

BURKINA FASO

Unité- Progrès- Justice

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPERIEUR (MESS)

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO (UPB)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL (IDR)



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du

Diplôme d'ingénieur du développement rural

Option : Agronomie

THEME :

Etude des impacts agro-pédologiques des apports continus et en rotation de fertilisants organo-minéraux sur le cotonnier en stations de recherche : cas de Saria et Farako-Bâ

Présenté par : Sy Serge Henri TRAORE

**Maîtres de stage : Pr Michel SEDOGO
Dr Karim TRAORE**

Directeur de mémoire : Dr Bernard BACYE

N°: .../2012/AGRO

Juin 2012

TABLE DES MATIERES

Pages

TABLE DES MATIERES	iv
REMERCIEMENTS	v
SIGLES ET ABREVIATIONS	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES FIGURES.....	ix
RESUME.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : Synthèse bibliographique	3
I-Notion de fertilité des sols	3
I-1 Définition de la fertilité	3
I-1-1 Fertilité biologique.....	3
I-1-2 Fertilité physique	3
I-1-3 Fertilité chimique.....	4
I-2- Influence de l'engrais minéral et de la matière organique sur la fertilité des sols.....	4
I-2-1 Matière organique sur la fertilité des sols	4
I-2-2 Effets des engrais minéraux sur la fertilité des sols.....	5
I-3- Effets de la gestion à long terme des nutriments sur la fertilité des sols.....	6
II- Incidence des systèmes de culture sur la fertilité des sols : Rotations culturales et précédents culturaux	6
III- Problématique de la gestion de la fertilité des sols dans les agrosystèmes cotonniers du Burkina Faso.....	8
IV- Généralités sur le cotonnier.....	8
4-1 Botanique	8
4-2 Morphologie du cotonnier	9

4-3 Mode de croissance et développement de la plante.....	11
4-4 Quelques particularités du cotonnier	11
4-5 Principaux ennemis du cotonnier	13
4-5-1- Adventices.....	13
4-5-2- Maladies du cotonnier.....	13
4-5-3- Principaux ravageurs du cotonnier.....	14
Chapitre II : Matériels et méthodes d'étude	16
I- Matériel	16
I-1- Généralités sur les sites d'étude	16
I-1-1- Station de Saria	16
I-1-1-1 Localisation	16
I-1-1-2 Climat.....	17
I-1-1-3- Végétation	17
I-1-1-4- Sols.....	18
I-1-2- Station de Farako-Bâ.....	18
I-1-2-1- Localisation	18
I-1-2-2- Climat.....	18
I-1-2-3- Végétation	19
I-1-2-4- Sols.....	19
I-2- Matériel végétal.....	19
I-3- Sol.....	20
II- Méthodes	21
II-1- Dispositifs expérimentaux.....	21
II-1-1- Essai entretien de la fertilité de Saria	21
II-1-2- Essai recyclage des résidus de cultures de Farako-Bâ	21
II-2- Pratiques culturales utilisées au niveau des dispositifs	22
II-3- Mesures et observations.....	22

II-3-1- Mesures et observations agronomiques	22
II-3-2- Echantillonnage des sols	22
II-3-3- Analyses au laboratoire	22
II-3-4- Calcul de l'efficacité agronomique des fumures (EAF)	24
II-3-5- Analyse des données	24
Chapitre III : Résultats et discussion	25
A- Effets des apports continus de fertilisants sur le cotonnier	25
I- Efficacité agronomique des fertilisants	25
Conclusion partielle	26
II- Impact des apports continus de fertilisants sur le comportement du cotonnier	26
II-1- Effets sur la hauteur des plants et le nombre de capsules/ha	27
II-1-1- Résultats	27
II-1-1-1- Effets sur la hauteur des plants	27
II-1-2-1- Effets sur le nombre de capsules/ha	28
II-2- Effets des systèmes de culture sur le rendement	30
II-2-1- Résultats	30
II-2-2- Discussion	31
Conclusion partielle	32
B- Impact des apports à long terme des fertilisants sur les paramètres chimiques du sol	33
1- Résultats	33
2- Discussion	35
Conclusion partielle	35
Conclusion générale	36
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	38
ANNEXES	I

DEDICACE

A mon père Sy TRAORE et à ma maman Mariamou TRAORE née OUATTARA, ce travail est le fruit de vos encouragements et soutien à toujours aller de l'avant

A mes sœurs, Diè Félicité, Ga Adeline et Diè Florence pour leurs soutiens multiformes

REMERCIEMENTS

Le présent mémoire est l'aboutissement d'un long processus de formation au cours duquel j'ai bénéficié du soutien de plusieurs personnes. C'est le lieu pour moi de leur témoigner, toute ma gratitude :

Au **Pr P. Michel SEDOGO**, chercheur à l'INERA/Kamboinsé, notre maître de stage, pour l'encadrement qu'il nous a assuré, et aussi pour nous avoir accepté dans son laboratoire ;

Au **Dr Karim TRAORE**, Chef du Programme Coton (GRN/SP-Ouest), notre co-maître de stage, pour l'encadrement qu'il m'a assuré et aussi pour son soutien matériel ;

Au **Dr Bernard BACYE**, Enseignant-Chercheur à l'IDR, notre directeur de mémoire, qui n'a ménagé aucun effort pour l'aboutissement de notre travail ;

Aux **Dr Zacharia GNANKABARY, Dr Moussa BONZI et Dr Ablasseé BILGO**, tous chercheurs à l'INERA/Kamboinsé pour leur contribution à l'amélioration de notre document ;

J'exprime ma reconnaissance à tout le corps enseignant de l'IDR, pour nous avoir fournis un enseignement de qualité ;

Nous adressons nos sincères remerciements à :

- **Mr. Noufou OUANDAOGO** responsable technique au laboratoire Sol-Eau-Plante de Kamboinsé, pour son soutien multiforme ;
- **Mr B. Mathias POUYA**, Doctorant FERSOL/CILSS auprès de l'INERA/Kamboinsé, pour ses critiques, ses conseils, ses suggestions et le suivi constant qu'il nous a accordé ;
- **Mr. Moumini MOYENGA** pour son assistance lors des analyses au laboratoire et aussi dans la présentation du document ;
- **Mr. RAMDE Martin, M. KABORE Jean-Paul, M. OUEDRAOGO Alain, M. SAKANDE Ali, Mme OUEDRAOGO Antoinette**, qui nous ont assistés pendant les différentes manipulations au laboratoire ;

- Aux Techniciens et agents de bureau du Programme GRN/SP-Ouest **Tiékoura TRAORE, Amoro OUATTARA**, pour nous avoir créé un cadre agréable de travail à Farako-Bâ ;
- La famille **TRAORE** particulièrement à **Mr Sadio TRAORE** et son épouse, pour m'avoir accueilli et hébergé chez eux tout au long de mon séjour à Ouagadougou ;
- Mes Collègues stagiaires du laboratoire Sol-Eau-Plante, **Anis Brazzi Phares BICABA, Salif GANAME, Idrissa OUEDRAOGO et W. Elie SIBONE**, pour les moments agréables passés ensemble ;
- Aux aînés : **Innocent KIBA, Mariam KIBA/SOMA, Issaka SENOU, Assita TIENDREBEOGO, Adama OUATTARA**, pour leur soutien et encouragement ;
- Mes amis : **Benoît, Ousame, Lévi, Prosper, Sidoine, Badra, Hervé** et mes camarades de la promotion et à tous ceux qui m'ont toujours soutenu durant mon parcours scolaire et académique.

SIGLES ET ABREVIATIONS

ANOVA : Analysis of Variance

CEC : Capacité d'Echange Cationique

C.R.R.E.A : Centre Régional de Recherches environnementales et Agricoles

EAF : Efficacité Agronomique des fumures

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

fm : Fumure minérale faible

fm+fo : fumure minérale faible + fumure organique

fm+r : fumure minérale faible + résidus de culture

FM : Fumure Minérale forte

FM+FO : Fumure Minérale forte + Fumure Organique

GIFS : Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols

IDR: Institut du Développement Rural

INERA : Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricole

INSD : Institut National des Statistiques et de la Démographie

M.O : Matière Organique

OGM : Organisme Génétiquement Modifié

P.I.B : Produit Intérieur Brut

SOFITEX : Société des Fibres et Textiles du Burkina Faso

UPB: Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso

LISTE DES TABLEAUX

Pages

Tableau I : Caractéristiques physico-chimiques du sol (0-20 cm) de la station de Saria	20
Tableau II : Caractéristiques physico-chimiques du sols de Farako-Bâ.....	20
Tableau III : Efficacité agronomique des types de fumures sur le coton-graine de l'essai recyclage de Farako-Bâ.....	25
Tableau IV : Efficacité agronomique des types de fumures sur la production coton-graine de l'essai entretien de la fertilité de Saria	26
Tableau V : Caractéristiques chimiques des sols prélevés à la profondeur 10 cm dans l'essai recyclage à Farako-Bâ.....	33

LISTE DES FIGURES

Pages

Figure 1 : Structure simplifiée d'un cotonnier pendant la période de fructification	10
Figure 2 : Carte climatique des sites d'études	16
Figure 3 : Pluviométrie et nombre de jours de pluie de Saria de 1978-2011	17
Figure 4 : Pluviométrie et nombre de jours de pluie de Farako-Bâ de 1993-2011	19
Figure 5 : Hauteurs moyennes des cotonniers récoltés selon les rotations et type de fumures (Essai recyclage de Farako-Bâ).....	27
Figure 6 : Hauteurs moyennes des cotonniers récoltés selon les fumures (Essai entretien de Saria)	28
Figure 7 : Nombre moyen de capsules/ha des cotonniers selon les rotations et type de fumures (Essai recyclage de Farako-Bâ).....	29
Figure 8 : Nombre moyen de capsules/ha des cotonniers selon les fumures (Essai entretien de Saria)	29
Figure 9 : Rendements coton-graine (kg/ha) selon les rotations et type de fumures (Essai recyclage de Farako-Bâ).....	30
Figure 10 : Rendements coton-graine (kg/ha) selon les fumures (Essai entretien de Saria)....	31

RESUME

Dans un contexte marqué par la baisse des rendements et la dégradation des principales propriétés physiques, chimiques, et biologiques des sols, le projet FERSOL/CILSS en collaboration avec l'unité de recherche de l'INERA/Kamboinsé a initié cette étude dans l'optique d'une gestion optimale et durable de la fertilité des sols dans les agrosystèmes cotonniers.

