, 340F le kilogramme. Le prix du kilogramme de maïs a été fixé à 160 FCFA.

Les résultats des ratios valeur sur coût sont consignés dans le tableau XIV. L'analyse de ce tableau montre que les ratios valeur sur coût de tous les traitements fertilisés combinés aux quatre modes de gestion des résidus de bananier sont supérieurs à 2. Le ratio le plus élevé pour le brûlis, le paillage et l'enfouissement des résidus de bananier a été obtenu avec le traitement N. Pour le ramassage des résidus de bananier, le ratio valeur sur coût le plus élevé est obtenu avec le traitement NP.

Tableau XIV : Ratios valeur sur coût des traitements

Modes de gestion des résidus de bananier		Produit brut additionnel dû à la fertilisation (FCFA)	Coût total de la fertilisation (FCFA)	RVC
Brûlis	N	433 920	77 550	5,59
	NP	401 920	99 650	4,03
	NPK	394 560	144 000	2,74
	T0	0	0	
Ramassé	N	272 000	77 550	3,5
	NP	384 800	99 650	3,86
	NPK	446 080	144 000	3,09
	T0	0	0	
Paillis	N	590 720	77 550	7,61
	NP	622 720	99 650	6,24
	NPK	639 680	144 000	4,44
	T0	0	0	
Enfouis	N	490 240	77 550	6,32
	NP	578 400	99 650	5,8
	NPK	612 800	144 000	4,25
	T0	0	0	

3.2.1.3.2 Analyse économique suivant la méthode de PERRIN *et al.*, 1979

3.2.1.3.2.1 Dominance entre les traitements

L'analyse comparée des bénéfices nets et des charges variables dues aux engrais a permis d'identifier les traitements dominants pour chaque mode de gestion des résidus de bananier. Ainsi, il ressort sur le tableau XV que :

- pour les parcelles où les résidus de bananier ont été brûlés, le traitement N est dominant sur le traitement NPK et le traitement NP ;
- pour les parcelles où les résidus de bananier ont été ramassés, les traitements N, NP et NPK sont tous dominants ;
- pour les parcelles où les résidus de bananier ont été paillés ou enfouis, les traitements N et NP dominent le traitement NPK.

Tableau XV : Dominance entre les traitements

Modes de gestion des résidus de bananier		Bénéfices nets (FCFA)	Charges variables monétaires (FCFA)	Dominance entre les traitements
Brûlis	N	503 410	77 550	dominant
	NP	449 310	99 650	dominé
	NPK	397 600	144 000	dominé
	T0	147 040	0	
Ramassé	N	341 490	77 550	dominant
	NP	432 190	99 650	dominant
	NPK	449 120	144 000	dominant
	T0	147 040	0	
Paillis	N	660 210	77 550	dominant
	NP	670 110	99 650	dominant
	NPK	642 720	144 000	dominé
	T0	147 040	0	
Enfouis	N	559 730	77 550	dominant
	NP	625 790	99 650	dominant
	NPK	615 840	144 000	dominé
	T0	147 040	0	

3.2.1.3.2.2 Taux marginaux de rentabilité (TMR)

Les taux marginaux de rentabilité (TMR) ont été faits pour les traitements dominants (tableau XVI). Les résultats de l'analyse relative au taux marginal de rentabilité montrent qu'avec un taux cible de 100% de meilleurs traitements sont obtenus. Ainsi, on observe que tous les traitements dominants ont des TMR supérieurs à 100%. Les taux marginaux de rentabilité les plus élevés sont observés avec le traitement N pour chaque mode de gestion.

