

Burkina Faso
Unité-Progrès-Justice

**MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE, SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE (M.E.S.S.R.S.)**

**UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO
(U.P.B.)**

**INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL
(I.D.R.)**



MÉMOIRE DE FIN DE CYCLE
en vue de l'obtention du
DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL
Option : **AGRONOMIE**

**THEME : EVALUATION DE DIFFERENTES FORMULES DE FUMURE DU MAÏS
DANS LES SYSTEMES DE CULTURES DANS LE TERROIR DE GUENA,
PROVINCE DU KENEDOUGOU, EN ZONE COTONNIERE OUEST DU BURKINA
FASO**

Présenté par :
YIRA YACOUBA

Maître de stage : M. SANON G. Soungalo
Directeur de Mémoire : Dr BACYE Bernard

N° __ - 2008 / AGRO

JUIN 2008

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	i
DEDICACE.....	iii
REMERCIEMENTS.....	iv
RESUME.....	v
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
Chapitre 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
1.1. Généralités sur le maïs.....	4
1.1.1. La maïsiculture au Burkina Faso.....	4
1.1.2. Ecologie du maïs.....	4
1.1.2.1. Climat.....	4
1.1.2.2. Sol.....	4
1.1.3. Fertilisation du maïs.....	5
1.1.3.1. Exigences du maïs en azote.....	5
1.1.3.2. Exigences du maïs en phosphore.....	5
1.1.3.3. Exigence du maïs en Potassium.....	6
1.1.4. Gestion de la fertilité des terres du maïs.....	6
Chapitre 2 : PRESENTATION DU MILIEU ET METHODOLOGIE D'ETUDE.....	10
2.1. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE.....	10
2.1.1. Milieu physique.....	10
2.1.1.1. Localisation géographique.....	10
2.1.1.2. Climat.....	10
2.1.1.3. Végétation.....	11
2.1.1.4. Sols.....	12
2.1.2. Milieu humain.....	13
2.1.2.1. Population.....	13
2.1.2.2. Secteurs d'activités.....	13
2.2. METHODOLOGIE DE L'ETUDE.....	14
2.2.1. Caractérisation des systèmes de culture.....	14
2.2.1.1. Choix des exploitations.....	14
2.2.1.2. Enquête sur le passé cultural et suivi des champs.....	14
2.2.1.3. Typologie des systèmes de culture.....	14
2.2.2. Evaluation des différentes formules de fumure de maïs.....	15
2.2.2.1. Matériel.....	15
2.2.2.2. Méthodes.....	17
2.2.2.2.1. Essai soustractif.....	17
2.2.2.2.2. Essai option de fertilisation.....	19
2.2.2.2.3. Conduite des essais.....	20
2.2.3. Analyse des données.....	21
Chapitre 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	23
3.1. Caractéristiques des systèmes de culture du maïs.....	23
3.1.1. Résultats.....	23
3.1.1.1. Cultures pratiquées au sein des exploitations.....	23
3.1.1.2. Itinéraires techniques appliqués aux cultures.....	24

3.1.1.3. Successions culturales.....	27
3.1.1.4. Principaux systèmes de culture	29
3.1.1.5. Rendements.....	30
3.1.2. Discussion-conclusion	30
3.2. Effet des formules de fumure de l'essai soustractif.....	32
3.2.1. Résultats.....	32
3.2.1.1. Effet des formules sur les rendements du maïs	32
3.2.1.2. Effet des traitements sur les taux de recouvrement	36
3.2.2. Discussion	37
3.3. Effet des formules de fumure de l'essai option de fertilisation	40
3.3.1. Résultats.....	40
3.3.2. Discussion	44
CONCLUSION GENERALE	45
BIBLIOGRAPHIE	47
ANNEXE.....	51

DEDICACE

A mes parents :

YIRA Drissa et KALOU Bibata

pour leur soutien permanent

REMERCIEMENTS

Le présent travail est le couronnement de notre formation à l'IDR. Il a fait l'objet d'un partenariat entre l'IDR et l'IFDC. Pendant notre formation et précisément pendant ce travail, nous avons bénéficié du concours de nombreuses personnes à qui nous voulons témoigner notre gratitude.

Nous adressons nos remerciements :

- Au Dr Bernard BACYE enseignant-chercheur à l'IDR, notre Directeur de mémoire, pour tous ses conseils, l'effort et le temps consacrés pour ce travail. Il a été pour nous plus qu'un directeur de mémoire ;
- A M. Soungalo G. SANON agronome à l'IFDC, notre maître de stage, pour ses critiques enrichissantes. Il a consacré son temps pour ce travail malgré ses multiples occupations ;
- Au Dr Bidjokazo FOFANA Coordonnateur des Projets de Gestion des Ressources Naturelles de l'IFDC, pour ses conseils et encouragements ;
- A l'IFDC, pour son appui technique et financier ;
- A M. Bégué DAO enseignant à l'IDR, pour nous avoir initié à l'utilisation du logiciel STAT-ITCF ;
- A M. S. SAWADOGO, directeur provincial de l'agriculture du Kéné Dougou, pour tous ses conseils ;
- Aux techniciens de la DPA/Kéné Dougou, M. MILLOGO Patrice, M. KAM, Mme DABIRE, M. DIESSONGO, M. SANON Zakaria, M. OUATTARA Moussa, etc. pour leur dévouement au travail et l'esprit d'hospitalité qu'ils nous ont témoigné ;
- A tout le corps enseignant de l'IDR pour nous avoir assuré une formation de qualité ;
- A ZIO A Doris, pour son soutien inconditionnel ;
- A tous nos camarades de classe pour l'ambiance conviviale durant cette formation ;
- A tous nos parents et amis pour le soutien moral durant notre parcours scolaire ;
- Aux braves producteurs de Guéna pour avoir cru et participé à notre travail.

RESUME

Dans l'optique d'améliorer la productivité des terres du maïs, des formules de fumure ont été évaluées dans les systèmes de cultures dans le terroir de Guéna, province du Kéné Dougou, en zone cotonnière ouest du Burkina Faso. Les systèmes de culture au sein du terroir ont d'abord été caractérisés, puis un essai soustractif et un essai option de fertilisation ont été conduits.

Les résultats montrent que trois grands systèmes de culture sont pratiqués dans le terroir : la monoculture continue, la polyculture continue et les systèmes avec jachère. Le système de culture est assez caractéristique de la zone cotonnière, avec une dominance de la rotation coton/céréale. Les quantités d'engrais apportées aux cultures sont inférieures aux doses recommandées, exception faite de la culture cotonnière.

La hiérarchisation des éléments limitatifs à la production du maïs indique que l'azote est de loin l'élément limitatif à la production. Les besoins en phosphore et en potassium par contre sont satisfaits par la fourniture du sol.

L'évaluation des formules de fumure minérale indique que les deux formules : 100 kg NPK + 100 kg urée et 50 kg NPK + 150 kg urée sont toutes compétitives avec la formule minérale vulgarisée 150 kg NPK + 50 kg urée.

Par ailleurs, un apport de matière organique à la dose de 5t/ha et un précédent coton permettent une amélioration des rendements du maïs.

Pour améliorer la fertilité des sols du maïs, il convient donc de renforcer l'utilisation de la fumure minérale à base d'azote, et aussi exploiter l'effet bénéfique du précédent cotonnier.

Mots clés : Formules de fumure - Maïs - Systèmes de culturales - zone cotonnière – Burkina Faso

SIGLES ET ABREVIATIONS

BUNASOLS	: Bureau National des Sols
DGPSA	: Direction Générale des Prévisions et des Statistiques Agricoles
DPA	: Direction Provinciale de l'Agriculture
FAO	: Fond des Nations Unies pour l'Alimentation
ICRISAT	: International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics.
IDR	: Institut du Développement Rural
IFDC	: Centre International pour la Fertilisation des sols et le Développement de l'Agriculture
INERA	: Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
K	: Potassium
KCl	: Chlorure de Potassium
MAHRH	: Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques
M.O	: Matière Organique
N	: Azote
P	: Phosphore
PIB	: Produit Intérieur Brut
TSP	: Triple Super Phosphate

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Teneurs moyennes en N, P et K (g/kg) de la paille des céréales majeures en Afrique au sud du Sahara.....	7
Tableau II : Caractéristiques physico-chimiques des sols	16
Tableau III : Calendrier d'application des engrais dans les traitements.....	18
Tableau IV : Calendrier d'application des engrais	20
Tableau V : Spéculations rencontrées dans le village de Guéna.....	23
Tableau VI : Taux d'application (%) des opérations de préparation du sol	24
Tableau VII : Taux d'application de fumure par spéculation (%).....	25
Tableau VIII : Quantités d'engrais (NPK et urée) apportées par spéculation.....	26
Tableau IX : Application (%) des différentes techniques de désherbage	26
Tableau X : Taux d'application du buttage par spéculation.....	27
Tableau XI : Principales successions culturales des 5 dernières années	28
Tableau XII : Caractéristiques des principaux systèmes de culture	29
Tableau XIII : Rendements des principales cultures	30
Tableau XIV : Rendements paille et grains du maïs en fonction des traitements de fumure minérale des essais soustractifs	32
Tableau XV : Rendements paille et grains du maïs en fonction des traitements de fumure organique des essais soustractifs.....	33
Tableau XVI : Rendements paille et grains du maïs en fonction du précédent cultural des essais soustractifs	33
Tableau XVII : Taux de recouvrement du N, P et K en fonction de la fumure minérale	36
Tableau XVIII : Taux de recouvrement du N, P et K en fonction du précédent cultural	37
Tableau XIX : Rendements paille et grains du maïs en fonction des traitements de fumure minérale des essais option fertilisation	40
Tableau XX : Rendements paille et grains du maïs en fonction de la fumure organique des essais option fertilisation.....	41

Tableau XXI : Rendements paille et grains du maïs en fonction du précédent cultural des essais option fertilisation	41
---	----

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Variabilité inter-annuelle de la pluviométrie de Orodara (1998-2007).....	11
Figure 2 : Variabilité intra-annuelle de la pluviométrie de Orodara (2007).....	11
Figure 3 : Rendements paille du maïs en fonction de la fumure minérale et de la fumure organique des essais soustractifs.....	34
Figure 4 : Rendements grains du maïs en fonction de la fumure minérale et de la fumure organique des essais soustractifs.....	34
Figure 5 : Rendements paille du maïs en fonction de la fumure minérale et du précédent cultural des essais soustractifs	35
Figure 6 : Rendements grains du maïs en fonction de la fumure minérale et du précédent cultural des essais soustractifs	35
Figure 7 : Rendements paille du maïs en fonction de la fumure minérale et de la fumure organique des essais option fertilisation	42
Figure 8 : Rendements grains du maïs en fonction de la fumure minérale et de la fumure organique des essais option fertilisation	42
Figure 9 : Rendements paille du maïs en fonction de la fumure minérale et du précédent cultural des essais option fertilisation.....	43
Figure 10 : Rendements grains du maïs en fonction de la fumure minérale et du précédent cultural des essais option fertilisation.....	43

INTRODUCTION GENERALE

L'agriculture est la principale activité économique du Burkina Faso. C'est un secteur qui occupe 80% de la population active, représente plus du tiers du PIB et contribue pour près de 80% dans les exportations totales du pays (Hema, 2003). Une grande diversité de cultures est pratiquée et les céréales occupent une place de choix.

Le maïs est la troisième céréale la plus cultivée après le sorgho et le mil (INERA, 1994). 250 000 ha lui sont consacrés chaque année et la production annuelle est estimée à 300 000 tonnes (DGSPA/MAHRH). Bien que n'occupant que 11% des superficies céréalières du pays, le maïs possède un meilleur potentiel de rendement que le sorgho et le mil, et doit par conséquent être considéré en vue de combler le déficit céréalier auquel est souvent confronté le pays et promouvoir l'autosuffisance alimentaire (Sanou, 1996). En effet, des variétés à haut rendement atteignant 5-6 tonnes/ha ont été mises au point par la recherche.

Malgré un fort potentiel de rendement, la culture du maïs est caractérisée par une faible productivité, liée à des contraintes physiques et socio-économiques entravant la production. Une de ces contraintes majeures est sans conteste la dégradation des sols, qui a un impact direct sur la production.

Il faut en effet noter que la plupart des sols au Burkina Faso, dominés par les sols ferrugineux tropicaux ont une faible fertilité originelle (Sedogo, 1981 et 1993) : faible taux de matière organique, et en base échangeables, carence en azote et phosphore, faible complexe absorbant. De plus, cette fertilité baisse énormément avec la défriche et la mise en culture (Roose, 1981 et 1986 ; Piéri, 1989 ; Sedogo, 1993 ; Bacyé, 1993). Les causes de cette dégradation accélérée des sols sont : la nature même des sols qui ont pour la plupart la kaolinite comme type d'argile dominant ; les conditions climatiques caractérisées par des pluies agressives, des vents violents et des températures élevées ; les systèmes de culture qui épuisent le sols et/ou ne les protègent pas suffisamment, créant des conditions favorables à l'action des facteurs climatiques.

Face à cette contrainte majeure, surtout pour une culture qui a des gros besoins en éléments nutritifs comme le maïs, la fertilisation a été proposée par la recherche. De nombreuses études montrent en effet, l'importance de la fumure

organique associée à la fumure minérale dans la gestion de la fertilité des sols (Piéri, 1993 ; Delville, 1996). Ainsi, l'utilisation de la fumure minérale et de la fumure organique a été vulgarisée au près des producteurs dans l'optique d'améliorer la productivité des sols.

Toutefois on peut constater que pour des raisons diverses cette technologie est insuffisamment appliquée par les producteurs. Le taux d'adoption variant d'une région agricole à l'autre en fonction du niveau d'encadrement des producteurs qui est lui même lié à la pratique dans les exploitations de cultures de rentes, en particulier celle de la culture cotonnière (Bacyé et al, 2001).