Deux essais longue durée (environ 20 ans et 50 ans d'exploitation) ont été conduits sur des sols ferrugineux en zone soudano-guinéenne et soudano-sahélienne à savoir : l'essai recyclage des résidus de Farako-Bâ et l'essai entretien de la fertilité de Saria en utilisant des formules de fumure minérale (forte et simple), fumure minérale+dolomie, fumure minérale+résidus de culture et fumure organo-minérale. Les rendements des cultures, les paramètres chimiques et l'efficacité agronomique ont permis d'évaluer les effets agro-pédologiques des différents apports de fertilisants au niveau des systèmes de production à base de cotonnier dans deux zones agro-écologiques.

Les résultats sur 20 ans et 40 ans de culture respectivement de Farako-Bâ et de Saria, montrent que les rendements baissent suite à l'application continue des engrais minéraux exclusivement. Ils montrent également qu'en culture continue du cotonnier, l'engrais complexe NPK+dolomie est le type de fumure le plus efficace. D'une manière générale, les résultats ont montré le rôle spécifique de la matière organique et de la dolomie sur le rendement coton-graine. Ainsi, le maintien des productions à des niveaux élevés, passe par l'utilisation conjointe de la matière organique en l'occurrence le fumier ou de la dolomie et des engrais chimiques.

L'étude recommande donc l'utilisation conjointe de la dolomie à la fumure minérale d'une part et de la fumure organo-minérale d'autre part pour assurer des rendements élevés et une durabilité des systèmes de production.

Mots clés : Systèmes de production, Essai longue durée, Maintien de la fertilité, Burkina Faso

ABSTRACT

In a context characterized by lower yields and degradation of the main physical, chemical, and biological properties of soils, the project FERSOL / CILSS in collaboration with the research unit of INERA / Kamboinse initiated this study in optimal management and sustainable soil fertility in cotton agroecosystems.

Two long-term trials (about 20 years and 50 years of operation) were conducted on ferruginous soils in the Sudano-Guinean and Sudano-Sahelian include: testing of recycling residues Farako Ba-maintenance and testing Saria fertility using formulas of fertilizers mineral (strong and simple), dolomite + mineral fertilizer, mineral fertilizer + crop residues and organic-mineral fertilizer. Crop yields, the chemical parameter and agronomic efficiency were used to assess the effects of different agricultural soil fertilizer inputs in production systems based on cotton in two agro-ecological zones.

The results of 20 years and 40 years of culture, respectively Farako-Ba and Saria, show that yields decrease due to the continued application of mineral fertilizers only. And that continuous cultivation of cotton, complex fertilizer NPK + dolomite is the type of fertilizer the most efficient. In general, the results showed the specific role of organic matter and dolomite on seed cotton yield. Thus, maintaining production at high levels, through the combined use of organic matter in this case the manure or chemical fertilizers and dolomite.

The study therefore recommends the combined use of dolomite in mineral fertilizer on the one hand and organo-mineral fertilizer on the other hand to ensure high yields and sustainability of production systems.

Key words: Production Systems, Long term test, Continuing fertility, Burkina Faso

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La durabilité des systèmes de production et le maintien de la fertilité des sols sont des problèmes que rencontrent les exploitations agricoles de la plupart des pays de l'Afrique Subsaharienne et plus particulièrement celles du Burkina Faso. Les causes sont entre autre : (1) les pèjorations climatiques (Somé, 1996 ; Bationo and Buerkert, 2001), (2) l'insécurité foncière, (3) la non maîtrise des techniques culturales en matière de gestion de la fertilité (Mills et al., 2003 ; Yemefack *et al.*, 2004) , (4) l'absence ou le manque de jachère et (5) la baisse récurrente de la fertilité des sols (Bado., 2002 ; Djouara *et al.*, 2006 ; Autfray, 2009) .

Au Burkina Faso, l'agriculture constitue un secteur important dans l'économie, elle est la principale activité et repose essentiellement sur les cultures pluviales. Au cours de ces dernières décennies, les surfaces en cotonnier ont beaucoup augmentés et une importance particulière a été accordée au coton car il contribue à près de 31% dans la composition du P.I.B et occupe environ 85% de la population active du Burkina (INSD, 2008).

Cependant, la dynamique extensive des systèmes actuels à base du cotonnier met des limites objectives à la durabilité des systèmes de production. En effet, diverses études (Charreau *et al.*, 1978; Sédogo, 1993, Lompo, 2008, Ouattara, 2009) ont montré que dans les agrosystèmes traditionnels, la mise en culture des terres entraîne une baisse rapide de leur productivité (3-5 ans) en raison d'une dégradation des principales propriétés physiques, chimiques, biochimiques et biologiques des sols ce qui constitue une menace pour la sécurité alimentaire à moyen et à long terme. Aussi, plusieurs études (Spack 1997 ; INERA, 2000 ; Simonsson, 2005) ont montrées que les forts taux de dégradation des sols et de pression sur le sol se trouvent principalement dans les agrosystèmes cotonnier. De toute évidence, les terres agricoles connaissent dans le processus de mise en valeur et d'exploitation, une perte d'éléments nutritifs dont l'importance s'accroît au fur et à mesure que le processus dure, avec pour conséquence une baisse des rendements. Pour faire face à cette situation et surtout assurer une durabilité des systèmes de production, les structures de recherche ont mis au point des formules de fumures et des pratiques culturales pour la plupart des espèces cultivées. Les différentes formules proposées ont été ajustées au fil du temps en fonction de l'état des connaissances sur les caractéristiques intrinsèques des sols. A cet effet, il est fait recours à des dispositifs de longue durée. C'est le cas de l'essai "Entretien de la fertilité des sols" à Saria et de l'essai « Recyclage des résidus de cultures » à Farako-Bâ.

Dans un tel contexte marqué par la baisse de la fertilité des sols et des rendements, il faut trouver des solutions permettant de restaurer et/ou de maintenir la fertilité des sols pour une optimisation des rendements. La présente étude intitulée « *Etude des impacts agro-pédologiques des apports continus et en rotation de fertilisants organo-minéraux sur le cotonnier en stations de recherche : cas des essais longue durée de Saria et Farako-Bâ* » se veut originale et capitale pour plusieurs raisons :

- Elle permet de faire une capitalisation des informations disponibles sur lesdits essais ;
- Elle permet aussi sur une filière aussi importante que celle du coton de mieux comprendre la dynamique liée aux modes de gestion de la fertilité et de faire des propositions à même d'assurer une durabilité des systèmes de production.

En effet, si les travaux concernant les modes de gestion de la fertilité dans le cadre des GIFS sont nombreux, il existe très peu d'études jusqu'à présent qui ont pris en compte la dimension capitalisation des données dans les différentes stations de recherche et portant sur la culture du coton. Notre objectif majeur est d'évaluer les effets des modes de gestion à long terme des fertilisants dans les essais de Saria et de Farako-Bâ.

De cet objectif, il s'agira spécifiquement pour nous de :

- ✓ Déterminer l'impact agronomique de la gestion à long terme des fertilisants sous systèmes de production à base de cotonnier ;
- ✓ Evaluer l'impact des apports répétés de ces fertilisants sur quelques caractéristiques chimiques des sols dans les systèmes de production à base de cotonnier ;

Cette recherche est conduite selon les deux hypothèses suivantes : (1) l'application continue des fertilisants mixtes organo-minéraux sur le cotonnier a un impact positif sur sa production ; (2) l'utilisation à long terme des fertilisants a un impact sur les caractéristiques chimiques du sol.

Trois (03) chapitres composent ce mémoire : le premier est consacré à la synthèse bibliographique qui retrace les connaissances actuelles en matière de Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols (GIFS) et une généralité sur le cotonnier ; le second aborde le matériel et la méthodologie ; et enfin le troisième traite des résultats et discussion.

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

I-Notion de fertilité des sols

I-1 Définition de la fertilité

Du point de vue agronomique, la fertilité se définit comme étant l'aptitude à produire d'un sol. Dans la conception globale, la fertilité du sol est un potentiel de production végétale dont l'appréciation est liée à la connaissance des différentes composantes et principalement les composantes physiques, chimiques et biologiques (Millogo., 2002).

Selon Soltner (1986), la fertilité d'un sol est la résultante de ses bonnes propriétés physiques, chimiques et biologiques. Ainsi, il apparaît que les différentes composantes de la fertilité sont liées; d'où la nécessité de les définir succinctement.

I-1-1 Fertilité biologique

La fertilité biologique d'un sol est la résultante de l'activité de plusieurs groupes d'êtres vivants tels que la macrofaune, la mésofaune et les micro-organismes

Les activités microbiennes consistent entre autre à la transformation de la matière organique et des substrats minéraux, à la biosynthèse de l'humus, aux actions spécifiques de fixation de l'azote et de dénitrification et enfin aux actions diverses (modifications du pH, rôle sur la structure...).

Roose (1977) et Soltner (1986) soulignent que ces activités microbiennes influencent considérablement la fertilité chimique et physique du sol.

I-1-2 Fertilité physique

D'après Delomon (1968), l'état structural et la capacité de rétention de l'eau constituent les facteurs physiques essentiels de la fertilité des sols. Concernant la structure qui correspond au mode d'assemblage des constituants minéraux et organiques du sol, elle détermine l'aération dont dépendent la croissance du végétal et l'activité biologique du sol. L'état structural intervient dans la croissance du système racinaire et dans le transfert des facteurs de croissance (eau, oxygène et éléments minéraux). En zone tropicale sèche les structures des sols sont fragiles et mal développées (Boyer, 1983). Cependant le même auteur indique que les types de structures les plus répandus sont assez favorables à l'agriculture.

Quant à l'eau, elle constitue le principal facteur limitant qui plafonne la production végétale et fait varier les rendements d'une année à l'autre. La réserve en eau disponible pour la plante dépend du profil de sol caractérisé par sa capacité de rétention, son humidité au point de flétrissement et sa profondeur.