Tableau XVI: Taux marginaux de rentabilité

Modes de gestion		Bénéfices nets (FCFA)	Charges variables monétaires (FCFA)	TMR (%)
Brûlis	N	503 410	77 550	459,5
	T0	147 040	0	
Ramassé	N	341 490	77 550	250,7
	NP	432 190	99 650	286,2
	NPK	449 120	144 000	209,8
	T0	147 040	0	
Paillis	N	660 210	77 550	661,7
	NP	670 110	99 650	524,9
	T0	147 040	0	
Enfouis	N	559 730	77 550	532,2
	NP	625 790	99 650	480,4
	T0	147 040	0	

MENTION ASSEZ-BIEN

3.2.2 Discussion

Les résultats montrent que la gestion des résidus de bananier non transformés par paillage ou par enfouissement a eu des effets significatifs sur les rendements grains et paille du maïs par rapport au brûlis et au ramassage. Ces résultats obtenus sont conformes à ceux de GODEFROY (1974) ; BATIEBO (2005) qui expliquent cet effet positif par l'amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol. Par contre le brûlis n'a pas eu d'effet significatif sur les rendements, mais on a observé une amélioration des rendements par rapport au ramassage des résidus de bananier. Ces résultats sont en accord avec ceux de KANTE (2001) qui soutient que le brûlis entraîne une perte des éléments minéraux comme l'azote, le phosphore et le potassium.

Sur les parcelles où les résidus de bananier ont été ramassés, l'apport de la fumure minérale surtout la fumure complète NPK (200 kg/ha de NPK + 100 Kg/ha d'urée permet d'augmenter les rendements grains et paille par rapport au témoin. Selon FALISSE et LAMBERT (1994), cette augmentation serait due aux éléments

nutritifs (N, P et K) apportés par la fumure minérale qui satisfait partiellement les exigences des cultures. L'apport de 165 kg/ha d'urée + 65 kg/ha de TSP a permis d'obtenir des rendements très compétitifs à ceux de la fumure complète. Par contre l'apport de 165 kg d'urée se traduit par un faible rendement. Ce résultat s'explique par le fait que les besoins du maïs en P et K n'ont pas été satisfaits.

Sur les parcelles où les résidus de bananier ont été brûlés, enfouis ou paillis, les rendements obtenus avec les trois formules de fumure à savoir 200 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d'urée, 165 kg/ha d'urée + 65 Kg/ha de TSP et 165 kg/ha d'urée, indiquent que chacune d'elle induit une augmentation des rendements grains, paille et poids de 1000 grains. Ces trois formules de fumure présentent des rendements qui sont comparables. L'application des trois formules de formule combinées aux résidus de bananier a eu un effet positif sur la production du maïs. Ces résultats s'expliquent par le fait que les besoins du maïs en éléments nutritifs N, P et K ont été satisfaits.

Cette observation est conforme aux résultats de GODEFROY (1974) qui soutient que la combinaison de la fumure minérale comportant l'azote avec les résidus de bananier permet d'obtenir des rendements plus élevés que celle exclusive de fumure minérale ou de résidus de bananier. Cela s'explique par le fait que l'apport de l'azote a accéléré la minéralisation des résidus de bananier et par conséquent la libération des éléments nutritifs pour le maïs. RABAT (2003) explique que la fumure minérale apporte aux plantes une partie des éléments minéraux dont elles ont besoin et la fumure organique contribue à compléter la fourniture de ces éléments en les libérant progressivement.

L'analyse économique basée sur le ratio valeur sur coût montre que les RVC de tous les traitements sont supérieurs à 2, ce qui indique qu'ils sont économiquement rentables. Cela signifie que les bénéfices nets obtenus grâce à ces traitements permettent de couvrir les coûts de la fertilisation.

La méthode de PERRIN *et al.* (1979) utilisée pour la détermination des traitements jugés suffisamment rentables qui peuvent être adoptés par les paysans a permis d'identifier les traitements dominants que sont :

- le traitement N est dominant sur le traitement NPK et le traitement NP pour le brûlis car il a un bénéfice net plus élevé pour une charge variable monétaire moins élevée ;
- les traitements N, NP et NPK pour le ramassage sont dominants ;
- les traitements N et NP dominent le traitement NPK pour le paillage et l'enfouissement des résidus de bananier à cause de leurs bénéfices nets plus élevés et des coûts variables plus bas.