C'est dans l'optique de contribuer au maintien voire à l'amélioration de la fertilité des sols du maïs que s'inscrit la présente étude intitulée «Evaluation de différentes formules de fumure du maïs dans les systèmes de cultures dans le terroir de Guéna, province du Kéné Dougou, en zone cotonnière ouest du Burkina Faso ». Il s'agit plus spécifiquement de :

- caractériser les systèmes de production pluviaux du maïs intégrant les pratiques de gestion de la fertilité des sols
- identifier les éléments nutritifs les plus limitatifs dans la production du maïs pluvial
- Tester des formules de fumure minérale pour le maïs pluvial

Le présent mémoire est organisé en trois chapitres. Le premier chapitre est une synthèse bibliographique, et traite des généralités sur le maïs, le second présente le cadre de l'étude et la méthodologie adoptée et le troisième expose les résultats obtenus.

CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. GENERALITES SUR LE MAÏS

1.1.1. La maïsiculture au Burkina Faso

Au Burkina Faso, le maïs occupe le troisième rang des céréales après le sorgho et le mil. Cette importance du maïs tient à la fois, aux multiples utilisations qui sont faites de la spéculature, ainsi qu'à la place qu'occupe la spéculature dans le système de production. En effet, dans la région agricole ouest du pays qui se trouve être la zone cotonnière, avec une superficie de près de 58 000 km², soit 20 % du territoire national (Mugidhawimana, 2000), le maïs et le coton dominent le système de culture et se succèdent sur les bonnes terres dans l'assolement. Le maïs, en succédant au coton bénéficie de l'arrière effet de la fertilisation de celui-ci et augmente ainsi ses rendements. Cet arrière effet est connu et exploité par les producteurs, si bien qu'on assiste ainsi à l'émergence d'un système de culture spécialisé coton-maïs (Lendres, 1992).

1.1.2. Ecologie du maïs

1.1.2.1. Climat

Le maïs est une plante de soleil. Il est très sensible aux températures élevées qui plafonnent son rendement. En effet, la fécondation est perturbée dès que la température dépasse 35° C. Cependant, un minimum de 10°C est requis pour sa germination. Quand le sol est mal humidifié, les hautes températures deviennent défavorables. La température a une influence non négligeable sur la durée du cycle végétatif (Rouanet, 1984)

La culture du maïs nécessite une pluviométrie supérieure à 700 mm ; ces quantités dépendent toutefois du climat et de la durée du cycle de culture (Poda, 1979). 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 (Hiema, 2005).

1.1.2.2. Sol

Le maïs est une plante très sensible aux variations de la fertilité du sol. Il affectionne particulièrement les sols riches en matière organique et en éléments minéraux. Le maïs a une réelle aptitude à utiliser les ressources du sol ce qui fait de lui une culture très sensible aux précédents culturels, mais aussi une culture

épuisante, laissant le sol fortement appauvri après une récolte importante (Gros, 1976). Il est également tolérant à l'acidité (sols de pH 5,5 à 7).

1.1.3. Fertilisation du maïs

1.1.3.1. Exigences du maïs en azote

Pour le maïs (*Zea mays*), un fort rendement est souvent lié à la fumure azotée, mais uniquement si le niveau des autres intrants et la conduite de la culture sont corrects. En effet, la meilleure réponse à la fertilisation azotée, n'est obtenue que si la couverture des besoins en eau permet une pleine croissance de la culture. Dans de bonnes conditions cette réponse peut dépasser 30kg de grains pour chaque kilo d'azote apporté (F.A.O., 1987).

Gros (1967) évalue les besoins en azote du maïs à 50kg/ha pour des variétés non améliorées et une pluviométrie incertaine. Ces besoins s'élèvent avec le potentiel de rendement jusqu'à 250 ou 300kg/ha si l'on peut s'attendre à des rendements de 12t/ha ou plus.

L'absorption de l'azote par le maïs est lente en début de croissance, mais s'accélère rapidement pour atteindre un maximum à l'apparition des fleurs mâles, l'absorption pouvant alors dépasser 4 kg/ha/jour (F.A.O., 1987). Il est donc préférable de planifier la fumure azotée selon ce rythme pour éviter les pertes par volatilisation ou par lessivage, et faire en sorte que l'azote soit présent en abondance au moment où les besoins de la culture sont forts.

La carence en azote se traduit sur le maïs par un port rabougri et un faible développement des plantes. On note une perte de couleurs (symptômes communs à toutes les carences) et un jaunissement des feuilles du sommet à la base (chlorose de l'apex). Les vieilles feuilles brunissent, et on observe une sénescence prématurée des feuilles les plus basses (confondu souvent avec un manque d'eau) alors que celles se trouvant en haut de la plante restent vertes. En cas de carence aiguë, la floraison est fortement réduite (F.A.O., 1987).

1.1.3.2. Exigences du maïs en phosphore

Le plein effet des engrais azotés et des autres intrants ne peut être obtenu sans la présence de phosphore en quantité convenable. Les doses à apporter varient, selon la teneur en phosphore du sol et le niveau de récolte escompté, dans une fourchette de 30 à 100kg/ha. Si l'objectif principal est le maintien de la teneur en

phosphore du sol, il faut noter que le maïs prélève environ 8kg de P_2O_5 /tonne de grains (F.A.O., 1987)

Faibles en début de végétation, les besoins en phosphore du maïs tout comme pour l'azote se manifestent surtout au moment de la floraison et de la formation des grains. Au cours de cette période critique la plante absorbe les 2/3 de ses besoins en phosphore (Gros, 1976).

La carence en phosphore se manifeste sur le maïs par le ralentissement de la croissance de la plante. 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).

1.1.3.3. Exigence du maïs 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 puisse, dans la plupart des cas, tirer du sol des quantités de potassium appréciable, 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, 1976).

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).

1.1.4. Gestion de la fertilité des terres du maïs

Gérer la fertilité d'un sol selon GRET-FAMW (1990), c'est lui appliquer les techniques qui lui permettent de produire abondamment, mais aussi de reproduire ou d'améliorer sa fertilité à long terme. Pour la majorité des sols du Burkina Faso, caractérisés par leur faible fertilité originelle (Sedogo, 1981 et 1993), la gestion de la

fertilité des sols passe par la gestion de la matière organique ainsi que l'apport de matières minérales aux cultures.

Dans ces conditions, les paysans ont développé des pratiques culturales pour gérer les réserves de matière organique et leur répartition dans les différentes parcelles, et ont adopté diverses technologies visant à accroître la productivité des terres. Parmi ces pratiques on peut citer :

➤ **La gestion des résidus de récolte.**

Les résidus de récolte peuvent être utilisés comme fourrage, énergie ou comme matériaux de construction d'infrastructures diverses et de confection d'articles artisanaux et dans ces cas de figures les résidus ne sont pas retournés au champ et donc les nutriments qu'ils contiennent sont perdus des champs d'où ils ont été exportés. Lorsque les conditions le permettent, les producteurs incorporent toujours les résidus de récolte dans les sols ou les recyclent par les animaux ou par la production du compost. En effet, les résidus de récolte selon la culture contiennent beaucoup de nutriments (tableau I) dont le recyclage permet de retourner les éléments exportés dans les champs.

Tableau I : Teneurs moyennes en N, P et K (g/kg) de la paille des céréales majeures en Afrique au sud du Sahara.

	Mil	Sorgho	Maïs	Riz
Azote	7,0 ± 3,3	6,5 ± 2,2	6,6 ± 1,8	6,2 ± 2,6
Phosphore	0,9 ± 0,4	0,8 ± 0,5	0,8 ± 0,4	1,1 ± 0,6
Potassium	20,9 ± 5,7	10,9 ± 3,6	11,6 ± 5	19,9 ± 6,7

Source : Duivendooden et al., (1996)

Le recyclage par le compostage ou par les animaux améliorent la disponibilité des éléments minéraux (Gros, 1976). La libération des éléments minéraux du fumier ou du compost est plus rapide que celle des résidus de récolte, elle se fait à une vitesse qui se rapproche au mieux à la demande des plantes.

La contrainte majeure de l'utilisation des résidus de récolte réside dans la compétition pour les utilisations alternatives de ces résidus (Mando, 2004). De plus, le recyclage par le compostage nécessite un savoir-faire et surtout de l'eau, choses qui ne sont pas toujours à la portée du producteur. Quant au recyclage par les

animaux, il est limité à cause du faible effectif du cheptel et du système d'élevage qui ne permettent pas une récupération importante de fumier.

➤ **La rotation**

Le maïs est une plante exigeante, qui gagne à être cultivé derrière une plante améliorante ou en tête de rotation. En zone cotonnière comme c'est le cas de notre cadre d'étude, le maïs est souvent cultivé après le coton pour profiter des reliquats de la culture du coton. La rotation coton-maïs est si répandue dans la zone que l'on assiste à l'émergence d'un système de culture spécialisé coton-maïs (Lendres, 1992)

➤ **L'apport d'engrais**

Les parcelles du maïs bénéficient souvent d'apport d'engrais. Seulement, pour des raisons surtout économiques l'application des sources minérales présente des contraintes dans la région (Breman et Bationo, 1999). En effet, la plupart des paysans ne peut pas avoir accès à des fertilisants pour les appliquer aux taux recommandés et cela au bon moment à cause des coûts assez élevés des intrants, le manque de crédits et le manque de politique de facilitation (Mando, 2004).

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU MILIEU ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU MILIEU ET METHODOLOGIE D'ETUDE

2.1. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

2.1.1. Milieu physique

2.1.1.1. Localisation géographique

Le village de Guéna est localisé dans le Kéné Dougou, province située à l'ouest du Burkina Faso. Il est situé à 25km de Orodara le chef lieu de la province et à 50km de Bobo-Dioulasso la capitale économique du pays. Le village est accessible en toute saison par route nationale N°8 (Route Bobo Dioulasso-Orodara-frontière Mali).

2.1.1.2. Climat

Le village est situé dans une zone de climat sud-soudanien (Fontes et Ginko, 1995) marqué par deux types de saisons :

- une saison pluvieuse d'une durée de 6 mois, allant de mai à octobre, pendant laquelle prédomine la mousson (vent chaud et humide)
- une saison sèche, s'étalant sur l'autre moitié de l'année et durant laquelle la mousson est relayée par l'harmattan (vent chaud et sec).

Les précipitations de la zone se caractérisent par une très grande variabilité spatio-temporelle et sont surtout à caractère orageux. .

La pluviométrie moyenne annuelle de la zone, des dix dernières années, varie entre 800mm et 1700mm (figure 1) avec une moyenne de 1164,54mm, le moi d'août étant le plus pluvieux'.

La pluviométrie de l'année 2007, avec un total de 1063,7mm, a particulièrement connu une très mauvaise répartition dans le temps (figure 2). L'on a en effet noté une poche de sécheresse durant toute la seconde moitié du mois de septembre ; et cette période a coïncidé avec la période de floraison du maïs, période très critique pour cette culture.

Cette irrégularité des pluies et la baisse des quantités tombées entraînent un important risque de déficit hydrique pour les cultures.

Les températures moyennes minimales et maximales sont respectivement de l'ordre de 20°C et de 35°C.

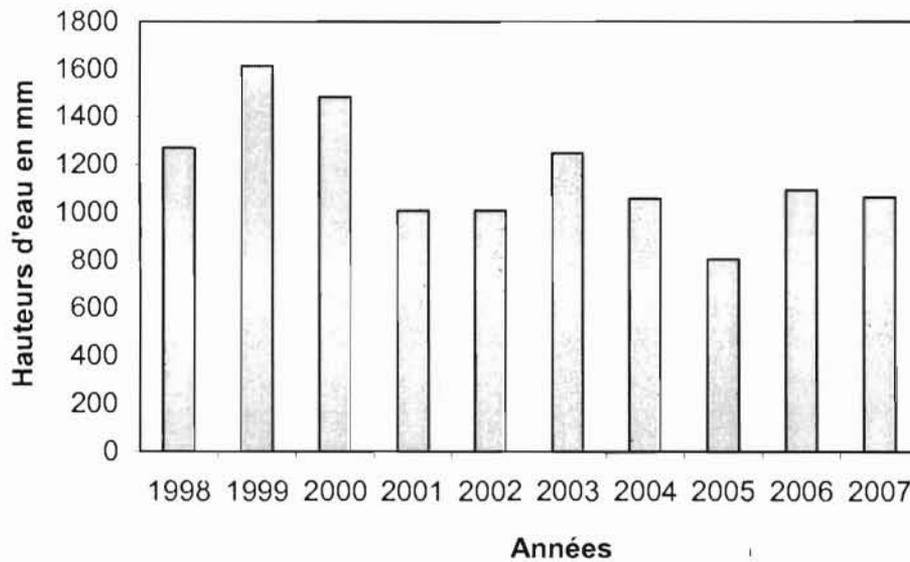


Figure 1 : Variabilité inter-annuelle de la pluviométrie de Orodara (1998-2007)

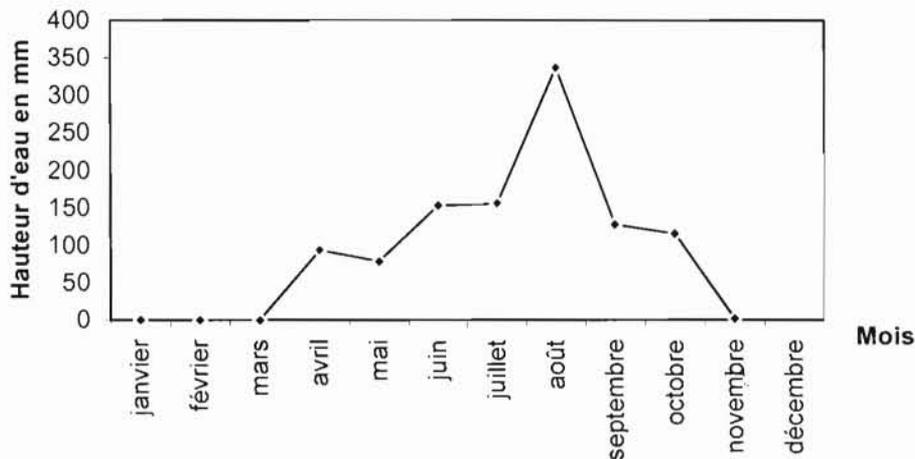


Figure 2 : Variabilité intra-annuelle de la pluviométrie de Orodara (2007)

2.1.1.3. Végétation

Le secteur sud soudanien, auquel appartient le village de Guéna, est caractérisé par des savanes arborées à boisées et des reliques de forêts claires, remplacées le long des cours d'eau par des forêts galeries. Les principales essences rencontrées sont : *Vittelaria paradoxa*, *Anogeissus leiocarpus*, *Khaya senegalensis*,

Parkia biglobosa, *Cassia siaberiana*, *Piliostigma reticulatum*, *Diospiros mespilisformis*, *Ceiba pentendra*, *Faidherbia albida*, *Adansonia digitata*, etc.