I-1-3 Fertilité chimique

De tous les paramètres de fertilité, les facteurs chimiques ont été les plus quantifiés par les agronomes. Le modèle des bilans minéraux constitue à ce titre un instrument de suivi de la fertilité chimique. C'est dans le domaine de l'analyse des facteurs chimiques que les agronomes sont le plus avancés (Sebillotte, 1989). Cela se justifie, vraisemblablement, par le fait que le rendement des cultures et la richesse chimique du sol sont associés le plus souvent (Pieri, 1989). Il convient cependant de distinguer l'abondance des éléments nutritifs dans le sol dû à la nature de la roche mère, de la quantité d'éléments mobilisables, qui elle, dépend de l'ambiance physico-chimique et biologique. Ce caractère est susceptible d'être modifié par les systèmes de culture. C'est le cas par exemple des systèmes de culture avec exportation des résidus sans apport de fertilisants qui appauvrissent le sol. La baisse du niveau des éléments chimiques s'accompagne d'une acidification et des toxicités diverses (Boyer, 1983).

I-2- Influence de l'engrais minéral et de la matière organique sur la fertilité des sols

I-2-1 Matière organique sur la fertilité des sols

La matière organique est un constituant essentiel des sols. Elle lui confère des propriétés physiques en participant au maintien de sa structure, chimiques par la constitution de réserves disponibles pour les plantes et les animaux d'éléments nutritifs ou énergétiques. Pour ces raisons, la matière organique des sols est considérée comme un indicateur important participant à la définition de la fertilité des sols.

De plus, la matière organique est un élément indispensable au maintien de la stabilité de la structure des sols par le biais de la porosité qu'elle améliore. Elle constitue la base de la fertilité des sols. De par sa minéralisation et son importance dans la dynamique de l'azote, elle influence directement la nutrition des plantes et les propriétés physico-chimiques des sols (Sédogo et al., 1994) ; aussi, les apports en matière organique contribuent d'une manière substantielle à la productivité du sol dont les effets observés par Aboudrare (2009) sont :

- ✓ Amélioration de la structure du sol, rendant le sol plus aéré, augmentant sa capacité de rétention en eau et sa résistance à l'érosion ;
- ✓ Augmentation de la capacité à retenir les éléments nutritifs, évitant le lessivage;
- ✓ Contribution à la nutrition des cultures par minéralisation progressive de l'humus qui libère des éléments minéraux ;
- ✓ Stimulation de l'activité biologique et donc des grandes fonctions biologiques du sol : humification, minéralisation, fixation biologique d'azote.

Bationo et Buerkert (2001) ajoutent que l'utilisation de la matière organique permet d'améliorer la disponibilité en phosphore (P), provoque une meilleure croissance racinaire, protège les plantules contre l'ensevelissement lors de tempêtes et réduisent l'encroûtement de la couche superficielle du sol.

Par ailleurs, de faibles teneurs en MO dans le sol peuvent conduire à des limitations sévères dans la croissance des plantes et à la détérioration des terres de culture. De plus Bacye (1993) constate que la teneur en matière organique baisse progressivement suite à une réduction des restitutions organiques limitées essentiellement à la biomasse racinaire. Il s'ensuit une dégradation de la structure et une baisse de la porosité des sols (Ouattara *et al.*, 1998). Aussi, il faut ajouter que son application est insuffisante pour satisfaire les exigences d'une utilisation et d'une production agricole à grande échelle.

I-2-2 Effets des engrais minéraux sur la fertilité des sols

Les engrais minéraux sont des substances synthétiques apportant au sol un ou plusieurs éléments nécessaires à la nutrition de la plante. L'apport d'engrais minéraux permet d'améliorer la fertilité des sols dans la mesure où il augmente la quantité d'éléments nutritifs (le NPK en général) restituables du sol à la plante.

De nombreuses études démontrent que l'utilisation judicieuse d'engrais minéraux conduit à une augmentation des rendements (Bationo *et al.*, 1998 ; Buerkert *et al.*, 2001) à condition qu'aucun autre facteur de croissance (tels que l'eau et le rayonnement) ne devienne restrictif. Aussi l'utilisation d'engrais ne permet pas seulement d'augmenter la biomasse aérienne et de rendre disponible plus de résidus de culture mais elle est potentiellement susceptible d'augmenter la biomasse racinaire, permettant un accroissement de matière organique dans le sol (Bationo *et al.*, 2001).

Cependant, d'autres auteurs comme (Bado *et al*, 1994 ; N'Djayegamiye et Côté 1996 ; Bandre et Batta, 1998) s'accordent à dire que l'utilisation exclusive de la fumure minérale pour une production continue et longue contribue à la destruction de certaines microflore et microfaunes du sol et à la diminution des teneurs en MO ; ce qui participe ainsi à la dégradation des sols. Aussi Bado (2002) et Mills *et al* (2003) concluent que l'utilisation exclusive de la fertilisation minérale ne permet pas de maintenir la fertilité des sols.

Par ailleurs, quand des engrais minéraux sont combinés avec des amendements organiques, le risque d'acidification du sol est amoindri et on peut obtenir des systèmes de production productifs et durables (Bationo *et al.*, 2000 ; Harris, 2002 ; Lompo., 2005)

I-3- Effets de la gestion à long terme des nutriments sur la fertilité des sols

Les nutriments sont des éléments chimiques incontournables dans le sol du fait de leur grand rôle dans la définition de la fertilité des sols.

Les résultats de Koulibaly *et al* (2010) montrent que l'exploitation continue des terres affecte la plupart des caractéristiques chimiques du sol quelle que soit la gestion des résidus de récolte. Les teneurs en carbone ont baissé de 44%, 15% et 13% respectivement en gestion extensive (T1), gestion semi-intensive (T2) et gestion intensive (T3) des résidus de récolte.

Aussi, Hien *et al* (1994) ont montré que deux ans de jachère ont un effet favorable sur les caractéristiques suivantes du sol : matière organique, azote total, calcium et potassium échangeables et pH.

De plus, d'autres études ont montré que la faune du sol est plus diversifiée et plus nombreuse dans les champs où est pratiquée la jachère que dans les champs fumés cultivés de façon permanente (Derouard, 1996, cité par De Rouw et Rajot, 2004).

II- Incidence des systèmes de culture sur la fertilité des sols : Rotations culturales et précédents culturaux

Un système cultural se définit, au niveau de la parcelle ou d'un groupe de parcelles traitées de manière homogène, comme l'ensemble des modalités techniques mise en œuvre sur ces parcelles et caractérisés par : (1) la nature des cultures ou des associations de culture et leur ordre de succession (rotation) ; (2) les itinéraires techniques à ces différentes cultures et (3) les produits et sous-produits et leurs rendements.

Effets des rotations culturales sur la fertilité des sols, les rendements du cotonnier et la culture subséquente

La rotation est la succession des cultures sur la même surface dans le temps dont les avantages sont entre autre : a) une amélioration de la structure du sol et de la fertilité du sol ; b) la réduction de la pression des mauvaises herbes ; c) la réduction de la pression parasitaire. Une bonne succession des cultures permet de mieux améliorer la fertilité des sols qu'une jachère de courte durée (Bado, 2002). Il y a des indications selon lesquelles une bonne rotation permet de briser le cycle du striga (Traoré et Toé, 2008); ce qui a comme conséquence de meilleurs rendements. Aussi Hien *et al* (1994) ont montré que « Le rendement du coton graine » dans une production après jachère s'est nettement amélioré sur la plupart des parcelles. Ils en concluent que cette amélioration pourrait être attribuée à l'effet précédent jachère.

Outre ces bienfaits sur les propriétés du sol, elle accroît la quantité de N, de C, de P et de K dans les sols. Clark *et al* (1998) ont affirmé qu'au bout de huit ans, la rotation des cultures biologiques avait augmenté le carbone organique du sol, le phosphore soluble, le potassium échangeable et le pH du sol (mesure de l'acidité). A la fin de la période de huit ans, le carbone organique du sol dans un champ où des pratiques biologiques de rotation étaient employées était 2 % plus élevé que dans un champ de référence où l'on utilisait des pratiques conventionnelles et un plan de rotation sur deux ans. De façon analogue, l'azote total du sol était 22 % plus élevé dans le champ de culture biologique que dans le champ de culture conventionnelle de référence.

Les légumineuses utilisées en rotation ou en association dans les systèmes de culture, apportent une certaine contribution en azote en fixant et en intégrant une partie de l'azote atmosphérique dans le système. Selon Danso (1995), l'azote de la fixation symbiotique a une contribution plus importante pour la croissance des plantes comparativement aux engrais azotés appliqués dans l'agriculture des pays en développement. Les cultures succédant aux légumineuses peuvent bénéficier indirectement de l'azote fixé par l'entremise des résidus laissés par la légumineuse (Chalk, 1998 ; Assimi 2009 cité par Pouya, 2011). Cependant cet apport d'azote atmosphérique n'explique pas toujours les rendements souvent très élevés des cultures succédant aux légumineuses (Bationo et Ntare, 2002, Bado, 2002) et certains auteurs comme Chalk (1998) préfèrent le terme "effet rotation" pour désigner cet effet positif des légumineuses sur la culture suivante. Cet effet bénéfique des rotations serait dû à l'amélioration des propriétés physiques et biologiques des sols (Hoshikawa, 1990) et à la

capacité de quelques légumineuses à solubiliser des phosphates de calcium et le phosphore par le biais des exsudats de leurs racines (Arihara et Ohwaki, 1989 ; Gardener *et al*, 1981 ; Subbarao *et al*, 1997).

De plus les résultats de Bagayako et al (1996, 2000) montrent que le niveau de rendement du mil après un précédent de niébé est équivalent à celui que produiraient 40 unités de fertilisantes d'azote par hectare. Aussi, les résultats de Pouya (2011) montrent que l'utilisation des légumineuses comme précédents culturaux contribue à améliorer voire doubler les rendements des cultures subséquentes.