Les TMR de tous les traitements dominants sont supérieurs à 100%. Cela signifie que tous les traitements dominants s'avèrent être satisfaisants. Ainsi, les doses d'engrais qui ont été combinés pour l'obtention de ces traitements dominants peuvent être adoptés. Parmi les traitements jugés satisfaisants, le traitement ayant le bénéfice net le plus élevé est recommandé. Ainsi sur la base du bénéfice net, l'essai a permis d'aboutir au choix du traitement N soit 165 kg/ha d'urée pour le brûlis ; du traitement NPK à savoir 200 kg/ha de NPK plus 100 kg/ha d'urée pour le ramassage ; du traitement NP soit 165 kg/ha d'urée plus 65 kg/ha pour le paillage et l'enfouissement. L'analyse économique des résultats de l'expérimentation agronomique des essais sur les modes de gestion des résidus de bananier a permis de mettre en évidence que les traitements aux rendements physiques les plus élevés ne sont pas nécessairement les plus rentables.

Conclusion

L'étude menée dans le département de Bama s'inscrit dans le cadre du diagnostic de la fertilité des sols soumis à la culture du maïs. Elle avait pour objectifs d'une part d'identifier les éléments majeurs les plus limitatifs des rendements du maïs après une culture de bananier et d'autre part, d'évaluer les effets de formules de fumure minérale en fonction de différents modes de gestion des résidus du bananier. A terme, les résultats devraient contribuer à la mise au point de formules de fumure adaptées à la culture du maïs.

La méthodologie a consisté en des essais soustractifs combinant des doses de N, K et P installés sur des précédents bananier et jachère afin d'identifier les éléments limitant le rendement du maïs dans ces agro-systèmes et en des essais factoriels combinant fumures minérales et les modes de gestion des résidus de bananier pour l'évaluation des formules de fumure minérale.

Les résultats des évaluations agronomiques obtenus en utilisant les différentes doses d'engrais pour les essais soustractifs ont montré que :

- l'arrière effet du bananier est bénéfique pour le maïs car le rendement de celui-ci est amélioré ;
- parmi les macro éléments (N, P et K) indispensables pour le maïs, l'azote est le plus limitant sur les deux types de sol et que l'efficacité du phosphore et du potassium est faible en absence d'azote.
- malgré l'amélioration des rendements liée à l'arrière effet de la culture du bananier, l'azote constitue l'élément le plus déficient pour le rendement du maïs.

Les essais sur la gestion des résidus de bananier ont montré que :

- l'application des résidus de bananier a eu un effet positif sur les rendements du maïs.
- les trois formules de fumure testées avec le brûlis, le ramassage, l'enfouissement ou le paillage des résidus de bananier permettent d'obtenir des plus hauts rendements.

De l'analyse économique des doses d'engrais apporter pour la réalisation de l'essai sur la gestion des résidus de bananier à savoir 200 kg/ha de NPK et 100 kg/ha d'urée, il apparaît que :

- pour le ramassage, la meilleure option est l'apport de 200 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d'urée ;
- pour le brûlis, la meilleure option est l'apport de 165 kg/ha d'urée ;
- pour l'enfouissement et le paillage, l'apport de 165 kg/ha d'urée + 65 kg/ha de TSP avère être la meilleure option.

Nos résultats montrent quelques formules de fumure minérale que les producteurs pourraient adoptées pour accroître la rentabilité du maïs cultivé sur un précédent bananier. Cependant ces résultats ayant été obtenus avec un nombre assez limité de situations culturales, il serait nécessaire de poursuivre l'étude pour prendre en compte la diversité des conditions en milieu paysan.