Le tapis herbacé est dominé par des graminées comme *Andropogon gayanus*, *Pennicetum pedicelatum*.

A cette végétation naturelle moyennement dégradée, il faut ajouter une importante végétation anthropique. Il s'agit de vastes plantations de *manguifera indica*, *Anacardium occidentale*, *borassus aethiopum*, *Eucalyptus* et d'agrumes.

2.1.1.4. Sols

Les sols de notre zone d'étude sont des :

- sols ferrallitiques : sols rouges, profonds, à texture légère dans l'ensemble du profil ; leur fertilité est moyenne à faible ;

- sols ferrugineux tropicaux lessivés : ce sont des sols en général, à texture assez variable, limono-sableuse en surface et argileuse dans les horizons plus profonds (> 40 cm). Ils présentent une induration car sont recouverts par un épandage de gravier ferrugineux. Ils ont un régime hydrique imparfait, lié à de mauvaises propriétés physiques : porosité, perméabilité. Ils ont tous une faible capacité d'échange et sont régulièrement associés à des sole gravillonnaires (ORSTOM, 1969 ; Boulet, 1976 cité Fontes et Guinko, 1995). Ces sols ont une fertilité faible à moyenne;

- sols bruns eutrophes caractérisés par une fraction argileuse importante. La présence d'argile gonflante leur confère une forte capacité d'échange et un taux de saturation élevé. Ils sont généralement bien drainés. Leur structure de surface est variable, de grumeleuse à prismatique. C'est cette propriété qui règle leur fertilité (ORSTOM, 1969) ;

- sols hydromorphes à pseudogley d'ensemble ou amphigley. Ce sont des sols argileux profonds ;

- sols minéraux bruts ou peu évolués souvent associés aux sols ferrugineux lessivés de valeur agricole médiocre.

Ces sols sont d'une façon générale aptes à des cultures peu exigeantes telles que le sorgho, et le mil (BUNASOLS, 1985). Une culture avec de gros besoins comme le maïs doit être nécessairement accompagnée d'une fertilisation

2.1.2. Milieu humain

2.1.2.1. Population

Selon le recensement administratif de 1996, la population résidente du village de Guéna était de 1259 personnes, réparties entre 197 concessions. Sur le plan ethnique, la population est dominée par les autochtones *Toussians*; avec lesquels coexistent d'autres groupes ethniques : les *Bobo*, les *Mossi*, les *Sambla*, les *Dafing* et les *Peuls*.

2.1.2.2. Secteurs d'activités

Les principales activités de la population sont de loin l'agriculture et l'élevage, auxquels s'ajoutent d'autres activités secondaires (le commerce et l'artisanat).

-L'agriculture

L'agriculture occupe la quasi-totalité de la population du village. C'est une agriculture à caractère extensif qui s'investit dans deux types de cultures que sont les cultures de rente (coton et le sésame) et les cultures vivrières (le sorgho, le mil, le maïs et le haricot etc.). La culture d'arbres fruitiers est également pratiquée dans le village. Les principales essences fruitières sont le manguier, l'anacardier et les agrumes.

- L'élevage

L'élevage est la seconde activité du village. Le cheptel comprend des bovins, des caprins, les ovins, la volaille, etc. On ne note par contre pas d'asins dans le village.

C'est un élevage à caractère extensif. Les aires de pâture en saison de pluie pour les ruminants (bovins, ovins, caprins) dans un tel système sont les jachères, les brousses, et les bordures de champs ; auxquels s'ajoutent les aires des champs en saison sèche. La nuit, les animaux sont parqués dans des enclos ou sur les aires de champs. Ce système permet ainsi, un transfert de la matière organique des brousses vers les champs à travers le fumier issu des enclos ou des aires de parcage et utilisé comme amendement aux champs.

La transhumance est également pratiquée, mais seulement par les éleveurs Peuls. Le petit élevage (porc, volaille) permet la valorisation des résidus de ménage.

2.2. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

2.2.1. Caractérisation des systèmes de culture

2.2.1.1. Choix des exploitations

Une trentaine d'exploitations, choisies au hasard sur les 197 que compte le village, a servi à la caractérisation des systèmes de culture. La caractérisation est basée sur des enquêtes effectuées auprès des chefs d'exploitation et des observations de terrain.

2.2.1.2. Enquête sur le passé culturel et suivi des champs

Pour connaître le passé culturel de chaque champ de l'exploitation, un questionnaire guide a été élaboré et administré (annexe 2).

Il a permis de caractériser chaque parcelle par :

- son passé culturel au cours des 5 dernières années,
- les techniques de gestion de la fertilité du sol (rotation, association de cultures, fertilisation organique et minérale),

Par ailleurs, un suivi des champs cultivés au cours de la campagne agricole a été réalisé dans le but de caractériser les cultures et les techniques culturelles. Ainsi tous les champs ont été identifiés sur le terrain et une fiche de suivi a été élaborée à cet effet (Annexe 3).

2.2.1.3. Typologie des systèmes de culture

Selon Delville (1996), on appelle système de culture « l'ensemble des successions de cultures et des techniques mises en œuvre sur une même parcelle pour obtenir une ou plusieurs productions végétales » Mais compte tenu du fait que dans le village, la tendance est à l'application d'un même itinéraire à la plupart des cultures, la typologie des systèmes de culture a été basée sur les cultures et la rotation culturelle sur les parcelles. Les cultures ont été regroupées en trois catégories :

- les céréales (sorgho, mil, maïs, fonio)
- les légumineuses (arachide, niébé, sésame)
- le cotonnier

2.2.2. Evaluation des différentes formules de fumure de maïs.

2.2.2.1. Matériel

➤ **Matériel végétal**

La variété de maïs *massongo* a été utilisée dans les deux essais. C'est une variété couramment utilisée par les producteurs de la zone et adaptée aux conditions agro-écologiques locales. C'est un maïs à cycle intermédiaire (97 jours) avec un rendement moyen de 4,8 t/ha (Sanou, 2003)

➤ **Fertilisants minéraux**

Les engrais minéraux utilisés sont :

- l'urée à 46% N;
- le triple super phosphate (TSP) à 46% de P_2O_5 ;
- le chlorure de potasse (KCl) à 60% de K_2O ;
- l'engrais complexe NPK (15-15-15).

➤ **Les fertilisants organiques**

La matière organique utilisée au cours des deux essais provenait de trois sources : le fumier de bovin, le fumier de porc et les ordures ménagères.

➤ **Sols**

Les sols concernés par l'étude ont été caractérisés. La caractérisation a été faite en début de campagne dans dix exploitations, avant l'installation des cultures. Sur chaque champ, on a délimité une parcelle relativement homogène du point vu de la micro topographie et du développement du profil. Pour chaque parcelle, l'on a prélevé un échantillon composite des couches 0-10cm et 10-20cm à partir de trois prises élémentaires effectuées à l'aide d'une tarière. Les analyses ont été effectuées selon les méthodes en vigueur dans le laboratoire Chimie Des Sols de l'ICRISAT, à Niamey au Niger (annexe 6).

Les caractéristiques des sols sont présentées dans le tableau II.

**Tableau II : Caractéristiques physico-chimiques des sols dans l'horizon
0 – 20 cm**

	pH- H ₂ O	pH- KCl	C.Org	Total N	Total P	P assimi	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CEC-Ag
			%	mg /kg	mg /kg	mg /kg	cmol+ /kg	cmol+ /kg	cmol+ /kg	cmol+ /kg	cmol+ /kg
Moyenne	5,7	5,1	0,9	308	117	6,6	0,08	0,32	3,69	0,98	5,1
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,6	0,5	2,3	180	50	4	0,08	0,22	2,4	1,4	3,4

Selon les normes d'interprétation du BUNASOLS (1990), les teneurs en azote (< 0,02%) sont très basses dans tous les sols, les teneurs en phosphore total (< 200 ppm) sont basses et les sols sont légèrement acides.

2.2.2.2. Méthodes

2.2.2.2.1. Essai soustractif

➤ Dispositif expérimental

L'essai soustractif sur le maïs a été mené dans l'optique d'identifier et de hiérarchiser les carences en éléments nutritifs des sols dans deux systèmes de culture en tenant compte du précédent cultural et de l'apport ou non de la fumure minérale en culture pluviale.

L'essai a consisté dans la combinaison des trois macro-éléments N, P et K, à omettre un élément en apportant les deux autres à des doses maximales. Ces doses ont été déterminées sur la base de la formule recommandée en système de culture intensif qui est approximativement 90 Kg/ha de N, 60 Kg/ha de P et 60 Kg/ha de K.

Ainsi les traitements suivants ont été constitués :

- T 0** : témoin sans apport des éléments N, P et K ;
- T PK** : apport de 30kg/ha de P et 30kg/ha de K sans azote ;
- T NK** : apport de 100kg/ha de N et 30kg/ha de K sans phosphore ;
- T NP** : apport de 100kg/ha de N et 30kg/ha de P sans potassium
- T NPK** : fumure complète avec apport de 100kg/ha de N, 30kg/ha de P et 30kg/ha de K.

L'essai a été conduit en milieu paysan chez 10 producteurs repartis en deux groupes en fonction des précédents culturaux :

- 5 producteurs en précédent cotonnier
- 5 autres en précédent non cotonnier (précédent céréale ou légumineuse)

Pour chaque précédent cultural, chaque producteur constitue une répétition, soit 5 répétitions.

Chez chaque producteur, les traitements ont été installés sur des parcelles élémentaires de 50m² (5m × 10m) avec et sans apport de fumure organique, soit au total 10 parcelles élémentaires (2 × 5) par producteur.

Les différents engrais ont été appliqués selon le calendrier présenté dans le tableau III.

Tableau III : Calendrier d'application des engrais dans les traitements

Traitements Engrais kg/ha	T 0	T PK	T NK	T NP	T NPK
Première application (au 15^e jour)					
urée	0	0	110	110	110
TSP	0	150	0	150	150
KCI	0	60	60	0	60
Deuxième application (au 45^e jour)					
urée	0	0	110	110	110
TSP	0	0	0	0	0
KCI	0	0	0	0	0

➤ **Observations et mesures**

- Evaluation des rendements

Les rendements ont été évalués à la récolte sur des carrés de rendements de 50m² (5m × 10m). Les paramètres mesurés pour chaque carré de rendement sont le poids des grains et des résidus de récolte (paille). La technique de récolte a consisté à détacher l'épi des spathes et à garder les spathes sur la tige. La paille et les grains ont été séchés au soleil et leur poids mesuré à l'aide d'un peson. Dans chaque cas, le rendement est exprimé en Kg/ha.

- Estimation du taux de recouvrement de N, P et K

Le taux de recouvrement d'un élément permet de connaître en pourcentage la quantité de cet élément que la culture a utilisée. Le taux de recouvrement (TR en %) est calculé par la relation mathématique suivante :

$$TR (\%) = \frac{(N, P \text{ ou } K)_{pf} - (N, P \text{ ou } K)_{pnf}}{(N, P \text{ ou } K)_{Qt}} \times 100$$

(N, P ou K) pf : N, P ou K prélevé par les plantes de la parcelle fertilisées

(N, P ou K) npf : N, P ou K prélevé par les plantes de la parcelle non fertilisée

(N, P ou K) Qt : Quantité totale de N, P ou K apportée par les fertilisants.

Pour cela, des échantillons de paille et de grains d'environ 250g ont été prélevés sur chaque parcelle élémentaire pour la détermination des teneurs en azote, phosphore total et potassium en laboratoire. Les analyses ont été effectuées selon les méthodes en vigueur dans le laboratoire Chimie Des Sols de l'ICRISAT, à Niamey au Niger (annexe 6).

2.2.2.2. Essai option de fertilisation

➤ Dispositif expérimental

L'essai vise à tester des formules de fumure combinant des apports de NPK et d'urée. Les traitements suivants ont été ainsi constitués :

P0 : sans apport d'engrais

P1 : apport de 150 kg/ha de NPK (3 sacs) + 50 kg/ha d'urée (1 sac)

P2 : apport de 100 kg/ha de NPK (2 sacs) + 100 kg/ha d'urée (2 sacs)

P3 : apport de 50 kg/ha de NPK (1 sac) + 150 kg/ha d'urée (3 sacs)

L'essai a été conduit en milieu paysan chez 10 producteurs repartis en deux groupes en fonction des précédents culturaux :

- 5 producteurs en précédent cotonnier

- 5 autres en précédent non cotonnier (céréale ou légumineuse)

Pour chaque précédent cultural, chaque producteur constitue une répétition, soit 5 répétitions.