III- Problématique de la gestion de la fertilité des sols dans les agrosystèmes cotonniers du Burkina Faso

Les exploitations agricoles du Burkina Faso sont particulièrement vulnérables aux menaces de dégradation des ressources naturelles. Les causes principales en sont le taux de croissance élevé de la population entraînant une pression sur les terres, les ressources naturelles et fragilisant les écosystèmes fragiles, avec comme conséquences, des taux élevés d'érosion et de dégradation des sols. En prime, se rajoute une sensibilité aux variations climatiques et aux changements climatiques à long terme et les problèmes de disponibilité de la M.O. (FAO, 2011). Dans les agrosystèmes cotonniers, le problème demeure très récurrent et se caractérise par une dégradation des sols et de leur fertilité grâce au phénomène d'acidification des sols.

En effet, les travaux de Berger *et al* (1987) ; Dakouo (1991) ; Hien *et al* (1994) ont montré que dans la zone cotonnière Ouest (ancien bassin cotonnier/SOFITEX) du Burkina Faso, la mise en culture des sols se traduit par une perte annuelle de 2 à 4 % de la matière organique pour atteindre le seuil de non réponse aux engrais minéraux après 12 à 15 ans de culture continue.

De plus, les techniques de gestion de la fertilité pratiquées par les agriculteurs conduisent à un épuisement rapide des sols (Mills *et al.*, 2003 ; Yemefack *et al.*, 2004). De plus la jachère qui était le moyen traditionnel de restauration de la fertilité des sols est moins pratiquée à cause de la forte demande en terres cultivables (Bado., 2002).

IV- Généralités sur le cotonnier

4-1 Botanique

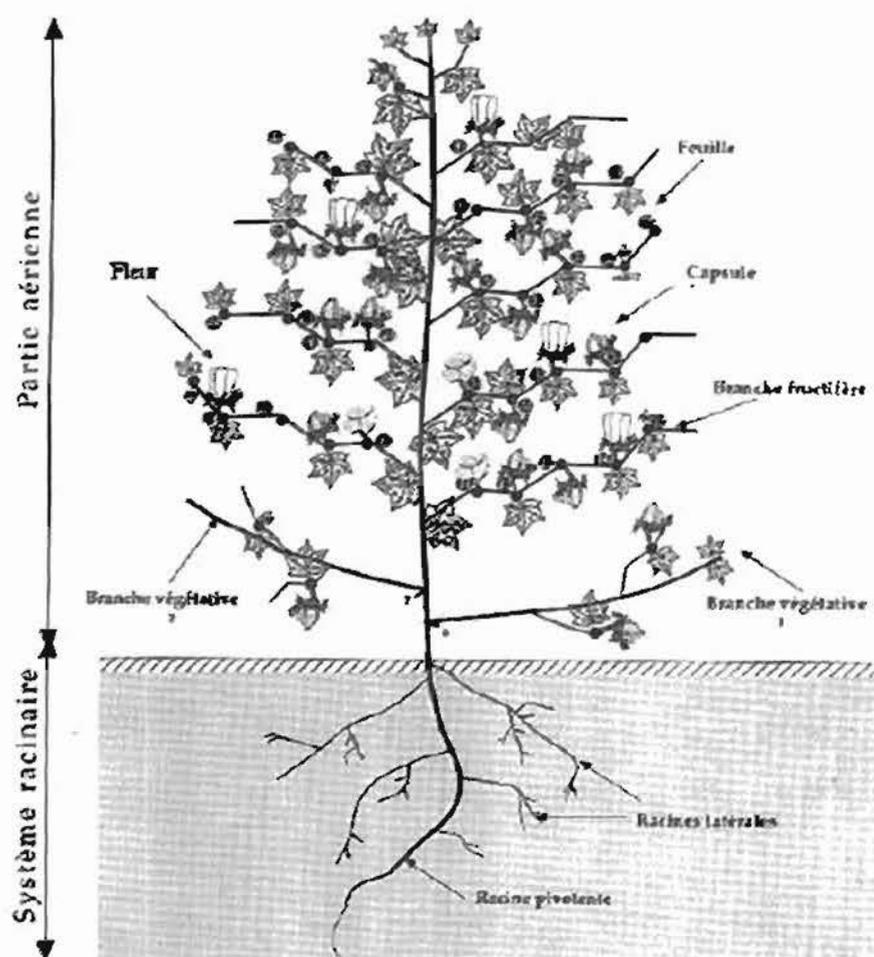
Le cotonnier est une plante dicotylédone dialypétale de l'ordre des Malvales, de la famille des

Malvacées et de la tribu des hibiscées (Fryxell, 1984). Il appartient au genre *Gossypium* dont quatre espèces, caractérisées par la présence sur les graines des poils cellulosiques utilisées par l'industrie chimique, constituent le groupe des cotonniers cultivés (Fryxell, 1984). Les espèces diploïdes sont représentées par *G. herbaceum* L. et *G. arboreum* L. et les tétraploïdes par *Gossypium hirsutum* L. et *G. barbadense* L. Les espèces diploïdes sont peu productives et donnent un coton à fibre courte, épaisse et peu tenace. On ne les retrouve que dans certaines régions d'agriculture traditionnelle en Asie et en Afrique ; elles représentent moins de 5% de la production mondiale de fibre (Benedict, 1984).

G. hirsutum est une espèce allotétraploïde ($2n = 4x = 52$ chromosomes) qui est la plus cultivée fournissant près de 95% de la production mondiale actuelle (Parry, 1982). Elle est plus productive et produit des fibres de bonne qualité.

4-2 Morphologie du cotonnier

Selon Mauney (1984), le cotonnier a la plus complexe morphologie parmi les plantes cultivées annuellement, à cause du caractère indéterminé de sa croissance. Cette morphologie est caractérisée par un polymorphisme marqué non seulement entre les différentes espèces, mais aussi à l'intérieur d'une même espèce sous l'influence des facteurs climatiques (Elliot *et al.* 1966 cités par Dakouo, 1994). Le cotonnier présente une partie souterraine et une partie aérienne (figure 1).



Source : Dakuo (1990).

Figure 1 : Structure simplifiée d'un cotonnier pendant la période de fructification

La partie souterraine du cotonnier comprend une racine pivotante pourvue de nombreuses ramifications latérales. Ces ramifications réalisent la fixation de la plante au sol et assurent la plus grande partie de son alimentation.

La partie aérienne comprend une tige principale portant des branches végétatives et fructifères. Les fruits sont des capsules rondes ou ovoïdes, composées de 4 à 5 loges, contenant chacune 5 à 12 graines. Les graines sont recouvertes de poils dont le plus long est appelé fibre. Les poils courts forment une sorte de duvet appelé linter. La variété FK 37 a été cultivée à Farako-Bâ (Capsules : ovoïdes, pilosité : moyenne, hauteur moyenne : 150 cm et entre-nœud : long) tandis que c'est la variété STAM 59P qui a été cultivée à Saria (Capsules : rondes, pilosité : moyenne, hauteur moyenne : 120 cm et entre-nœud : court).

4-3 Mode de croissance et développement de la plante

Le cotonnier est une plante à croissance continue dont les phases végétatives et fructifères ne sont pas séparées dans le temps. Le cycle du cotonnier peut être subdivisé en cinq (5) phases (Parry, 1982 ; Mauney, 1984) :

- ✓ **La phase de levée** qui va du semis à l'étalement des cotylédons. Elle dure 6 à 10 jours et peut atteindre 30 jours si les conditions sont défavorables;
- ✓ **La phase de plantule** qui va de l'étalement des cotylédons au stade de 3 à 4 feuilles. Elle dure de 20 à 45 jours après levée ;
- ✓ **La phase de préfloraison** qui va du stade 3 à 4 feuilles au début de la floraison. Elle dure 30 à 35 jours après levée ;
- ✓ **La phase de floraison** qui dure de 50 à 70 jours après levée ;
- ✓ **La phase de maturation** des capsules qui dure de 50 à 80 jours après levée.

Du semis à la récolte, le cycle dure environ 140 à 180 jours selon les variétés et les conditions environnementales (Parry, 1982).

4-4 Quelques particularités du cotonnier

La physiologie du cotonnier répond dans sa généralité à celle de nombreuses dicotylédones avec cependant quelques particularités originales. Le cotonnier est une plante monoïque hermaphrodite c'est-à-dire que l'on retrouve sur la même fleur de la plante à la fois l'appareil reproducteur mâle (l'androcée) et femelle (le gynécée). Son mode de reproduction est préférentiellement autogame mais avec des taux d'allogamie pouvant atteindre 30% dans certaines localités en fonction de la densité des insectes pollinisateurs (Hau et Goebel, 1997). L'importance du taux d'allogamie chez le cotonnier dépend de l'intervention des principaux pollinisateurs, des hyménoptères parmi lesquels les abeilles (*Apis sp.*) et les bourdons (*Bombus sp.*) sont les plus actifs en Afrique.

La floraison chez le cotonnier progresse du bas vers le haut et de l'intérieur vers l'extérieur de la plante. Il s'écoule en moyenne 2 à 3 jours entre l'ouverture des deux fleurs situées à la même position sur deux sympodes successifs et 6 à 9 jours entre deux positions successives d'un même sympode. Le rythme de floraison est accéléré par un climat plus sec et plus chaud et peut être considéré comme constant pour un climat donné (Demol, 1992).

Un phénomène important chez le cotonnier est la chute des organes florifères et fructifères ou «shedding » qui peut être d'origine parasitaire ou physiologique. Parry (1982) et Benedict (1984) ont indiqué trois types d'abscissions :

- ✓ **l'abscission par contrainte** est due à divers facteurs dont une carence hydrique, une mauvaise nutrition minérale, une insolation insuffisante ou une attaque parasitaire. Le « shedding » parasitaire est causé par des piqûres d'insectes ou la pénétration de chenilles dans les organes fructifères ;
- ✓ **l'abscission physiologique** est imposée par la plante elle-même en absence de toute contrainte. Son intensité dépend de la charge du cotonnier en capsules en cours de maturation. Au fur et à mesure que le temps passe, les jeunes capsules formées tendent à tomber plus intensément. Il s'agit d'un phénomène de corrélation puisque si l'on enlève artificiellement toutes les capsules en maturation sur un cotonnier, les derniers boutons apparus se maintiennent jusqu'à la floraison et les nouvelles fleurs formées restent sur pied. L'abscission physiologique se subdivise en abscission pré-florale (80%) et post-florale (20%) dans les conditions de culture au Burkina Faso. Ainsi sur 100 boutons floraux initiés, seules 40 deviennent des fleurs qui donnent des capsules (Dakouo *et al.*, 1995) ;
- ✓ **l'abscission par fécondation** insuffisante intervient lorsque l'ovaire ne reçoit aucun tube pollinique ou si le nombre d'ovules fécondés est insuffisant dans les jeunes capsules. Ceci intervient lorsque la carence en bore est prononcée ou en cas d'éclairement insuffisant.