Références bibliographiques

- 📖 **ANONYME., 1980.** Maïs, In : Mémento de l'agronome. Collection « Techniques rurales en Afrique » 3^e édition. Pp 488-502.
- 📖 **ARISTE C. ; KAMBOULE J.C., 2002.** La culture de la banane au Burkina Faso : manuel du producteur première édition ; 55p.
- 📖 **BANDAOGO A. A., 2008.** Gestion de la fertilité des sols pour la culture du maïs pluvial et irrigué dans la province du Houet à l'ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études, diplôme d'ingénieur, option agronomie. Université de Bobo-Dioulasso/IDR. 45p.
- 📖 **BATIEBO E. L., 2005.** Influence de *Eucalyptus camaldulensis* utilisé comme brise vent sur les caractéristiques d'un sol ferrugineux et la croissance du bananier dans la province du Houet Burkina Faso. Mémoire de fin d'études, diplôme d'ingénieur, option agronomie. Université de Bobo-Dioulasso/IDR. 45p.
- 📖 **BERGER M. ; BELEM P. C. ; DAKUO D. Et HIEN V., 1987.** Le maintien de la fertilité de sols dans l'Ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture- élevage. Coton et fibres, 42 (3) ; p201-211.
- 📖 **BERGER M., 1996.** « L'utilisation de la fumure organique en Afrique soudano-sahélienne ». Agriculture et développement. Fiche technique N°40.
- 📖 **BUNASOLS, 1985.** Etat de connaissance de la fertilité des sols au Burkina Faso. Document technique N°1 ; 50p+ annexes.
- 📖 **CHABALIER P. F. ; VAN DE KERCHOVE V. Et SAINT MACARY H., 2006.** Guide de la fertilisation organique à la réunion. CIRAD, chambre d'agriculture de la Réunion, 302p.
- 📖 **CIA , 2008.** THE WORLD FACTBOOK. Consulté sur Internet sur le site web : <http://www.cia.gov/library/publication/the-world-factbook/goes/uv.html>. 24/06/09
- 📖 **DAKUO D., 1991.** Le maintien de la fertilité des sols dans les systèmes de culture conduits en motorisation intermédiaire : cas de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. 49p.
- 📖 **DGPSA/ MAHRH, 2007.** Statistiques agricoles. 1987-2007.

- 📖 **FALISSE A. et LAMBERT J., 1994.** Fertilisation minérale et organique, In : Agronomie moderne. Bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. TAYEB A., E-H. Persoons E., 1994, Hatier; pp377-398.
- 📖 **FAO, 2000a.** www.agbios.com. Consulté le 11-09-2008.
- 📖 **FAO, 1987.** Guide sur les engrais et la nutrition des plantes. Bulletin FAO, Engrais et nutrition végétale, 190p.
- 📖 **FAO, 1989.** Burkina Faso: Irrigation sector review desk study. FAO/World bank Cooperative Programme. Report No. 28/89 CP-BKF 22 SR. Rome.
- 📖 **GODEFROY J., 1974.** Evolution de la matière organique du sol sous culture du bananier et de l'ananas. Relations avec la structure et la capacité d'échange cationique. Thèse de Docteur-Ingénieur Université de NANCY. 166p.
- 📖 **GRET., 1990.** Manuel d'agronomie tropicale. Appliquée à l'agriculture haïtienne. 489p.
- 📖 **GROS A., 1974.** Engrais. Guide pratique de la fertilisation. 436p.
- 📖 **HEMA S. C., 2005.** Caractérisation et classification de lignées de maïs (*Zea mays* L.). Mémoire de fin d'études, diplôme d'ingénieur, option agronomie. Université de Bobo Dioulasso/IDR. 70p.
- 📖 **KANTE S., 2001.** Gestion de la fertilité des sols par classe d'exploitation au Mali SUD. Thèse ; Worgeningen University, 239p.
- 📖 **LOMPO F.; SEDOGO M. P. ; HEIN V. et KABORE D., 1993.** Expériences et perspectives de maintien de la productivité du sol dans l'agriculture au Burkina Faso; 42p.
- 📖 **PARE D., 1980.** Pathologie du maïs en Haute Volta : Cas particulier de l'Helminthosporiose. Mémoire d'ingénieur de développement rural, Université de Ouagadougou. 62p.
- 📖 **PERRIN; RICHARD K. ; D. L. WINKELMANN; E. R. MOSCARDI et J. R. ANDERSON, 1979.** Comment établir des conseils aux agriculteurs à partir des données expérimentales. CIMMYT, MEXICO. 52p.
- 📖 **PIERI C., 1989.** Fertilité des terres de savane. Bilan de trente ans de recherches et de développement au sud du sahara. Ministère de la coopération française et CIRAD/IRAT (Montpellier) ; 444p.