Chez chaque producteur, les traitements ont été installés sur des parcelles élémentaires de 50m² (5m × 10m) avec et sans apport de fumure organique, soit au total 8 parcelles élémentaires (2 × 4) par producteur.

Le calendrier d'application des engrais dans les différents traitements est présenté dans le tableau IV.

Tableau IV : Calendrier d'application des engrais

Traitements Engrais Kg/ha	P0	P1	P2	P3
Première application au 15^e jour				
NPK	0	100	100	50
Urée	0	0	0	50
Deuxième application au 45^e jour				
NPK	0	50	0	0
Urée	0	50	100	100

➤ **Observations et mesures**

Deux variables ont été étudiées dans le cadre de cet essai. Il s'agit du rendement grains et du rendement paille des différents traitements. Les rendements ont été évalués à la récolte sur des carrés de rendements de 50m² (5m × 10m). Les paramètres mesurés pour chaque carré de rendement sont le poids des grains et des résidus de récolte (paille). La technique de récolte a consisté à détacher l'épi des spathes et à garder les spathes sur la tige. La paille et les grains ont été séchés au soleil et leur poids mesuré à l'aide d'un peson. Dans chaque cas, le rendement est exprimé en Kg/ha.

2.2.2.2.3. Conduite des essais

- Préparation du sol

Le labour à plat, effectué en traction animale, a été la modalité de préparation du sol appliquée sur toutes les parcelles.

- Epannage de la fumure organique

La matière organique a été apportée d'une manière générale après le labour et épanchée uniformément à toute la surface de la parcelle.

- Semis

Les semis ont été effectués entre le 7 et 9 juillet 2007, selon les modalités suivantes : semis en ligne et en poquets ; profondeur de semis étant d'environ 3cm, écartements de 80cm entre les lignes et de 25cm à 60cm entre les poquets suivant le producteur. La quantité de semence étant de 2 grains par poquet.

- Désherbage

Seul le désherbage mécanique a été pratiqué. Chaque parcelle a bénéficié de deux sarclages : le premier effectué 2 à 3 semaines après semis et le second 3 à 4 semaines après le premier.

- Epandage de la fumure minérale

Les engrais ont été épandus en bandes, et recouverts de terre immédiatement après apport.

- Buttage

Le buttage a été réalisé après le second épandage de la fumure minérale et a été effectué manuellement à la daba ou en traction animale à l'aide d'un butteur.

2.2.3. Analyse des données

Le dépouillement des fiches d'enquête s'est fait manuellement.

L'ANOVA des données des deux essais a été réalisé avec le logiciel STAT-ITCF

Le logiciel EXCEL a été utilisé pour la construction des graphiques.

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES DE CULTURE DU MAÏS

3.1.1. Résultats

3.1.1.1. Cultures pratiquées au sein des exploitations

Les différentes cultures pratiquées au sein des exploitations sont données par le tableau V. Pour chacune d'elles, sont indiqués le pourcentage d'exploitants qui la pratique ainsi que la superficie moyenne qui lui est consacrée.

Tableau V : Spéculations rencontrées dans le village de Guéna

Spéculations	Taux de pratique (%)	Superficie moyenne par exploitation (ha)
Maïs	96,7	0,82
Sorgho	93,3	2,1
Cotonnier	83,3	2,1
Arachide	80	0,72
Anacardiens	73,33	2,8
Manguiers	43,33	1,6
Haricot	33,3	0,46
Sésame	23,3	0,39
Agrumes	16,66	1,4
Fonio	6,7	0,62
Mil	6,7	0,5
Vouandzou	6,7	0,25
Patate	3,3	0,5
Igname	3,3	0,25

L'examen du tableau montre que le *sorgho*, le *cotonnier*, le *maïs* et l'*arachide* sont les spéculations les plus cultivées avec chacun un taux de pratique supérieur à 80%. Les autres spéculations sont pratiquées dans moins de 35% des exploitations.

Les soles coton et sorgho sont les plus importantes avec chacune une superficie moyenne par exploitation de 2,1 ha. Les autres spéculations sont cultivées sur des superficies moyennes inférieures à 1ha.

L'arboriculture fruitière est également pratiquée avec l'anacardier et le manguiers comme principaux arbres fruitiers. Ils occupent respectivement 2,8 et 1,6 ha par exploitation et concernent 73,33 et 43,33 % des exploitations.

3.1.1.2. Itinéraires techniques appliqués aux cultures

➤ Préparation du sol avant semis

Les différents types de préparation du sol pratiqués en fonction des spéculations avant la mise en place des cultures sont présentés dans le tableau VI.

Tableau VI : Taux d'application (%) des opérations de préparation du sol

Spéculations	Sans travail	Labour à traction animale	Billonnage à traction animale	Semis direct sur anciens billons	Grattage	Buttage
Coton	0	91,3	8,6	0	0	0
Sorgho	3,7	77,8	14,8	3,7	0	0
Maïs	0	85,2	14,8	0	0	0
Arachide	0	87,5	12,05	0	0	0
Mil	0	100	0	0	0	0
Haricot	0	83,3	16,7	0	0	0
Vouandzou	0	100	0	0	0	0
Sesame	0	42,8	0	0	57,1	0
Patate	0	0	0	0	0	100
Igname	0	0	0	0	0	100
Fonio	0	0	0	0	100	0

Six (6) principales modalités de préparation du sol sont rencontrées.

Le semis direct sans travail du sol

Cette pratique est assez rare et ne concerne que le sorgho avec un taux d'application de 3,7%. L'absence de travail du sol avant semis n'intervient le plus souvent que lorsqu'il y a un goulot d'étranglement

Le grattage

Réalisé à la daba, le grattage du sol avant semis n'intervient en général que sur des parcelles destinées à recevoir des spéculations dont le semis se fait à la volée (fonio, sésame).

Le labour à traction animale

C'est la modalité de préparation du sol couramment utilisée. A l'exception des plantes à tubercules et souvent des spéculations semées à la volée, le labour est réalisé dans plus de 75 % des cas pour les autres spéculations.

Le billonnage et le semis direct sur ancien billon

Le billonnage est la deuxième modalité de préparation du sol avant semis mais est largement derrière le labour, avec un taux de pratique inférieur à 20%. Le semis sur des billons de la culture précédente est également rencontré, mais ne concerne que le sorgho avec un taux d'application de 3,7%.

Le buttage

Le buttage en tant que travail du sol avant la mise en place de la culture ne concerne que les plantes à tubercules (patate et ignames) et est réalisé à la daba.

➤ Fertilisation des cultures

Le tableau VII présente les taux d'application de la fumure en fonction des spéculations.

Tableau VII : Taux d'application de fumure par spéculation (%)

Spéculations	Fumure minérale		Fumure organique
	NPK	Urée	
Coton	100	100	16,7
Maïs	90	76,7	86,7
Sorgho	0	0	13,3

Seules trois spéculations sont fertilisées à savoir le cotonnier, le maïs et le sorgho.

La fumure organique

La fumure organique est appliquée par 86,7% des exploitations dans les champs de maïs, contre moins de 20 % pour ceux de coton et de sorgho. La matière apportée est soit du fumier soit des ordures ménagères ou du compost.

La fumure minérale

La fumure minérale est utilisée uniquement et presque systématiquement sur le coton et le maïs. Le taux d'application pour les deux spéculations est supérieur à

75%. Cette fumure minérale est constituée par le NPK et l'urée. Les quantités d'engrais (NPK + urée) apportées sur chacune de ces spéculations sont données par le tableau VIII.

Tableau VIII : Quantités d'engrais (NPK et urée) apportées par spéculation

Spéculations	Quantités moyennes (kg/ha)	
	NPK	Urée
Coton	148 ± 25	47 ± 12,5
Maïs	70,5 ± 50	27,5 ± 25

Il ressort du tableau VIII que le cotonnier est la culture qui reçoit le plus d'engrais avec en moyenne 148 kg/ha pour le NPK et 47 kg/ha pour l'urée, ce qui correspond approximativement à 3 sacs de NPK et 1 sac d'urée. La quantité apportée au maïs est nettement plus faible, 70,5 kg/ha pour le NPK et 27,5kg/ha pour l'urée, soit moins de 2 sacs de NPK et 1 sac d'urée à l'ha.

➤ **Désherbage**

Les taux d'application des différentes techniques de lutte contre les mauvaises herbes sont présentés dans le tableau IX.

Tableau IX : Application (%) des différentes techniques de désherbage

Spéculations	Sarclage			Herbicide
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	
Coton	100	100	24,6	43,3
Maïs	100	93,3	3	12
Sorgho	100	86,7	0	18,7
Arachide	100	91	0	0
Haricot	100	47,6	0	0
Mil	100	100	0	0
Vouandzou	100	46	0	0

Sarclage

Deux à trois sarclages sont pratiqués en fonction des cultures pour le contrôle des mauvaises herbes. Le premier sarclage intervient en général 2 à 3 semaines après semis et concerne toutes les spéculations, excepté le sésame et le fonio. Le second

sarclage intervient en fonction du degré d'enherbement, et concerne les spéculations ayant bénéficié du premier sarclage. Le troisième sarclage est moins pratiqué, et n'est réalisé que sur le cotonnier.

Désherbage chimique

Les herbicides sont surtout utilisés dans le cas de la culture du coton avec un taux d'application supérieur à 40 %. Le maïs et le sorgho sont également concernés mais avec de faibles taux d'application, inférieurs à 20%.

➤ Traitement phytosanitaire

Le traitement phytosanitaire concerne la protection des cultures contre les insectes. Dans le village, seul le coton est systématiquement traité, avec un taux de pratique de 100 %.

➤ Buttage

Le buttage est surtout réalisé sur les céréales, le cotonnier et l'arachide et vise à permettre un bon enracinement de la plante. Le tableau X présente le taux d'application de la pratique en fonction des spéculations.

Tableau X : Taux d'application du buttage par speculation

Spéculations	Taux de pratique (%)
Cotonnier	96,6
Maïs	84,4
Sorgho	78,8
Mil	50
Arachide	47,7

3.1.1.3. Successions culturelles

Le nombre de succession des cultures est très varié sur un même champ. Chaque champ en effet, semble être un cas spécifique et le nombre de successions correspond au nombre de combinaisons possibles entre les spéculations rencontrées sur l'exploitation, auxquelles il faut ajouter la jachère qui intervient souvent dans la rotation. Sans oublier les associations de cultures et le fait qu'en milieu paysan les limites entre les parcelles d'une même exploitation changent d'une année à l'autre.

Toutefois, un certain nombre de successions culturales de par leur importance se détachent de l'ensemble. Le tableau XI présente celles dont l'importance dépasse 1% de l'ensemble des successions culturales identifiées. Elles représentent 61,98% du total. Les 38% restants sont des types de rotations isolés.

Tableau XI : Principales successions culturales des 5 dernières années

Types de successions	Pourcentage (%)
C-S-C-S-C	16,99
C-M-C-M-C	14,37
S-A-S-A-S	4,57
M-M-M-M-M	3,26
C-M-A-C-M	3,26
C-S-A-C-S	2,61
C-S-C-M-C	1,96
J-S-C-M-C	1,96
C-M-A-C-S	1,3
J-J-C-M-S	1,3
A-S-C-M-A	1,3
J-S-C-M-C	1,3
C-C-A-C-M	1,3
C-S-A-S-A	1,3
J-M-C-M-A	1,3
S-C-M-C-M	1,3
S-H-S-H-S	1,3
J-M-C-S-C	1,3
Total	61,98

A = arachide C = coton H = haricot M = maïs S = sorgho J = jachère

L'examen du tableau XI indique que les rotations coton-sorgho et coton-maïs dominant le système de rotation, avec à elles seules 31,36% de l'ensemble des successions culturales identifiées.

3.1.1.4. Principaux systèmes de culture

Avant la définition des systèmes de culture, il a été nécessaire de regrouper les principales cultures dans les trois catégories suivantes : céréales, légumineuse et cotonnier. Et c'est à partir de la succession de ces groupes de cultures et de la présence ou non de la jachère que les principaux systèmes de culture ont été caractérisés (tableau XII).

Tableau XII : Caractéristiques des principaux systèmes de culture

Groupes de systèmes de culture	Systèmes de culture	Pourcentage (%)
Monoculture continue (5 %)	- céréales en continue	5,25
Polyculture continue (83,22%)	- coton / céréales	55,85
	- céréales / légumineuse	9,51
	- coton / céréales / légumineuse	17,86
Système avec jachère (11,73%)	- coton / céréales / jachère	9,59
	- coton / céréales / légumineuse / jachère	2,14

Trois groupes de systèmes de culture ont ainsi été constitués en fonction de la nature des cultures, de la rotation et de la présence ou non de la jachère: la monoculture continue, la polyculture continue et les cultures avec jachère.

- système de monoculture continue

La monoculture continue représente 5% des situations et concerne uniquement les céréales (maïs surtout).

- système de polyculture continue

Ce groupe représente 83,22% des systèmes de rotations. Toutes les spéculations sont concernées. Parmi ces systèmes de rotation, le système coton-céréale est le plus importants avec à lui seul 55,83% des systèmes de rotation.

- système avec jachère

Les systèmes de culture appartenant à ce groupe constituent une variante de ceux décrits dans les deux premiers groupes, due à l'existence d'une période de jachère. Ce groupe qui représente 11,7% des situations, est dominé par le système de culture coton - céréale - jachère qui représente 9,59 %.

3.1.1.5. Rendements

Les rendements des principales cultures du village (tableau XIII) sont assez élevés par rapport aux moyennes nationales pour le coton et le maïs, mais faibles pour le sorgho et l'arachide.