L'abscission joue un rôle régulateur important dans la production du cotonnier. Cette chute d'organes fructifères est compensée par la formation de fleurs qui se développent sur d'anciennes ou de nouvelles branches fructifères. Par cet effet de compensation, la plante réagit ensuite en diminuant l'abscission physiologique par corrélation (Benedict, 1984). La floraison s'intensifie et se prolonge, les chutes de capsules diminuent par rapport au niveau qui aurait pu être atteint en absence de phénomènes perturbateurs.

Parmi les facteurs qui influent sur le shedding physiologique, on peut citer :

- ✓ **Les facteurs environnementaux** dont les effets ont été étudiés par Guinn (1974) cité par Dakouo (1994). Une augmentation du taux de CO₂ de 350 à 1000 µl/l réduit l'abscission des capsules de 39,9 à 16,4% ; un accroissement de la photopériode de 8 à 14 heures diminue l'abscission qui est accrue au contraire par des températures élevées pendant la nuit et par une faible luminosité ;
- ✓ **Le stress hydrique** : l'abscission des organes fructifères du cotonnier par la déficience en eau a été étudiée par Jordan, (1982) cité par Benedict (1984). Michael *et al.* (1972) indique que le stress hydrique entraînerait une production d'éthylène dans les pétioles (Dakouo, 1994).

4-5 Principaux ennemis du cotonnier

La culture cotonnière est sujette à l'action de nombreux ennemis qui induisent des pertes de production en quantité et en qualité. Ces ennemis sont constitués essentiellement d'adventices, de maladies et de ravageurs (Basson, 2007).

4-5-1- Adventices

Dans les pays en développement et particulièrement en Afrique, les pertes de rendement imputables aux adventices sont plus importantes. Selon Parry (1982), en culture cotonnière, les pertes de récolte peuvent atteindre jusqu'à 80% lorsque le désherbage est fait dans de très mauvaises conditions. Tomato (1988) a montré qu'un enherbement pendant les vingt premiers jours qui suivent le semis, entraîne une baisse de rendement de coton graine jusqu'à 18% et qu'une compétition entre cotonniers et adventices pendant cinquante jours après semis ou durant tout leur cycle entraînent respectivement une réduction du rendement de 50%.

4-5-2- Maladies du cotonnier

Le cotonnier est attaqué par plusieurs maladies dont les principales sont les suivantes (Basson, 2007) :

- ✓ **Les maladies des plantules** qui se manifestent par des fontes de semis avec pour conséquences des manques importantes à la levée dues à une pourriture des graines en cours de germination, à une nécrose des jeunes racines, ou à une pourriture du collet des plantules ;
- ✓ **La bactériose** due à *Xanthomonas alonopedis* pv. *malvacearum* qui se manifeste par des tâches anguleuses d'abord sur les feuilles et ensuite par des chancres sur les tiges et les capsules ;
- ✓ **La fusariose** provoquée par les genres *Oxysporum* et *Vasinfectum* qui se traduit par le jaunissement des feuilles et la mort du cotonnier adulte ;
- ✓ **Les maladies virales** transmises par des insectes, parmi lesquelles on peut citer le leaf-curl et la mosaïque transmises par *Bemisia tabaci*, la maladie « bleue » transmise par *Aphis gossypii* et la phyllodie transmise par *Orosiuscellulosus*. Ces maladies se traduisent par des déformations du cotonnier ;
- ✓ **L'anthracnose** dont l'agent causal est le *Colletotrichum gossypii* se manifeste par des tâches circulaires d'abord déprimées, produisant ensuite une efflorescence grise, puis rose.

4-5-3- Principaux ravageurs du cotonnier

✓ Séquences parasitaires

Au cours de son cycle biologique, le cotonnier est colonisé par une diversité de parasites occasionnant des pertes non négligeables dans les cultures cotonnières (Cauquil, 2000).

- **Au stade de la levée**, les plantules du cotonnier sont attaquées par des iules et altises au niveau du sol ;
- **Au cours du stade végétatif**, de nombreux ravageurs attaquent le cotonnier. A ce stade, il est principalement attaqué par les altises, les homoptères (Jassides, pucerons, aleurodes, les lépidoptères (chenilles phyllophages), les hétéroptères ;
- **Au stade de reproduction**, le cotonnier est infesté par une multitude de ravageurs tels que les homoptères, les hétéroptères, les acariens et surtout les lépidoptères qui causent des dommages considérables, notamment sur les organes reproducteurs ;
- **Au stade de maturation**, il y a une réduction du parasitisme mais cependant marqué par la présence surtout des Homoptères et des Lépidoptères (chenilles de capsule, à régime endocarpique) qui attaquent les capsules.

❖ Ravageurs du cotonnier

Selon Horowitz (1969), le cotonnier est l'une des plantes les plus parasitées au monde. On dénombre en Afrique tropicale environ 480 espèces d'insectes, acariens, myriapodes et nématodes qui vivent aux dépens du cotonnier. En fonction de leur régime alimentaire, les ravageurs sont classés en 5 groupes (Vaissayre et Cauquil, 2004):

- ✓ **les carpophages** : ce sont des insectes de l'ordre des lépidoptères dont les larves attaquent les boutons floraux, les fleurs et les capsules. Ils causent souvent la chute des capsules et sont très nuisibles car peuvent anéantir la récolte en l'absence de traitement. Dans ce groupe, on distingue :
 - **les chenilles exocarpiques** qui s'attaquent aux pièces florales à partir de l'extérieur. Ce sont, *Helicoverpa armigera*, *Earias biplaga.*, *Earias insulana* et *Diparopsis watersi* ;
 - **les chenilles endocarpiques** qui perforent la capsule pour s'y introduire pour l'évider par la suite. Dans ce cas, les chenilles et leurs dégâts sont difficilement réparables. En effet, il est nécessaire de prélever les échantillons de capsules vertes et d'y rechercher ces ravageurs. Ce sont *Cryptophebia leucotreta* et *Pectinophora gossypiella*.

- ✓ **les phyllophages** : ce sont des insectes de l'ordre des Lépidoptères dont les larves attaquent le système foliaire. Leurs dégâts sont facilement repérables et sont souvent spectaculaires quand ils se produisent en début de cycle. Ils sont représentés essentiellement par *Syleptederogata (Fabricius)*, *Spodoptera littoralis (Boiduval)* et *Anomisflava (Fabricius)* ;
- ✓ **les piqueurs-suceurs** : ce sont des insectes de l'ordre des Homoptères dont les dégâts sont causés par les larves et les adultes de *Aphis gossypii (Golver)*, *Bemisia tabaci (Gennadius)* et *Jacobiella*. Ces piqueurs-suceurs sont des vecteurs de certaines maladies du cotonnier (Cauquil, 1986) ;
- ✓ **les Héétéoptères piqueurs de capsules** : regroupent *Dysdercus vilkeri (Schemidt)* et *Nezara sp.* ;
- ✓ **les Acariens** : ce groupe admet pour espèces courantes *Polyphagotarsomenus latus* causant généralement une déformation des organes. Les dégâts sont occasionnés par les larves et les adultes.

Chapitre II : Matériels et méthodes d'étude

I- Matériel

I-1- Généralités sur les sites d'étude

I-1-1- Station de Saria

I-1-1-1 Localisation

La station expérimentale de Saria est le siège du Centre Régional de Recherches Environnementales et Agricoles (C.R.R.E.A) de l'INERA dans la zone centre. Elle est située à 80Km au nord-ouest de Ouagadougou et à 23Km à l'est de Koudougou, les coordonnées géographiques de la station de Saria sont: 12°16' latitude nord, 2°09' longitude ouest et 300 m d'altitude.

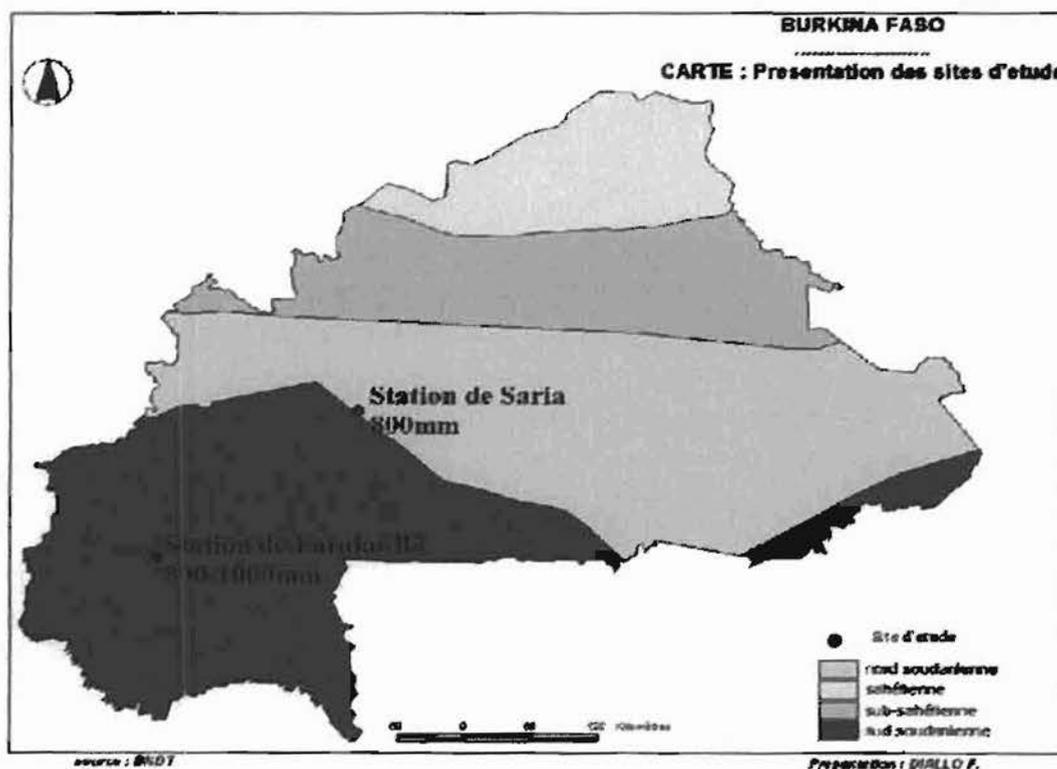


Figure 2 : Carte climatique des sites d'études

I-1-1-2- Climat

Le climat de Saria est de type soudano-sahélien (Fontès et Guinko, 1995) caractérisé par une alternance d'une saison sèche plus longue d'octobre en avril et d'une saison pluvieuse qui s'étend de mai en septembre (Ouattara *et al.*, 2005). La moyenne pluviométrique annuelle avoisine 800 m (Somé, 1989 ; Zougmore *et al.*, 2004). (Figure 2)