- 📖 **PODA E., 1979.** L'amélioration du maïs pour la production et la valeur nutritionnelle, Etude de la prolificité en épis et des facteurs de richesse en lysine du grain. Mémoire de fin d'études, DESTOM, INRA Montpellier, 106p.
- 📖 **RABAT. 2003.** Les engrais et leurs applications ; 4^e édition. 77p.
- 📖 **ROOSE E., 1994.** Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES) ; bulletin pédologique FAO 70, 420p.
- 📖 **ROUNET G., 1984.** Le maïs ; Maisonneuse et Larose. 142p.
- 📖 **SANOU J., 2003.** Production du maïs au Burkina Faso, effort de recherche pour le maïs riche en protéines. INERA Bobo Dioulasso. 5p.
- 📖 **SEDOGO M. P., 1993.** Evolution des sol ferrugineux lessivés sous culture : incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse d'Etat, FAST/Université nationale de Côte d'Ivoire. 345p.
- 📖 **SEDOGO M. P., 1981.** Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sols ferrugineux et sous climat tropical semi-aride. Matière organique du sol et nutrition azotée (des cultures). Thèse Docteur- Ingénieur, INPL Nancy : 195p.
- 📖 **SEDOGO M. P.; BADO B.; LOMPO F. et HIEN V., 2000.** Comment fertiliser les céréales à moindre coût : le Burkina Phosphate comme alternative. 4^e édition FRSIT. P1-19.
- 📖 **SOLTNER D., 1986.** Les bases de la production végétale. 14^e édition. Tome I : le sol. 464p.
- 📖 **SOLTNER D., 1994.** Les bases de la production végétale. 20^e édition Tome I : le sol. Saintes gemmes sur Loire. 467p.

MENTION ASSEZ-BIEN

Annexes

Annexe 1 : dispositif expérimental pour les essais soustractifs en fonction de chaque précédent cultural

5 traitements répétés 3 fois

Dimensions des parcelles 5m x 4m

Espacement entre les blocs 1.5m

Espacement entre les parcelles élémentaires 1m

Superficie totale : 432 m²

0N0P0K (Control)		0N30P42K		100N30P0K		100N0P42K		100N30P42K
---------------------	--	----------	--	-----------	--	-----------	--	------------

0N0P0K (Control)		0N30P42K		100N30P0K		100N0P42K		100N30P42K
---------------------	--	----------	--	-----------	--	-----------	--	------------

0N0P0K (Control)		0N30P42K		100N30P0K		100N0P42K		100N30P42K
---------------------	--	----------	--	-----------	--	-----------	--	------------

ANNEXE 2 : DISPOSITIF DE L'ESSAI GESTION DE RESIDUS DE BANANIER

PAILLAGE

R1	R2	R3
T1	T3	T4
T2	T4	T1
T3	T2	T2
T4	T1	T3

ENFOUSSIMENT

R1	R2	R3
T4	T1	T1
T3	T4	T3
T1	T2	T2
T2	T3	T4

RAMASSAGE

R1	R2	R3
T1	T3	T4
T3	T4	T3
T2	T1	T1
T4	T2	T2

BRULAGE

R1	R2	R3
T2	T2	T3
T1	T1	T4
T4	T3	T1
T3	T4	T2

T1 Témoin
 T2 Urée
 T3 Urée + TSP
 T4 NPK + Urée