Tableau XIII : Rendements des principales cultures

Spécifications	Rendements grains ou coton grain (Kg/ha)
Sorgho	743 ± 450
Coton	1331 ± 300
Maïs	1064 ± 950
Arachide	950 ± 400

3.1.2. Discussion-conclusion

Trois grands groupes de systèmes de culture ont été distingués dans le terroir : la monoculture continue, la polyculture continue et les systèmes avec jachère. Ce résultat est similaire à celui observé par Somda (1999) dans le terroir de Kadomba/ zone ouest du Burkina Faso. Cette typologie basée sur les cultures, la succession des cultures et la présence ou non de la jachère, se rapproche plus à la définition donnée par Sebillote (1989) et Delville (1996) que des grands systèmes décrits par Sedogo (1981) et Bacyé (1993) dans le plateau central.

Dans notre zone d'étude, la fertilisation est plutôt liée à la nature de la culture. Le cotonnier, le maïs et dans une moindre mesure le sorgho bénéficient de l'apport de la fumure minérale et/ou organique. Et compte tenu du développement de la traction animale, en particulier le transport par la charrette, ces trois spéculations sont cultivées un peu partout dans le terroir avec les mêmes soins.

La gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture est surtout basée sur l'utilisation de la fumure minérale, de la jachère et dans une moindre mesure la fumure organique. En dehors du cotonnier, la fumure minérale est apportée à des doses bien inférieures par rapport à celles recommandées au niveau national. L'utilisation de la fumure organique n'est effective que sur les champs de maïs. Le faible effectif du cheptel, le manque d'eau en saison sèche et la non maîtrise de la

technique de compostage expliquerait le faible taux d'utilisation de la fumure organique. Quant à la jachère, elle est pratiquée par 11,73 % des exploitations.

Le système de rotation au sein des exploitations est dominé par la rotation coton - céréales qui représente près de 55% de l'ensemble des successions culturales identifiées. Ce résultat montre bien que les effets bénéfiques de la fertilisation minérale du cotonnier sur la culture subséquente sont bien exploités par les producteurs.

Au regard des faibles quantités de fertilisants apportées aux champs il est à craindre un appauvrissement continu des sols dans ce terroir.

3.2. EFFET DES FORMULES DE FUMURE DE L'ESSAI SOUSTRACTIF

3.2.1. Résultats

3.2.1.1. Effet des formules sur les rendements du maïs

➤ Effet des traitements minéraux sur les rendements du maïs

Les résultats sont présentés dans le tableau XIV

Tableau XIV : Rendements paille et grains du maïs en fonction des traitements de fumure minérale des essais soustractifs

Traitements	Rendement Paille (kg/ha)	Rendement grains (kg/ha)
T 0	3505 ^b ± 400	1472,5 ^b ± 220
T PK	3425 ^b ± 475	1644,5 ^b ± 300
T NK	5085 ^a ± 340	2707,5 ^a ± 400
T NP	5695 ^a ± 580	2917,5 ^a ± 385
T NPK	5535 ^a ± 800	2687,5 ^a ± 313
Signification	THS	THS
Probabilité	< 0,001	< 0,001

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

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

Il ressort du tableau XIV deux groupes homogènes distincts de traitements aussi bien pour le rendement grains que pour le rendement paille. Les traitements T NK, T NP et T NPK forment le meilleur groupe qui diffère de façon très hautement significative du groupe formé par le témoin (T 0) et le traitement T PK .

On note que l'absence d'azote au niveau du traitement T PK entraîne une perte hautement significative du rendement paille de près de 38,12% (5535kg contre 3425kg) et du rendement grains de près de 37,64% (2687,5kg contre 1644,5kg) par rapport à la fumure minérale complète T NPK.

Malgré l'absence du phosphore et du potassium respectivement au niveau du traitement T NK et T NP, ces deux traitements permettent l'obtention de rendements paille et grains très compétitifs à ceux de la fumure minérale complète T NPK.

➤ **Effet de la fumure organique sur les rendements du maïs**

L'analyse statistique ne révèle pas de différence significative entre les deux traitements. La comparaison par contre des moyennes des deux traitements indique que les parcelles qui ont reçu la matière organique donnent les rendements les plus élevés (tableau XV).

Tableau XV : Rendements paille et grains du maïs en fonction des traitements de fumure organique des essais soustractifs

Traitements	Rendement paille (kg/ha)	Rendement grains (kg/ha)
Avec M.O	4771 ± 800	2425 ± 400
Sans M.O	4525 ± 800	2146 ± 400
<i>Signification</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>
<i>Probabilité</i>	0,28	0,08

NS= Non Significatif

➤ **Effet du précédent cultural sur les rendements du maïs**

L'analyse statistique ne révèle pas de différence significative entre les deux traitements. Cependant la comparaison des moyennes des deux traitements indique que les parcelles qui ont un précédent coton donnent des rendements plus élevés que les parcelles qui ont un précédent légumineuse ou céréale (tableau XVI).

Tableau XVI : Rendements paille et grains du maïs en fonction du précédent cultural des essais soustractifs

Traitements	Rendement paille (kg/ha)	Rendement grains (kg/ha)
Précédent coton	4860 ± 800	2434 ± 400
Précédent céréale ou légumineuse	4438 ± 800	2137 ± 400
<i>Signification</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>
<i>Probabilité</i>	0,06	0,06

NS = non significatif

➤ **Effet combiné de la fumure minérale et de la fumure organique sur les rendements du maïs**

L'analyse statistique ne révèle pas de différence significative entre les traitements, aussi bien pour le rendement paille que pour le rendement grains. Cependant, les moyennes des rendements montrent que pour un même traitement minéral, on note un rendement (paille et grains) plus élevé au niveau du traitement ayant reçu la fumure organique (figure 3 et 4)

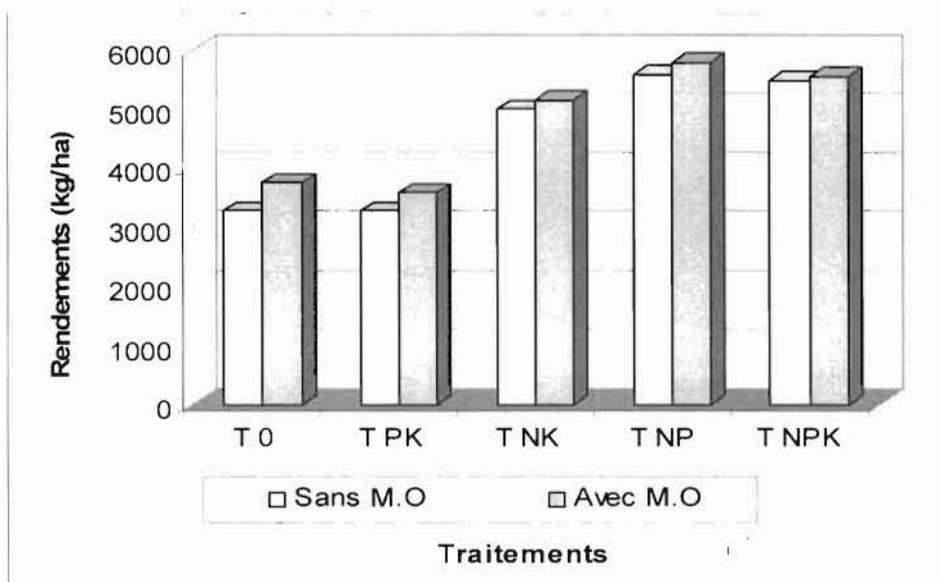


Figure 3 : Rendements paille du maïs en fonction de la fumure minérale et de la fumure organique des essais soustractifs

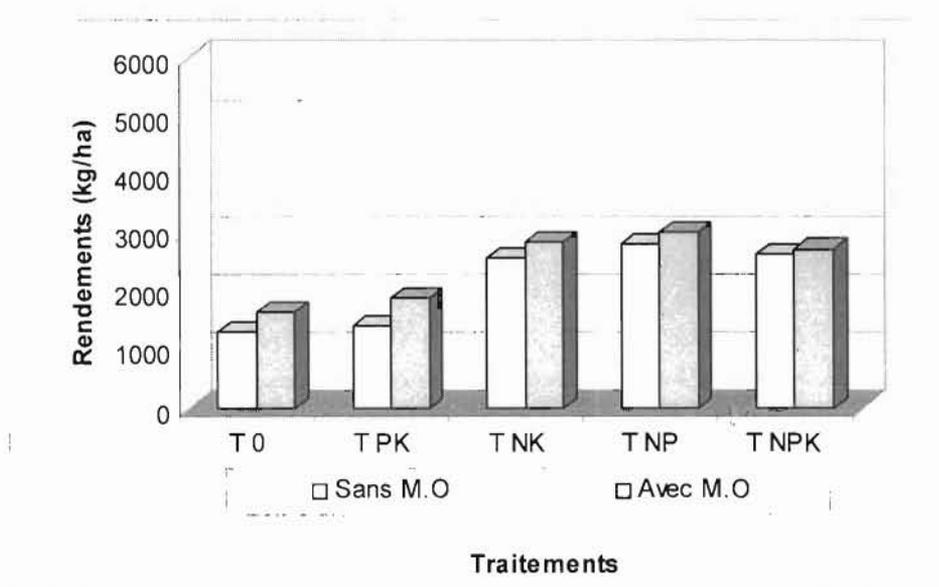


Figure 4 : Rendements grains du maïs en fonction de la fumure minérale et de la fumure organique des essais soustractifs

3.2.1.2. Effet des traitements sur les taux de recouvrement

➤ Taux de recouvrement des éléments minéraux en fonction de la fumure minérale

Pour un même élément minéral (N, P et K), l'expérience ne révèle pas de différence significative entre les traitements. La comparaison des taux de recouvrement des trois éléments indique que l'azote a les taux de recouvrement les plus élevés (compris entre 31,42 et 39,63) contre un taux de recouvrement du P et du K compris entre 5,74 et 15,16 (tableau XVII).

Tableau XVII : Taux de recouvrement du N, P et K en fonction de la fumure minérale

Traitements	Taux de recouvrement de N	Taux de recouvrement de P	Taux de recouvrement de K
T PK	-	8,46	14,64
T NK	32,55	-	9,8
T NP	39,63	9,14	-
T NPK	32,41	5,74	15,16
Probabilité	0,5	0,5	0,33
Signification	NS	NS	NS

NS = non significatif ($p > 0,05$)

➤ Taux de recouvrement des éléments minéraux en fonction du précédent cultural

Pour un même élément minéral (N, P et K), on ne note pas de différence significative entre les deux traitements. On observe cependant que les parcelles qui ont un précédent coton donnent des taux de recouvrement légèrement plus élevés pour tous les trois éléments minéraux (tableau XVIII)

Tableau XVIII : Taux de recouvrement du N, P et K en fonction du précédent cultural

Traitements	Taux de recouvrement de N	Taux de recouvrement de P	Taux de recouvrement de K
Précédent coton	38,40	8,48	13,22
Précédent céréale ou légumineuse	31,32	7,08	13,18
<i>Probabilité</i>	<i>0,22</i>	<i>0,57</i>	<i>0,98</i>
<i>Signification</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>

NS = non significatif ($p > 0,05$)

3.2.2. Discussion

L'examen des résultats, indique que les meilleurs rendements sont obtenus avec les traitements à base d'azote, NK, NP et NPK. On note également que c'est en absence d'azote dans la fumure minéral que les rendements sont les plus bas. Aussi, une fumure azotée sans apport de potassium ou de phosphore permet t-elle d'atteindre des rendements très compétitifs à ceux de la fumure minérale complète (NPK). Ces observations expriment le rôle déterminant de l'azote dans l'obtention du rendement du maïs, mais également le caractère limitatif de cet élément, donc la difficulté pour le sol à couvrir les besoins en azote du maïs.

Le rôle positif de l'azote sur le rendement, que montrent ces résultats, confirme ceux de Yaro et al. (1997) ; Kabrah et al (1996). Ces auteurs observent que les rendements (paille et grains) du maïs augmentent avec l'apport de ce fertilisant. Ils attribuent cela à une forte demande en éléments minéraux (N et P surtout) qui sont les principaux facteurs de croissance pour le maïs. Pour les rendements paille et grains, ils notent que, lorsqu'on n'apporte pas d'azote (0N), on enregistre les plus faibles valeurs et quand on applique 90kgN/ha on obtient les plus fortes valeurs.

L'état de pauvreté des sols en azote, que montrent ces résultats, corrobore les résultats de l'analyse de sol, et est également en accord avec le constat fait par Sedogo (1981 et 1993) et Piéri (1989). Pour ces auteurs, les sols de notre zone d'étude se caractérisent surtout par leur carence en azote et en phosphore. Ils

➤ **Effet combiné de la fumure minérale et du précédent cultural sur les rendements du maïs**

Les résultats montrent que les rendements paille (figure 5) et rendements grains (figure 6) de tous les traitements de fumure minérale sont plus élevés lorsqu'ils ont été installés dans des parcelles à précédent coton. Cependant, la différence de rendement entre le précédent coton et le précédent céréale ou légumineuse n'est pas statistiquement significative pour tous les traitements.