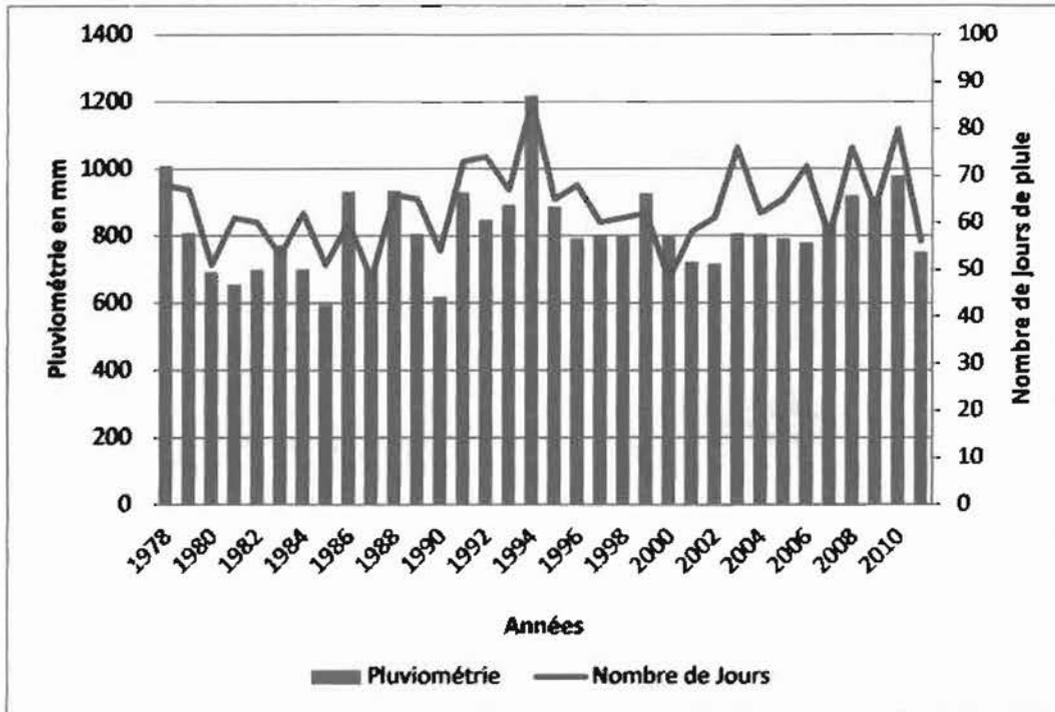


Figure 3 : Pluviométrie et nombre de jours de pluie de Saria de 1978-2011

I-1-1-3- Végétation

Le terroir de Saria appartient au secteur nord-soudanien caractérisé par des savanes à graminées annuelles, à arbres et arbustes (Fontès et Guinko, 1995).

Cette savane fortement marquée par l'activité humaine, à relief plat et monotone, est dominée par les espèces telles que le néré (*Parkia biglobosa*), le Karité (*Vitellaria paradoxa*). On y rencontre également d'autres espèces arborées protégées comme *Faidherbia albida*, le résinier (*Lannea microcarpa*), le tamarinier (*Tamarindus indica*), le baobab (*Adansonia digitata*), le caïcédrat (*Khaya senegalensis*) et aussi des épineux (Guira, 1988).

La strate arbustive est dominée par des fourrés de Combrétacées dont *Combretum nigricans*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*.

Quant au tapis herbacé, il est principalement composé de *Andropogon gayanus*, *Loudecia togoensis* et *Schoenfeldia gracilis* (Fontès et Guinko, 1995).

Il convient de noter que, compte tenu des multiples facteurs de dégradation de l'environnement (élevage extensif, coupe abusive du bois, etc.), cette végétation subit de jour en jour des modifications importantes, et son état actuel n'est que le reflet de ces facteurs de dégradation.

I-1-1-4- Sols

Les sols de Saria sont du type ferrugineux tropical lessivé, issus d'une roche mère granitique. Ils présentent des horizons supérieurs de texture limono sableuse à sablo argileuse et à structure généralement continue et massive.

Ces sols sont meubles en saison des pluies, boueux lorsqu'ils sont engorgés et se prennent en masse dès qu'une période de sécheresse intervient (Nicou, 1975 ; Nicou, 1978).

A l'image de la majorité des sols ferrugineux tropicaux, les sols de Saria sont caractérisés par une faible teneur en azote, phosphore et matière organique. Ils ont une faible capacité d'échange cationique. La teneur, la nature des argiles de ces sols (teneurs en argile inférieures à 11% avec une prédominance de la kaolinite) et leur pauvreté en matière organique expliquent la faiblesse de leur capacité d'échange cationique (CEC). Sédogo (1981) et Guira (1988) ont montré que ces sols s'acidifient rapidement sous les effets de la culture continue et des apports d'engrais essentiellement minéraux.

I-1-2- Station de Farako-Bâ

I-1-2-1- Localisation

L'étude a été réalisée à la station de recherche agricole de Farako-Bâ qui est un village situé sur l'axe Bobo-Dioulasso- Banfora à environ 10 km de Bobo-Dioulasso. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes : altitude 405 m, longitude 4°20' et latitude 11°06'.

I-1-2-2- Climat

Selon Guinko (1984) cité par Kombo (1999), Farako-Bâ a un climat de type soudano-guinéen. Ce climat comprend deux saisons : une saison sèche de novembre à mai et une saison pluvieuse de mai à octobre. La pluviométrie annuelle varie entre 800 et 1000 mm répartis sur 75 à 85 jours. Elle varie d'une année à l'autre et au cours d'une même année. Au cours de l'année 2011 la saison pluvieuse s'est étalée de Mars à Août et la quantité d'eau enregistrée est de 600 mm répartie sur 52 jours. (Figure 2)

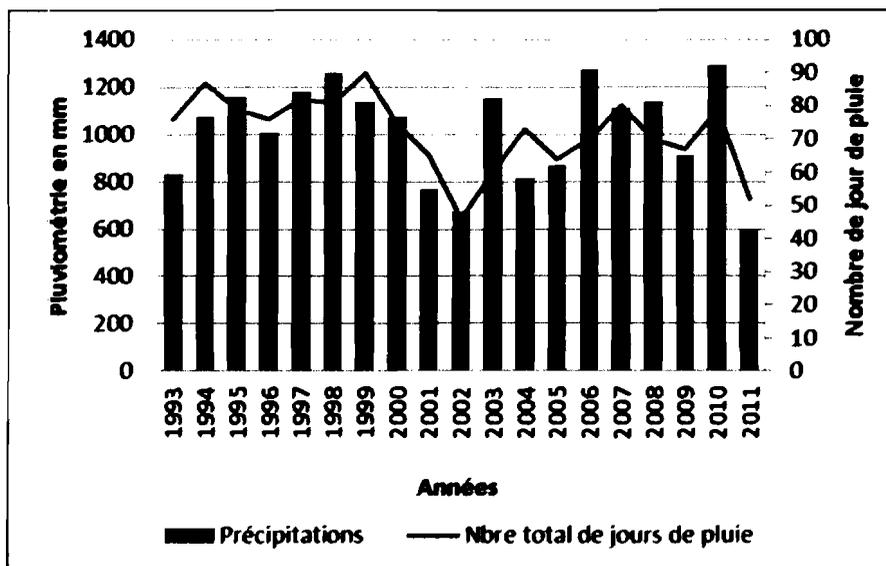


Figure 4 : Pluviométrie et nombre de jours de pluie de Farako-Bâ de 1993-2011

I-1-2-3- Végétation

Selon la description de la végétation de l'ouest du Burkina Faso par Guinko (1984) cité par ADAM-Yeboua (2000), Farako-Bâ a une végétation naturelle de type savane arbustive et arborée. Les forêts claires sont rencontrées aux abords des bas-fonds.

La strate ligneuse se compose essentiellement de *Parkia biglobosa*, *Detarium microcarpum*, *Sclerocarya birrea*, *Vittelaria paradoxa* et *Tamarindus indica*. Le tapis herbacé se compose essentiellement de *Andropogon* spp, *Pennisetum pedicelatum* et *Eragrostis tremula*.

I-1-2-4- Sols

Selon BADO (2002), les sols de Farako-Bâ sont des sols rouges faiblement ferrallitiques. Ils ont de faibles teneurs en argiles et en matières organiques, ce qui fait que leur capacité d'échange cationique est faible. Ce sont des sols très sableux, légèrement acides et pauvres en azote et en phosphore. Ils ont un complexe absorbant désaturé et sont très sensibles au lessivage et à l'érosion.

I-2- Matériel végétal

Le matériel végétal est essentiellement composé des variétés de cotonnier vulgarisées et utilisées dans les stations de recherche (Variété FK 37 à Farako-Bâ et la variété STAM 59P à Saria).

I-3- Sol

Le sol est constitué des sols des parcelles expérimentales des essais à longue durée se trouvant au sein de la station de recherche agricole de Farako-Bâ et de Saria. Les principales caractéristiques physico-chimiques des sols des champs d'expérimentation sont présentées sur les tableaux I et II. A l'image de la majorité des sols ferrugineux tropicaux, les sols de Farako-Bâ et de Saria sont pauvres en argile et en matière organique, ce qui explique leur faible capacité d'échange cationique (CEC). Ce sont des sols très sableux à texture sablo-limoneuse, légèrement acide et pauvres en azote et en phosphore.

Tableau I : Caractéristiques physico-chimiques du sol (0-20 cm) de la station de Saria

Caractéristiques	Teneurs	Caractéristiques	Teneurs
Granulométrie (%) :		Complexe absorbant	
Sables	81	Ca ⁺⁺	1,99
Limons	8	K ⁺	0,09
Argile	11	Somme des bases (S)	2,75
Carbone total (mg.Kg-1)	0,39	Capacité d'échange cationique	4,96
Azote total (g.Kg-1)	0,03	Saturation (S/T X 100)	57
		pH eau	6,4
		Phosphore total (mg.Kg-1)	67,28

Source : Ouattara, 1994

Tableau II : Caractéristiques physico-chimiques du sols de Farako-Bâ

Caractéristiques	Teneurs	Caractéristiques	Teneurs
Argile (%)	7	N total (mg.kg-1)	409
Sable (%)	74	P Bray I (mg.kg-1)	5,6
Limon (%)	19	P total (mg.kg-1)	69,8
pH eau	6,5	K total (mg.kg-1)	531
pH KCl	5,6	Ca échangeable (Cmol/Kg Sol)	1,08
Carbone total (%)	0,61	K échangeable (Cmol/Kg Sol)	0,02
Matière organique totale (%)	1,1	Mg échangeable (Cmol/Kg Sol)	0,46
C/N	13,7	ECEC (Cmol/Kg Sol)	1,82
		Acidité d'échange (Cmol/Kg Sol)	0,08
		Saturation en bases(%)	96

Source : Bado, 2002

II- Méthodes

II-1- Dispositifs expérimentaux

II-1-1- Essai entretien de la fertilité de Saria

Il s'agit d'un dispositif mis en place en 1960 pour étudier les effets des différentes fumures minérales et organo-minérales et des successions culturales sur les cultures et la fertilité des sols. Trois systèmes de culture sont mis en œuvre : monoculture de sorgho ; rotation sorgho-coton, rotation sorgho-légumineuse (arachide jusqu'en 1973, niébé ensuite). Le système de culture retenu dans le cadre de notre étude est la rotation Sorgho-Coton. Six traitements sont appliqués à chacun des trois systèmes : T : témoin absolu, fm+r : fumure minérale faible (37-23-14-6S-1B) + recyclage des pailles de sorgho tous les deux ans, fm+fo : fumure minérale faible + fumier (5 t MS ha⁻¹ 2ans⁻¹) + exportation des pailles de sorgho, fm : fumure minérale faible sans fumier, FM+FO : fumure minérale forte (60-23-44-6S-1B) + fumier (40 t MS ha⁻¹ 2ans⁻¹) + exportation des pailles de sorgho et FM : fumure minérale forte. Les fumures minérales sont apportées en tenant compte des spécificités de chaque culture.

II-1-2- Essai recyclage des résidus de cultures de Farako-Bâ

L'essai est implanté à la station de Farako-Bâ sur un sol faiblement ferrallitique depuis 1993. Il s'agit d'un dispositif factoriel 13 * 8 avec 13 traitements principaux correspondant aux assolements en 4 répétitions et 8 traitements secondaires correspondant aux formules de fumures. La parcelle principale mesure 17,50 m * 12,50 m soit 218,75 m². Les systèmes retenus dans le cadre de cette étude se composent : T6 : coton-sorgho-arachide ; T8 : coton-coton-coton-arachide et T10 : coton-maïs-sorgho-coton.

Quatre traitements cibles correspondant à des formules de fumures sont appliqués à chacun des systèmes : S1 : témoin absolu qui ne reçoit pas d'engrais, S4 : Engrais NPK + dolomie et S6 : N+P+K avec enfouissement des résidus. (Annexe 2)

Les quantités totales d'éléments N, P, K, S et B appliquées en unité sont de 44 pour le N, 35 pour le P₂O₅, 21 pour le K₂O, 9 pour le S et 1,5 pour le B. A raison de 3 sacs de NPKSB (14-23-14-6-1) et un sac d'urée (46% N). La dolomie contenant 35 et 19% de CaO et MgO est appliquée à raison de 100 kg/ha chaque année.

II-2- Pratiques culturales utilisées au niveau des dispositifs

Le labour se fait au tracteur mais les semis (aux écartements de 80 cm sur 40 cm pour tous les essais), le sarclage et toutes les opérations d'entretien se font manuellement. Le dispositif et les techniques culturales appliquées sur l'ensemble de l'essai (préparation, semis à la bonne date, respect de la densité de semis, démariage précoce, sarclo-binage précoce et régulier) sont tous identiques. Le labour est effectué pour tous les traitements à 15-20 cm de profondeur.

Le cotonnier est semé en lignes dans des poquets et démarié à 2-3 plants par poquet. Les lignes sont distantes de 80 cm et les poquets de 40 cm, soit une densité de 62500 plants/ha.

Pour l'entretien, un désherbage manuel a été effectué deux semaines après semis. Ensuite deux sarclages dont le premier manuel et le second attelé ont été effectués. Un buttage a été effectué au 60^{ème} jour. En fonction de l'enherbement des parcelles, des sarclages manuels sont effectués. Les traitements insecticides sont appliqués tous les 14 jours entre le 40^{ème} et 120^{ème} jour. Le fumier est apporté pendant le labour. L'engrais NPK est apporté quinze (15) jours après semis.

II-3- Mesures et observations

II-3-1- Mesures et observations agronomiques

Elles ont concerné les paramètres suivants : le comptage du nombre de capsules de cinq (5) pieds/parcelle ; la mesure de la hauteur de cinq (5) pieds/parcelle selon la méthode des diagonales et l'évaluation des rendements.

II-3-2- Echantillonnage des sols

Les sols ont été prélevés aux profondeurs : 0-10 cm, 10-20 cm et 20-40 cm à l'aide de la tarière pour les analyses physico-chimiques. Pour des raisons de calendrier et de moyens, seuls sont concernés par l'analyse, les échantillons de sol de profondeur 0-10 cm.

II-3-3- Analyses au laboratoire

Pour cette étude, l'analyse des paramètres chimiques a été faite dans le laboratoire Sol-Eau-Plante de Kamboinsé sur les sols prélevés à la profondeur 0-10 cm. Afin de mener à bien les analyses au laboratoire, les échantillons ont été tamisés au 2 mm (pour les pH, C et P) et ensuite au 0,5 mm (pour le, N, K et le P total). Les analyses ont porté sur les paramètres

chimiques : pH_{eau} et pH_{KCl} ; le carbone total ; l'azote total ; K échangeable le phosphore total et le phosphore assimilable.

Analyse des paramètres chimiques

- ✓ **Les pH (eau et KCl)** des sols ont été déterminés par mesure potentiométrique dans un rapport Sol/Eau de 1/ 2.5 selon les normes Afnor (1981).
- ✓ **Dosage du Carbone total:** par la méthode Walkley-Black (1934).

Le principe de cette méthode est basé sur les propriétés du bichromate de potassium (K_2CrO_7) à oxyder le carbone de la matière organique. La quantité de bichromate de potassium réduite est proportionnelle à la teneur en carbone. On obtient ainsi cette teneur en effectuant un dosage en retour de l'excès de bichromate en solution normale par du sel de Mohr 0,5N en présence d'un indicateur de 1741. Carbone phénylamine. La formule suivante permet de déterminer le pourcentage de carbone dans le sol

$$C (\%) = (VI - V2) \times N \times 0,3 \times 1,33 / P$$

VI et V2 désignent les volumes du sel de MOHR, N sa normalité et P la prise d'essai.

L'oxydation du carbone n'étant pas complète, le résultat obtenu est corrigé par le facteur 1,33. Le pourcentage de la matière organique du sol est obtenu en multipliant le pourcentage du carbone par 1,724.

- ✓ **Azote total (Nt) :** par attaque acide selon la méthode de Kjeldhal et dosé au par colorimétrie automatique au SKALAR ; Phosphore total (Pt) : par colorimétrie automatique au SKALAR

La méthode de KJELDAHL est utilisée aussi bien pour les sols que le fumier. Les échantillons ont été soumis à une minéralisation KJELDAHL, avec l'acide H_2SO_4 et $C_7H_6O_3$ en présence de H_2O_2 et du sélénium qui est utilisé comme catalyseur. Après cette minéralisation, la solution aqueuse est mélangée à du carbone actif pour ensuite doser l'azote ammoniacal analyseur. La méthode de DABIN, consistant en une attaque par l'acide perchlorique (60%) à chaud, est utilisée pour le dosage de P par colorimétrie automatique

- ✓ **Potassium total (Kt) :** par un spectrophotomètre à émission de flamme Jencons
- ✓ **Dosage des éléments assimilables :** Pass (par colorimétrie automatique au SKALAR).

II-3-4- Calcul de l'efficacité agronomique des fumures (EAF)

L'efficacité agronomique des fumures est un concept qui permet de mesurer la performance ou l'impact de l'apport des fertilisants sur la production agricole et sur le sol. Le témoin absolu est pris comme le référentiel avec une efficacité de 0%. Les EAF des autres fumures sont calculées par rapport au témoin absolu en utilisant la formule suivante :

$$\text{EAF} = \frac{\text{Rendement fumure} - \text{Rendement témoin}}{\text{Rendement fumure}} \quad 100$$

II-3-5- Analyse des données

Analyses statistiques des données : Les résultats relatifs à l'étude du rendement du coton-graine ont été soumis à une analyse de variance (ANOVA). Pour la séparation des moyennes, elle a été réalisée avec le test de Newman Keuls ($\alpha=5\%$). Le logiciel utilisé pour traiter les données est GenStat Discovery Edition 3.

Pour l'organisation des données et la génération des histogrammes et courbes nous avons utilisé le tableur Microsoft Excel 2010. Aussi, le logiciel Word 2010 a été utilisé pour la saisie et traitement des textes.