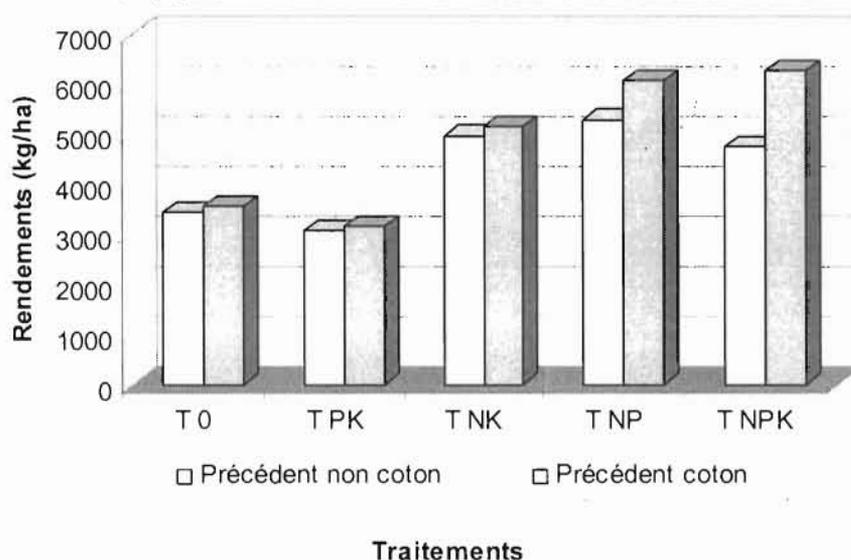


Figure 5 : Rendements paille du maïs en fonction de la fumure minérale et du précédent cultural des essais soustractifs

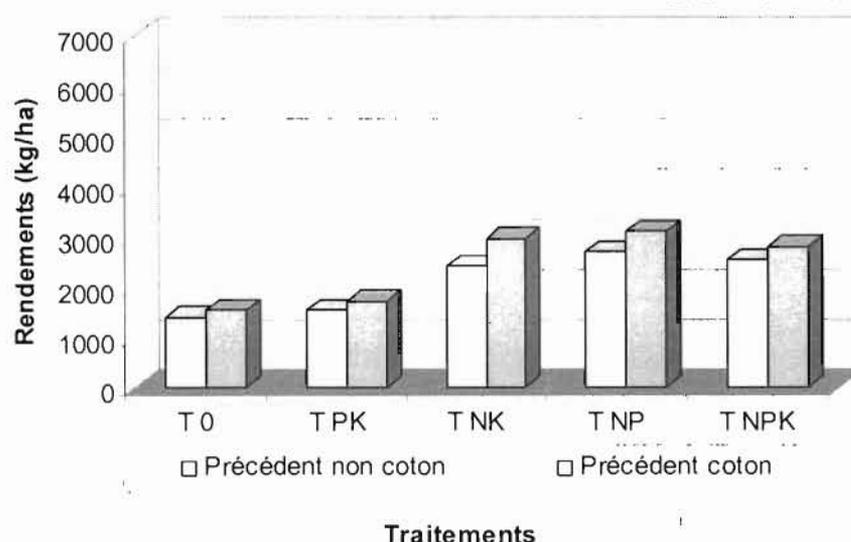


Figure 6 : Rendements grains du maïs en fonction de la fumure minérale et du précédent cultural des essais soustractifs

expliquent cela par leur faible fertilité originelle : faible taux de matière organique, et en bases échangeables, faible complexe absorbant etc.

La suppression du P ou du K d'une fumure azoté ne semble pas influencer sur le rendement du traitement. Les besoins en P et K du maïs semblent être couverts par l'apport du sol. Les sols de notre zone d'étude sont donc bien pourvus en P et K.

Les taux de recouvrement indiquent que des trois macro-éléments N, P et K apportés par les fertilisants minéraux, l'azote avec un taux de recouvrement supérieur à 30% a été le plus utilisé par les cultures. Le phosphore et le potassium apportés par les fertilisants n'ont été que très peu utilisés. Les fertilisants minéraux ont donc plus contribué à la nutrition en azote du maïs qu'à la nutrition en phosphore et en potassium. Ce résultat confirme d'une part, l'incapacité pour les sols de notre zone d'étude à couvrir les besoins en azote du maïs, et d'autre part leur aptitude à couvrir les besoins en phosphore et en potassium de la culture.

L'apport de la matière organique à la dose de 5t/ha n'a pas permis une augmentation significative des rendements du maïs. On peut donc penser que la minéralisation de la matière organique n'a pas été totale, et que l'effet de cette matière organique se fera certainement sentir à long terme, comme l'on montré certains auteurs (Piéri, 1989 ; Tayeb et al., 1996). En effet, si la libération des éléments minéraux du fumier se fait à une vitesse qui se rapproche au mieux à la demande des plantes du fait du faible rapport C/N (<20) de cette M.O, il n'en est pas de même pour une matière organique ayant un rapport C/N élevé, dont la minéralisation est beaucoup plus lente. L'absence d'effet de la matière organique pourrait donc être liée à la qualité des ordures ménagères utilisées comme source de M.O au cours de l'essai. On n'en déduit donc, que la dose de 5T/ha matière organique, du fait de sa lente minéralisation, a été insuffisante pour induire une augmentation significative des rendements.

On ne note pas de différence significative de rendement entre le précédent coton et le précédent céréale ou légumineuse. Seulement une légère amélioration des rendements a été notée en précédent coton. Ces résultats indiquent que les rendements du maïs ont été très peu influencés par le précédent cultural.

La combinaison de la fumure minérale, de la fumure organique et du précédent cultural n'indique pas d'« effet synergie » significatif entre ces trois facteurs. Seulement de légères augmentations ont été observées. L'« effet synergie » entre la fumure minérale et la fumure organique montré par Bado et al. (1997) et Ganry (1990) ; n'a donc été que très faible dans le cadre de l'expérience.

3.3. EFFET DES FORMULES DE L'ESSAI OPTION DE FERTILISATION

3.3.1. Résultats

➤ Rendements paille et grains des traitements minéraux

Les résultats sont présentés dans le tableau XIX.

Tableau XIX : Rendements paille et grains du maïs en fonction des traitements de fumure minérale des essais option fertilisation

Traitements	Rendement	Rendement
	Paille (kg/ha)	grains (kg/ha)
P0	2915 ^b ± 1400	1053,13 ± 500
P1	4405 ^a ± 1500	1687,5 ± 600
P2	4075 ^a ± 1500	1621,88 ± 600
P3	4335 ^a ± 1100	1440,63 ± 300
<i>Signification</i>	<i>HS</i>	<i>NS</i>
<i>Probabilité</i>	<i>0,001</i>	<i>0,15</i>

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

HS = Hautement Significatif ($P < 0,001$), NS = Non Significatif

Pour le rendement paille, on distingue deux groupes homogènes de traitements. Le premier groupe constitué par les traitements à base de NPK et d'urée (**P1**, **P2** et **P3**) qui enregistrent des rendements comparables diffère de façon très hautement significative du témoin (**P0**).

Pour le rendement grains, l'expérience ne révèle pas de différence significative entre les différents traitements. Cependant, les trois traitements à base de fumure minérale, **P1**, **P2** et **P3**, présentent des moyennes supérieures au témoin **P0**.

➤ Effet de la fumure organique sur les rendements du maïs

L'expérience ne révèle pas de différence significative entre les deux traitements (tableau XX). La moyenne des rendements des deux traitements par contre, indique que les parcelles qui ont reçu la matière organique donnent les rendements les plus élevés.

Tableau XX : Rendements paille et grains du maïs en fonction de la fumure organique des essais option fertilisation

Traitements	Rendement Paille (kg/ha)	Rendement grains (kg/ha)
Avec M.O.	4118,75 ± 1500	1454,69 ± 600
Sans M.O.	3746,25 ± 1500	1446,88 ± 600
Signification	NS	NS
Probabilité	0,19	0,96

NS= Non Significatif

➤ **Effet du précédent cultural sur les rendements du maïs**

L'examen du tableau XXI indique deux groupes homogènes de traitements distincts aussi bien pour le rendement grains que pour le rendement paille. Les traitements qui ont un précédent coton forment le groupe le plus productif et diffèrent de façon très hautement significative du groupe formé par les traitements qui ont un précédent céréale ou légumineuse.

Tableau XXI : Rendements paille et grains du maïs en fonction du précédent cultural des essais option fertilisation

Traitements	Rendement Paille (kg/ha)	Rendement grains (kg/ha)
Précédent coton	4960 ^a ± 1500	1875 ^a ± 600
Précédent céréale ou légumineuse	2905 ^b ± 1500	1026 ^b ± 600
Signification	THS	THS
Probabilité	< 0,001	< 0,001

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

THS = Très Hautement significatif ($p < 0,001$)

➤ **Effet combiné de la fumure minérale et de la fumure organique sur les rendements du maïs**

L'analyse statistique ne révèle pas de différence significative entre les traitements, aussi bien pour le rendement paille que pour le rendement grains en cas d'apport combiné fumure minérale plus fumure organique. Cependant, la

comparaison des moyennes montre que pour un même traitement minéral, les valeurs des rendements (paille et grains) sont plus élevés au niveau du traitement ayant reçu la fumure organique (figure 7 et 8)

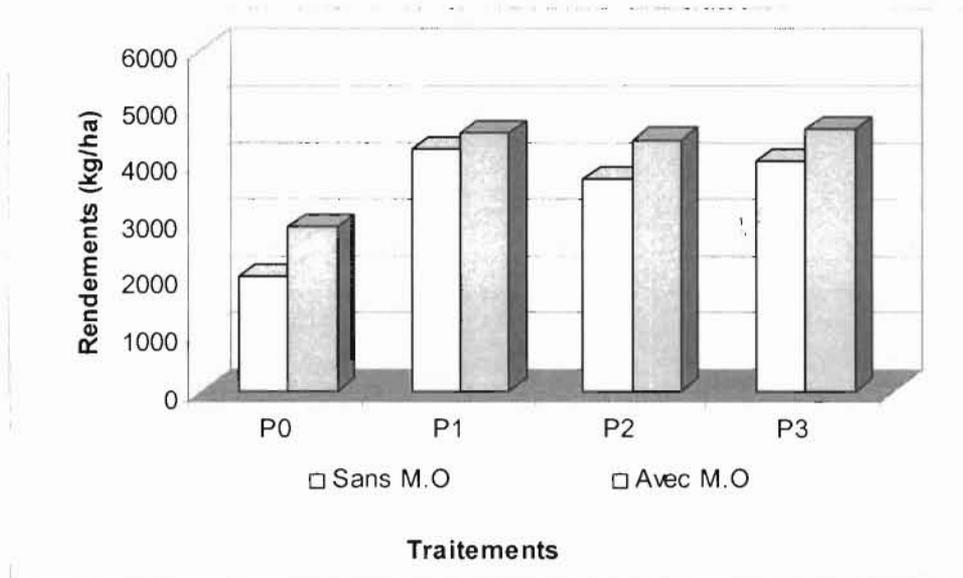


Figure 7 : Rendements paille du maïs en fonction de la fumure minérale et de la fumure organique des essais option fertilisation

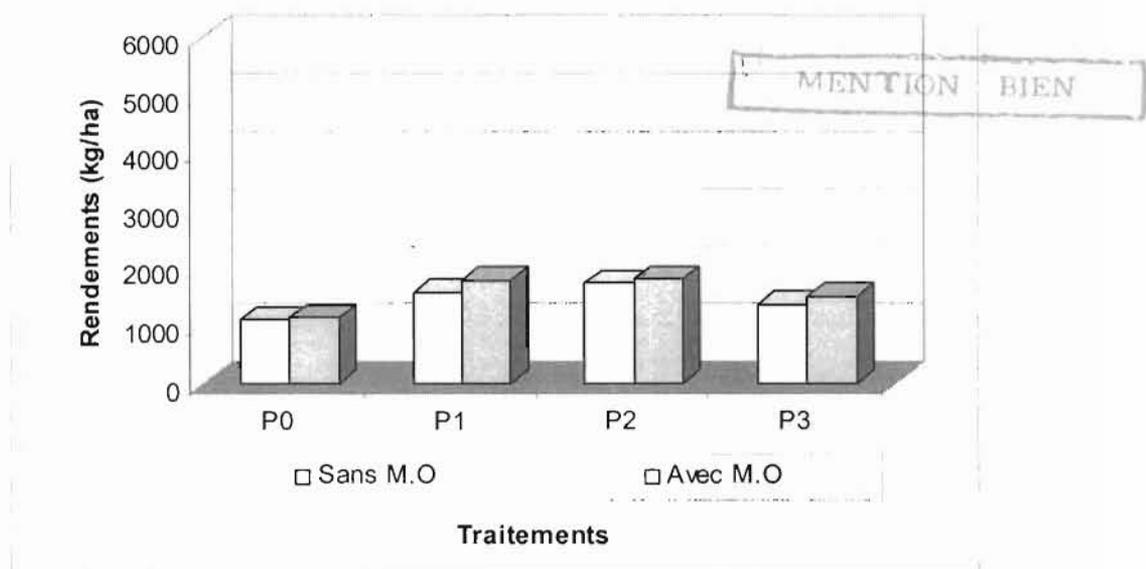


Figure 8 : Rendements grains du maïs en fonction de la fumure minérale et de la fumure organique des essais option fertilisation

➤ **Effet combiné de la fumure minérale et du précédent cultural sur les rendements du maïs**

Les résultats présentés dans les figures 9 et 10 montrent que les rendements grains et paille des traitements de fumure minérale qui ont un précédent coton donnent les rendements les plus élevés. L'expérience ne révèle cependant pas de différence significative de rendement entre le précédent coton et le précédent céréale ou légumineuse pour tous les traitements.

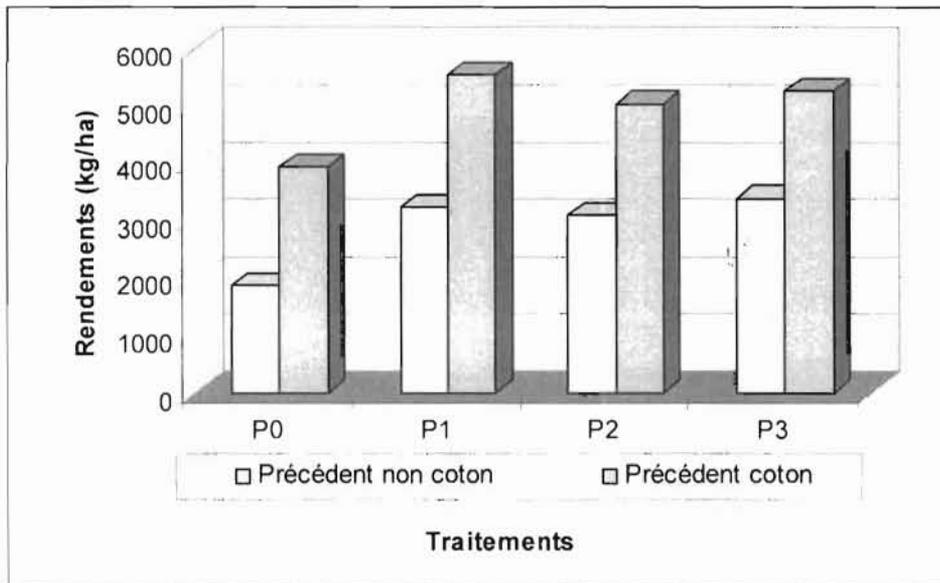


Figure 9 : Rendements paille du maïs en fonction de la fumure minérale et du précédent cultural des essais option fertilisation

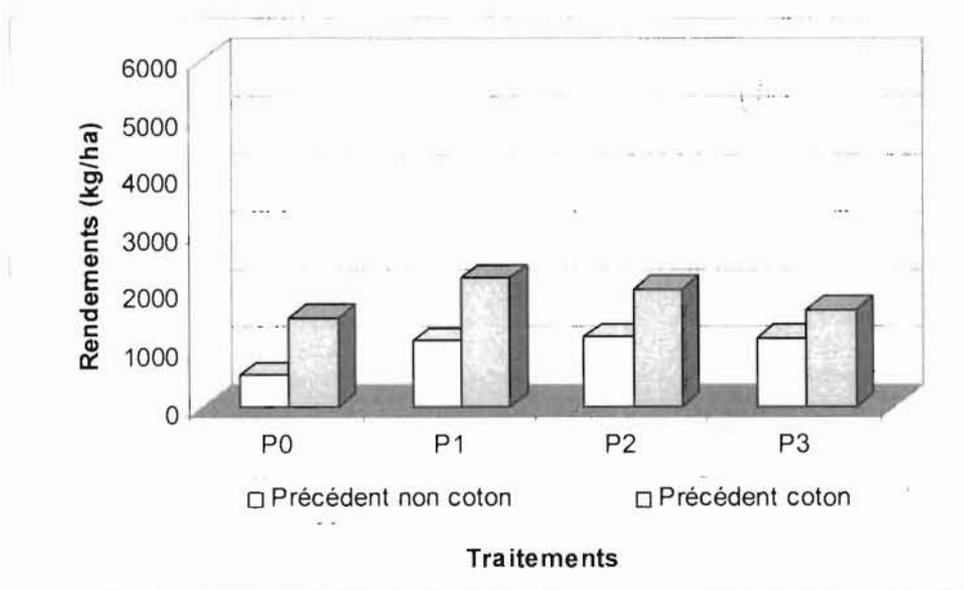


Figure 10 : Rendements grains du maïs en fonction de la fumure minérale et du précédent cultural des essais option fertilisation

3.3.2. Discussion

Les rendements obtenus avec les trois formules de fumure minérale 150kg NPK + 50kg urée, 100kg NPK + 100kg urée et 50kg NPK + 150kg urée indiquent que chacune d'elle induit une augmentation des rendements paille et grains du maïs. Ces trois formulent, qui diffèrent par la composition en NPK et urée, présentent par contre des rendements comparables. Ces résultats s'expliqueraient par le fait que chacune des trois formules apporte les trois éléments majeures N, P et K qui sont les principaux facteurs de croissance du maïs.

En effet, l'estimation des éléments fertilisants apportés à l'ha par les trois formules de fumure indique respectivement 45,5 kg N + 22,5 kg P + 22,5 kg K ; 61 kg N + 15 kg P + 15 kg K et 76,5 kg N + 7,5 kg P + 7,5 kg K. Chacune des trois formules apporte donc l'élément limitatif (l'azote) à une dose supérieure à 45kg/ha. Comme l'a montré Gros (1976), 50 kgN/ha peut être suffisant pour couvrir les besoins en azote du maïs lorsque la pluviométrie est incertaine. Au regard de la pluviométrie de la campagne agricole 2007, on peut penser aux conditions décrites par cet auteur, et par conséquent chaque formule aurait couvert les besoins en azote de la culture, d'où l'obtention de rendements comparables.

L'apport de la matière organique à la dose de 5T/ha n'a pas permis une augmentation significative des rendements du maïs, même si le niveau des rendements est plus élevé dans les parcelles ayant reçu un apport de matière organique. Ce résultat conduit à penser, que la dose de matière organique apportée aux cultures n'a pas été suffisante pour induire un effet significatif sur les rendements.

L'on a noté une augmentation hautement significative des rendements paille et grains du maïs en précédent coton par rapport au précédent céréale ou légumineuse au cours de cet essai. Ces résultats s'expliqueraient par l'« effet résiduel » de la fumure minérale du cotonnier.

Plusieurs auteurs expliquent l'augmentation de rendement induit par le précédent cotonnier, par le fait que les engrais apportés à la culture cotonnière ne sont pas entièrement exploités, et c'est le reliquat de ces engrais qui est mis en valeur par le maïs.

Ce résultat illustre l'avantage qu'il y'a à cultiver le maïs à la suite d'une culture cotonnière, et explique également l'importance de la rotation coton/maïs dans le système de culture.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La présente étude est une contribution à la gestion de la fertilité des sols pour la culture du maïs pluvial. Elle avait pour objectifs :

- de caractériser les systèmes de production pluviaux du maïs intégrant les pratiques de gestion de la fertilité des sols ;
- d'identifier les éléments nutritifs les plus limitatifs dans la production du maïs pluvial ;
- d'évaluer des options de fumure pour le maïs pluvial

L'étude a révélé trois principaux systèmes de cultures au sein du terroir : la monoculture continue, la polyculture continue et les systèmes avec jachère. Le système de culture se caractérise par une prédominance de la rotation coton/céréale et une faible utilisation de la fumure minérale et organique.

L'essai soustractif a révélé qu'en absence d'azote dans la fumure minérale, on enregistre les plus faibles rendements du maïs, alors que l'absence du phosphore ou du potassium n'affecte pas les rendements du maïs. On en conclut que l'azote est l'élément nutritif le plus limitatif dans la production du maïs dans notre zone d'étude et que les sols de la zone assurent une fourniture suffisante en phosphore et en potassium à la culture du maïs.

L'estimation du taux de recouvrement indique que parmi les trois éléments fertilisants apportés par les engrais, l'azote est l'élément le plus exploité par les cultures.

Les trois formules d'engrais testées donnent des rendements comparables qui permettent une amélioration des rendements du maïs.

L'étude a également révélé qu'un précédent coton peut permettre une augmentation significative des rendements du maïs.

Pour améliorer la fertilité des sols du maïs, il convient donc de renforcer l'utilisation de la fumure minérale à base d'azote, et aussi exploiter l'effet bénéfique du précédent cotonnier.

L'essai soustractif a révélé que l'azote est l'élément nutritif le plus le plus limitatif à la production du maïs dans la zone d'étude, cependant, en essai option fertilisation il n'a pas été noté de différence significative de rendements entre les trois formules de fumure ayant des doses différentes en azote. D'où la nécessité de poursuivre

l'étude en comparant des doses croissantes d'azote afin de déterminer la dose optimale à appliquer au maïs pluvial dans le terroir. De plus, l'action positive de la matière organique n'a pas été confirmée par l'étude, ce qui implique que les prochaines études devraient mieux caractériser la fumure organique pour s'assurer de leur qualité.

BIBLIOGRAPHIE

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. 243p.

Bacyé B., Somda S. et Boro A., 2001. Etude diagnostique de la fertilité des sols dans les systèmes de culture dans la zone cotonnière ouest du Burkina Faso. Rapport de recherche, Réseau SADAOC. 70p.

Bado B. V., Sedogo M. P., Cescas M. P., Lompo F. Et Bationo A., 1997. Effet à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso. *Agriculture Vol 6 N° 571-575*

Bado B. V., 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones Guinéennes et soudaniennes du Burkina Faso. Thèse de Philosophie Docteur (Ph. D). Université Laval, Québec. 184p.

Bationo A. et Mkwunye A. U., 1991. Role of manures and crop residue in alleviating soil fertility constraints to crop production with special reference to the Sahelian and Sudanian zone of West Africa. *Kluwer Academic Publishers 217-225.*

Bloem A. A. and Barnard R. O., 2001. Effect of annual legumes on soil nitrogen and on subsequent yield of maize and grains sorghum. *South-Africa-Journal-of-Plant-and-Soil 18(2): 56-61.*

BUNASOLS, 1985. Etat de connaissance de la fertilité des sols du Burkina. Document technique n°1. 50p.

BUNASOLS, 1990. Manuel pour l'évaluation des terres. Documents techniques N°6. 181p.

Dakouo D., 1991. Le maintien de la fertilité des systèmes de culture conduits en motorisation intermédiaire : cas de la zone cotonnière ouest du Burkina Faso. INERA, Programme coton/ESFIMA, Ouagadougou, 49p.

Dakouo D., Koulibaly B., Hien V., 1995. Agronomie et techniques culturales. Rapport annuel de la campagne 1994-1995, INRA, Programme coton, Ouagadougou, 81p.

Delville P., 1996. Gérer la fertilité des terres des pays du Sahel.

Duivendooden, N, van, C.T. de Wit et H. Van Keulen, 1996. Nitrogen, phosphorus and potassium relations in five major cereals reviewed in respect to fertilizer recommendations using simulation modelling. *Fertilizer Research* 44:37-49

FAO, 1987. Guide sur les engrais et la nutrition des plantes. Bulletin FAO, Engrais et nutrition végétale, 190p

Fontes J., Guinko S., 1995. Carte de la végétation et de l'occupation du sol au Burkina Faso : Notice explicative. Ministère de la coopération Française. 67 p.

Ganry F., 1990. Application de la méthode isotopique à l'étude de bilans azotés en zone tropicale sèche. Thèse Sciences naturelles, université de Nancy I. 354p.

Gros A., 1976. Engrais. Guide pratique de la fertilisation.

GRET-FAMW, 1990. Manuel d'agronomie tropicale. Appliquée à l'agriculture Haïtienne. 489p.

Guiraud G., 1984. Contribution du marquage isotopique à l'évaluation des transferts d'azote entre les compartiments organiques et minéraux dans les systèmes sol-plante. Thèse de Doctorat en Sciences Naturelles, Université P et M Curie, Paris VI. 335p.

Hema A., 2003. Contraintes liées à la production de la fumure organique dans la zone cotonnière ouest du Burkina Faso : cas des régions cotonnières de N'dorola, de Dédougou, de Houndé et de Banfora. Mémoire de fin d'étude, IDR, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

Hiema S., 2005. Caractérisation et classification de lignées de maïs. Mémoire de fin d'étude, IDR, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 71p.

Hien V., 1990. Pratiques culturales et évolution de la teneur en azote organique utilisable par les cultures dans un sol ferrallitique du Burkina Faso, Thèse docteur, INPL. 149p.

INERA, 1994. Evaluation externe du programme de recherche sur le coton et la culture cotonnière. Bobo-Dioulasso, 61p.

Kabrah Y., Yao N. R., Dea G. B. Et Couloud J. Y., 1996. Effet de l'apport d'engrais et de la matière organique sur le rendement en grains chez le maïs. Cahiers Agriculture 1996 ; 5 :189-93.

Mando A., 2004. Introduction à la gestion intégrée de la fertilité des sols : Principe des aspects technologiques. IFDC

Mugishawimana J., 2000. Impacte de la pluviométrie des dix dernières années sur la mise e place des cultures mécanisées en zone cotonnière ouest du Burkina Faso : cas du coton-maïs. Mémoire de fin d'étude, IDR, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 85p.

Pichot J., Sedogo M. P., Poulin J. F., 1981. Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence des fumures minérales et organiques. *Agronomie tropicale* N° 36 : 122-133.

Piéri C., 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Ministère de la coopération IRAT/CIRAD, 444p.

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

Roose E., 1981. Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrigineux tropicaux d'Afrique Occidentale. Travaux et Document de l'ORSTOM n° 130 Paris. pp 1-167.

Rouanet G., 1984. Le technicien d'agriculture tropicale : le maïs. Edition la Maisonneuve et Larose, Paris. 142p

Sanon M., 2003. Selection pour la résistance à l'helminthosporiose et à la sécheresse de lignées endogènes extraites de 4 variétés de maïs. Mémoire de fin d'étude. IPR/IFRA, Katibougou, Mali, 59p.

Sanou J., 1996. Analyse de la variabilité génétique des cultivars locaux de maïs de la zone de savane ouest africain en vue de sa gestion et de son utilisation. Thèse de Doctorat. ENSA de Montpellier, France. 96p.

Sanou J., 2003. Production du maïs au Burkina Faso. Effort de recherche pour le maïs riche en protéine. INERA, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 5p.

Sebillotte M., 1989. Fertilité et systèmes de production. « Écologie et Aménagement Rural ». INRA. 369p.

Sedogo M. P., 1993. Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse Doctorat. Université nationale de Cote d'Ivoire. 329 p.

Sedogo M. P., 1981. Contribution à l'étude de la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat semi-aride. Matière organique du sol, nutrition azoté des cultures. Thèse Docteur Ingénieur, INPL NANCY. 135p.

Tayeb A., Persoons E. H., 1995. Agronomie moderne. Bases physiologiques et agronomiques de la production végétale.

Yaro D. T., Iwuafor E. N. O., Chude V. O. and Tarfa B. D., 1997. Use of organique manure and inorganique fertilizer in maize production: A field evaluation. In strategy for sustainable maize production in west and central Africa, 237-239p.

ANNEXE

MENTION BIEN

Annexe 1

ANALYSE DE VARIANCE du rendement grains de l'essai option de fertilisation
=====

E.T.	C.V.	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA
VAR. TOTALE		%55332452.0	63	878292.88		
VAR. FACTEUR 1		3896668.00	3	1298889.38	1.83	0.1533
VAR. FACTEUR 2		972.00	1	972.00	0.00	0.9692
VAR. FACTEUR 3		%11517524.00	1	11517524.00	16.25	0.0003
VAR. INTER F1*2		475120.00	3	158373.33	0.22	0.8801
VAR. INTER F1*3		794200.00	3	264733.34	0.37	0.7754
VAR. INTER F2*3		821300.00	1	821300.00	1.16	0.2876
VAR. INTER F1*2*3		372288.00	3	124096.00	0.18	0.9124
VAR. BLOCS		5565112.00	3	1855037.38	2.62	0.0615
VAR. RESIDUELLE 1		%31889268.0	45	708650.38	841.81	58.0%

F1= fumure minérale, F2= fumure organique, F3= précédent cultural

ANALYSE DE VARIANCE du rendement paille de l'essai option de fertilisation
=====

E.T.	C.V.	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA
VAR. TOTALE		%245610528.0	79	3108994.00		
VAR. FACTEUR 1		%28817536.00	3	9605845.00	5.96	0.0014
VAR. FACTEUR 2		2775168.00	1	2775168.00	1.72	0.1914
VAR. FACTEUR 3		%84460544.00	1	84460544.00	52.39	0.0000
VAR. INTER F1*2		1474336.00	3	491445.34	0.30	0.8238
VAR. INTER F1*3		605448.00	3	201816.00	0.13	0.9439
VAR. INTER F2*3		2556064.00	1	2556064.00	1.59	0.2103
VAR. INTER F1*2*3		4051432.00	3	1350477.38	0.84	0.4810
VAR. BLOCS		%24148016.0	4	6037004.00	3.74	0.0088
VAR. RESIDUELLE 1		%96721984.00	60	1612033.13	%1269.66	32.3%

F1= fumure minérale, F2= fumure organique, F3= précédent cultural

ANALYSE DE VARIANCE du rendement grains de l'essai soustractif
=====

E.T.	C.V.	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA
VAR. TOTALE		%131055224.00	99	1323790.13		
VAR. FACTEUR 1		%36219224.00	4	9054806.00	13.64	0.0000
VAR. FACTEUR 2		1934904.00	1	1934904.00	2.91	0.0880
VAR. FACTEUR 3		2193368.00	1	2193368.00	3.30	0.0696
VAR. INTER F1*2		418808.00	4	104702.00	0.16	0.9562
VAR. INTER F1*3		567344.00	4	141836.00	0.21	0.9285
VAR. INTER F2*3		83496.00	1	83496.00	0.13	0.7241
VAR. INTER F1*2*3		157400.00	4	39350.00	0.06	0.9900
VAR. BLOCS		%39010976.00	4	9752744.00	14.69	0.0000
VAR. RESIDUELLE		%50469704.00	76	664075.06	814.91	35.6%

F1= fumure minérale, F2= fumure organique, F3= précédent cultural

ANALYSE DE VARIANCE du rendement paille de l'essai soustractif

=====

E.T.	C.V.	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA
VAR.TOTALE		%375924896.00	99	3797221.25		
VAR.FACTEUR 1		%97522400.00	4	24380600.00	19.19	0.0000
VAR.FACTEUR 2		1488352.00	1	1488352.00	1.17	0.2825
VAR.FACTEUR 3		4452064.00	1	4452064.00	3.50	0.0619
VAR.INTER F1*2		485664.00	4	121416.00	0.10	0.9804
VAR.INTER F1*3		%12066432.00	4	3016608.0	2.37	0.0589
VAR.INTER F2*3		3168480.00	1	3168480.00	2.49	0.1144
VAR.INTER F1*2*3		1107504.00	4	276876.00	0.22	0.9262
VAR.BLOCS		%159053392.00	4	39763348.0	31.29	0.000
VAR.RESIDUELLE		%96580608.00	76	1270797.50	%1127.30	24.2%

F1= fumure minérale, F2= fumure organique, F3= précédent cultural

V. Type d'équipement disponible/animaux de trait							
nature		qté	mode d'acquisition	nature		qté	mode d'acquisition
1	charrue			6	motopompe		
2	triangle sarclieur			7	bœufs de trait		
3	butteur			8	âne		
4	pulvérisateur			9	semoir		
5	charrette			10	autres		
VI. Sources de production de la fumure organique							
	sources	superficie (ha)	nombre	sombre de charrettées	dose calculée kg/ha		
1	fosses fumières						
2	étables fumière						
3	composts en tas						
4	parcs d'hivernage*						
5	ordures ménagères						
6	autres						
VII. Pratiques de gestion des ressources naturelles							
	nature	superficie (ha)	autres consignes sur les pratiques				
1	cordons pierreux						
2	jachère améliorée						
3	reboisement						
4	mise en défens						
5	végétalisation						
6	autre						
VIII. Pratique de la rotation culturale (1)							
	culture de case	précédent		culture de brousse	précédent		
1			1				
2			2				
3			3				
4			4				

IX. Consommation d'intrants agricoles (3)

nature	cultures importantes de la dernière année				années agricoles			
	coton	maïs	sorgho	PIV°	Dernière	an moins 1	an moins 2	an moins 3
superficie en ha								
semences certifiées (kg)								
NPK (sacs)								
Urée (sacs)								
Burkina phosphate (sacs)								
Herbicides (litres)								
Insecticides (litres)								
autres								

X. Produits agricoles et usages (destinations)

nature	grandes cultures (principales)				autres productions (secondaires) mises sur le marché			
	coton	maïs	sorgho	PVI°	1. arachide	2. sésame	3.	4.
sup. en ha								
production								
rendement								
autoconsommation								
quantités vendues (4)								
recettes								

XI. Calendriers culturaux et pratiques agricoles

Spécifications	Type de travail du sol	Période semis	Désherbage			Ecartement	Amendement	Fertilisation	
			Sarcl.1	Sarcl.2	Sarcl.3			NPK	urée
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
Etc.									

Annexe 3

Fiche de suivi des parcelles

Dates de réalisation des opérations culturales		Traitements sans fumier					Traitements avec fumier				
		T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
Préparation du sol											
Apport de fumier											
Semis											
Sarclage 1 :											
2 :											
1 ^{er} Fertilisation											
Date :											
Nature et quantité											
2 ^{er} Fertilisation											
Date :											
Nature et quantité											
Buttage											
Récolte											
Pesées parcellaires	Paille										
	grains										
Rendement (kg/ha)	Paille										
	grains										

Annexe 4

Tableau a : Effet combiné de la fumure minérale et de la fumure organique sur les rendements du maïs : Essai soustractif

Traitements	Rendement paille (kg/ha)		Rendement grain (kg/ha)	
	Avec M.O	Sans M.O	Avec M.O	Sans M.O
T 0	3740	3270	1635	1310
T PK	3585	3265	1880	1409
T NK	5160	5010	2855	2560
T NP	5800	5590	3030	2805
T NPK	5570	5500	2725	2650
Signification	NS		NS	
Probabilité	0,98		0,98	

NS= Non Significatif

Tableau b : Effet combiné de la fumure minérale et du précédent cultural sur les rendements du maïs : Essais soustractif

Traitements	Rendement paille (kg/ha)		Rendement grain (kg/ha)	
	Précédent coton	Précédent céréale ou légumineuse	Précédent coton	Précédent céréale ou légumineuse
T 0	3560	3450	1535	1410
T PK	3770	3680	1730	1559
T NK	5180	4990	2975	2440
T NP	6080	5310	3115	2720
T NPK	6300	4760	2815	2560
Signification	NS		NS	
Probabilité	0,058		0,92	

NS = non significatif ($p > 0,05$)

Tableau c : Effet combiné de la fumure minérale et de la fumure organique sur les rendements du maïs : Option fertilisation

Traitements	Rendement paille (kg/ha)		Rendement grain (kg/ha)	
	Avec M.O	Sans M.O	Avec M O	Sans M.O
P0	2900	2830	1006,25	1100,00
P1	4550	4260	1793,73	1581,25
P2	4415	3735	1812,50	1731,25
P3	4610	4060	1506,25	1375,00
<i>Signification</i>	NS		NS	
<i>Probabilité</i>	0,82		0,88	

NS= Non Significatif ($p>0,05$)

Tableau d : Effet combiné de la fumure minérale et du précédent cultural sur les rendements du maïs : Option fertilisation

Traitements	Rendement paille (kg/ha)		Rendement grain (kg/ha)	
	Précédent coton	Précédent céréale ou légumineuse	Précédent coton	Précédent céréale ou légumineuse
P0	3950	1880	1550,00	556,25
P1	5570	3240	2225,00	1150,00
P2	5050	3100	2037,5	1206,25
P3	5270	3400	1687,5	1193,75
<i>Signification</i>	NS		NS	
<i>Probabilité</i>	0,94		0,77	

NS = non significatif ($p>0,05$)

Annexe 5

Dispositif expérimental par producteur : Essai soustractif

T 0: 0N0P0K	T PK: 0N30P30K	T NK: 100N0P30K	T NP: 100N30P0K	T NPK: 100N30P30K
------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------

Avec apport de matière organique

T 0: 0N0P0K	T PK: 0N30P30K	T NK: 100N0P30K	T NP: 100N30P0K	T NPK: 100N30P30K
------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------

Sans apport de matière organique

Dispositif expérimental par producteur : Essai option de fertilisation

P0 : sans engrais	P1 :150NPK+ 50 urée	P2 :100NPK+ 100 urée	P3 :50NPK+ 150u rée
------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------

Avec matière organique

P0 : sans engrais	P1 :150NPK+ 50 urée	P2 :100NPK+ 100 urée	P3 :50NPK+ 150u rée
------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------

Sans matière organique

ANNEXE 6
QUELQUES MÉTHODES D'ANALYSE EFFECTUÉES AU LABORATOIRE
CHIMIE DES SOLS DE L'ICRISAT, CENTRE SAHÉLIEN

<u>ANALYSE/METHODE</u>	<u>EXTRACTION</u>	<u>DETERMINATION QUANTITATIVE</u>
pH-H ₂ O (1:2.5)	Eau distillée	Potentiométrie: Lecture directe au pH-mètre
Conductivité Electrique (CE _{2.5})	Eau distillée (Rapport, 1:2.5)	Lecture directe au Conductimètre
pH-KCl (1:2.5)	KCl <u>1M</u>	Potentiométrie: Lecture directe au pH-mètre
Acidité d'Echange (H ⁺ & Al ³⁺)	KCl <u>1M</u>	Titration avec NaOH pour H ⁺ +Al ³⁺ et Titration avec HCl pour Al ³⁺
Bases Echangeables (Na ⁺ , K ⁺ Ca ²⁺ , Mg ²⁺)	AgTU 0.01 <u>M</u>	Spectroscopie d'Absorption Atomique pour Ca-Mg et Spectroscopie d'émission de flamme pour Na et K
Capacité d'Echg. Cationique) (méthode Argent Thiourée)	AgTU 0.01 <u>M</u>	Lecture Ag par Spectro d'Abs. Atomique
Phosphore Assimilable (méthode Bray 1)	HCl 0.025 <u>N</u> & NH ₄ F 0.03 <u>N</u>	Colorimétrie: Methode du complexe Molybdo- Phosphate réduit à l'acide ascorbique
Phosphore Total (Sols & Plantes)	Digestion H ₂ SO ₄ + Acide Salicylique+ H ₂ O ₂ et Sélénium	Colorimétrie: Méthode du complexe Molybdo-Phosphate réduit à l'acide ascorbique
Azote Total (Sols & Plantes)	Même extrait que le Phosphore total	Par colorimétrie à l'Auto analyseur en utilisant la réaction de Berthollet
K, Ca et Mg Totaux (Plantes)	Même extrait que le Phosphore total	Spectroscopie d'Absorption Atomique pour Ca-Mg et Spectroscopie d'Emission de flamme pour K
Carbone Organique (Méthode Walkley & Black)	Oxydation de la Mat. Org. avec un mélange de H ₂ SO ₄ et K ₂ Cr ₂ O ₇	Titration de la quantité restante de K ₂ Cr ₂ O ₇ avec du Sulfate Ferreux

Granulométrie (Tamisage & Pipetage)	Oxydation de la Mat. Org. avec H ₂ O ₂ Dispersion avec une solution de (NaPO ₃) ₆	Tamisage pour les particules >50µm Pipetage pour les particules <50µm
Polyphenols/Tannins	Extraction à 77-80°C Dans 50% Méthanol	Colorimétrie par le Réactif de Folin-Denis

NB: Le manuel de référence pour ces méthodes d'analyse (exception faite pour Polyphenols, N, P, K, Ca, Fe, Zn et Mg totaux) est le suivant: *Technical Paper No. 9, PROCEDURES FOR SOIL ANALYSES*

FOURTH EDITION, Edited by L. P. van Reeuwijk, 1993
INTERNATIONAL SOIL REFERENCE AND INFORMATION CENTRE (ISRIC)

Pour Polyphenols, le manuel de référence est le manuel de travail du TSBF/Kenya-Nairobi

Pour N, P, K, Ca, Fe, Zn et Mg totaux, se référer à:

Soil Analysis Procedures, Other Procedures
(Soil and Plant Analysis, Part 5B), Syllabus'1995
Edited by V. J. G. Houba, J. J. van der Lee and I. Novozamsky
Department of Soil Science and Plant Nutrition / Wageningen Agricultural University