Chapitre III : Résultats et discussion

A- Effets des apports continus de fertilisants sur le cotonnier

I- Efficacité agronomique des fertilisants

Pour mieux comparer les fumures étudiées, leurs efficacités agronomiques ont été calculées pour connaître la fumure ou la rotation la plus efficiente en prenant comme référentiel le témoin (EAF = 0%). Les résultats sont présentés dans les tableaux III et IV.

Tableau III : Efficacité agronomique des types de fumures sur le coton-graine de l'essai recyclage de Farako-Bâ

		Années						Efficacité cumulée	Efficacité moyenne (en %)
		1996	1999	2002	2005	2008	2011		
Fumures		Efficacité agronomique en %							
Coton-Sorgho-arachide	NPK	38	37	40	-2	21	50	184	31
	NPK+ dolomie	43	54	51	64	30	45	287	48
	NPK+ résidus	40	33	46	36	25	29	209	35
Coton-Coton-Coton	NPK		23	39	-16	-27	25	44	9
	NPK+ dolomie		62	69	70	65	69	336	67
	NPK+ résidus		36	60	36	40	54	227	45
Coton-Mais-Sorgho	NPK	38	37	27	18	28	8	157	26
	NPK+ dolomie	43	56	49	59	48	38	293	49
	NPK+ résidus	25	29	39	37	30	-22	138	23

Le tableau III met en exergue la différence de comportement entre les types de fumures et les systèmes de production d'une année à une autre. L'analyse des efficacités moyennes et cumulées montre qu'à long terme (12 à 15 années de culture) la fumure minérale + dolomie reste la plus stable avec une efficacité agronomique dépassant largement les deux autres fumures pour tous les systèmes de production. De plus, la plus grande efficacité agronomique a été observée au niveau du système de production coton-coton-coton.

La faible efficacité de la fumure minérale à long terme confirme bien les études déjà menées sur des thèmes similaires (Bado *et al*, 1994 ; N'Djayegamiye et Côté 1996 ; Bandre et Batta, 1998 ; Bado, 2002 ; Mills *et al* 2003) qui concluent que l'utilisation exclusive de la fertilisation minérale ne permet pas de maintenir la fertilité des sols.

La culture continue de coton demeure la plus productive avec la fumure minérale + dolomie par rapport aux autres systèmes de production. Cela peut s'expliquer par le fait que le

cotonnier donne un meilleur rendement lorsque la fumure minérale était associée avec la dolomie d'une part (Bado, 2002 ; Koulibaly *et al.*, 2009) et d'autre part par le fait que le NKP + dolomie permet de corriger l'acidité du sol le cotonnier étant sensible à cette dernière (Berger *et al.*, 1987 ; Sama, 1989 ; Bado *et al.*, 1993).

Tableau IV: Efficacité agronomique des types de fumures sur la production coton-graine de l'essai entretien de la fertilité de Saria

		Années							Efficacité cumulée	Efficacité moyenne en %
		1997	1999	2001	2003	2007	2009	2011		
Coton-Sorgho	Fumures	Efficacité agronomique en %								
		fm+ r	40	54	63	68	58	67	59	408
	fm+ fo	50	38	65	78	77	82	74	465	66
	fm	43	54	48	33	66	62	43	349	50
	FM+ FO	65	10	57	83	78	82	74	450	64
	FM	53	55	60	65	74	72	46	425	61

Le tableau IV présente les différentes variations du rendement coton-graine entre les types de fumures au sein de même systèmes de production d'une année à une autre. Partant des efficacités cumulées et moyennes, nous pouvons dire que la fumure minérale (forte et faible) combinée au fumier donne une meilleure efficacité au bout des quinze années de culture.

Cela peut s'expliquer par le fait que lorsque les engrais minéraux sont combinés avec les amendements organiques, le risque d'acidification du sol est réduit. Toute fertilisation associant les amendements permet d'aboutir à un système de production productif et durable.

Conclusion partielle

Les efficacités les plus élevées sont obtenues avec les fumures associant le fumier ou la dolomie. L'application des amendements calco-magnésiens ou la matière organique corrigent les risques d'acidification. En outre, les amendements ont une action positive sur les propriétés physiques (amélioration de la structure), chimiques (apports de nutriments) et biologiques (enrichissement du pool organique) du sol (Bationo *et al.*, 2000 ; Harris, 2002).

II- Impact des apports continus de fertilisants sur le comportement du cotonnier

Il s'agit dans ce chapitre de voir l'impact des apports continus des différents fertilisants sur le comportement du cotonnier dans les deux zones agro écologiques : nombre de capsules par parcelle, hauteur des plants par parcelle et rendements en coton graine.

Les observations de la campagne 2011 portent sur les effets de 19 années (essai recyclage) et 38 années (essai entretien) de production sur la culture du coton. Nous examinerons ces observations du point de vue hauteurs moyennes des plants, nombre de capsules par plants (observations faites au 90^{ème} jour après semis) et rendements coton-graine.

II-1- Effets sur la hauteur des plants et le nombre de capsules/ha

II-1-1- Résultats

II-1-1-1- Effets sur la hauteur des plants

Les figures 5 et 6 mettent en exergue les hauteurs moyennes des plants de cotonniers qui traduisent la croissance du cotonnier. L'analyse de variance ne montre pas de différence significative quel que soit le traitement ou les systèmes de culture avec l'essai recyclage de Farako-Bâ (Annexe 3, 4 et 5). Cependant les moyennes arithmétiques les plus élevées s'obtiennent avec les traitements NPK et NPK+ résidus pour le système de rotation coton-sorgho-arachide ; Dolomie+NPK et NPK+ résidus pour le système de culture continue de coton ; NPK et Dolomie+NPK pour la rotation coton-maïs-sorgho.

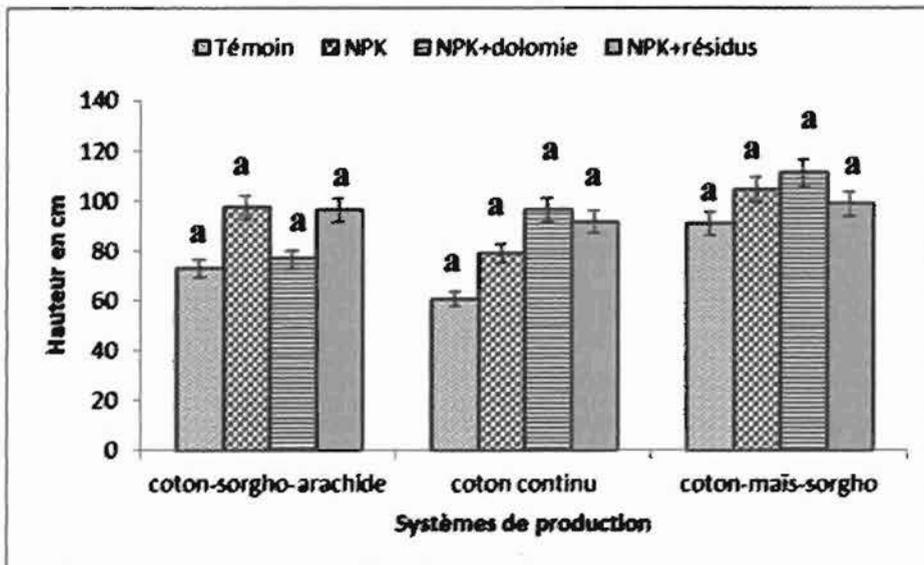


Figure 5 : Hauteurs moyennes des cotonniers récoltés selon les rotations et type de fumures (Essai recyclage de Farako-Bâ)

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

Pour l'essai entretien de la fertilité de Saria, l'analyse de variance de la croissance du cotonnier révèle des différences très significatives ($p < 0,001$) (Annexe 6). Les fumures fm, fm+fo et FM+FO ont une grande incidence sur la croissance du cotonnier soient 103, 105 et 134 cm. Le témoin sans application de fumure a la plus faible croissance (72 cm).

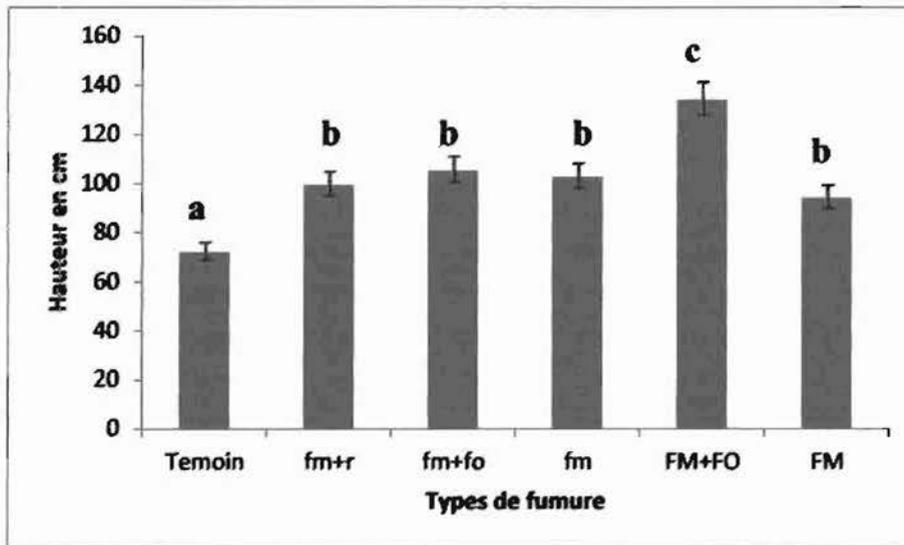


Figure 6: Hauteurs moyennes des cotonniers récoltés selon les fumures (Essai entretien de Saria)

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

II-1-2-1- Effets sur le nombre de capsules/ha

Les figures 7 et 8 présentent le nombre moyen de capsules à l'hectare. Les résultats obtenus sur le nombre de capsules ne montrent pas de différences significatives entre les traitements au niveau de l'essai recyclage de Farako-Bâ quel que soit le système de culture (Annexe 3, 4 et 5).

Cependant, on constate qu'au point de vue arithmétique, les meilleurs résultats sont obtenus avec l'engrais coton. L'effet de la dolomie n'est perceptible qu'au niveau du système de rotation Coton-maïs-sorgho.

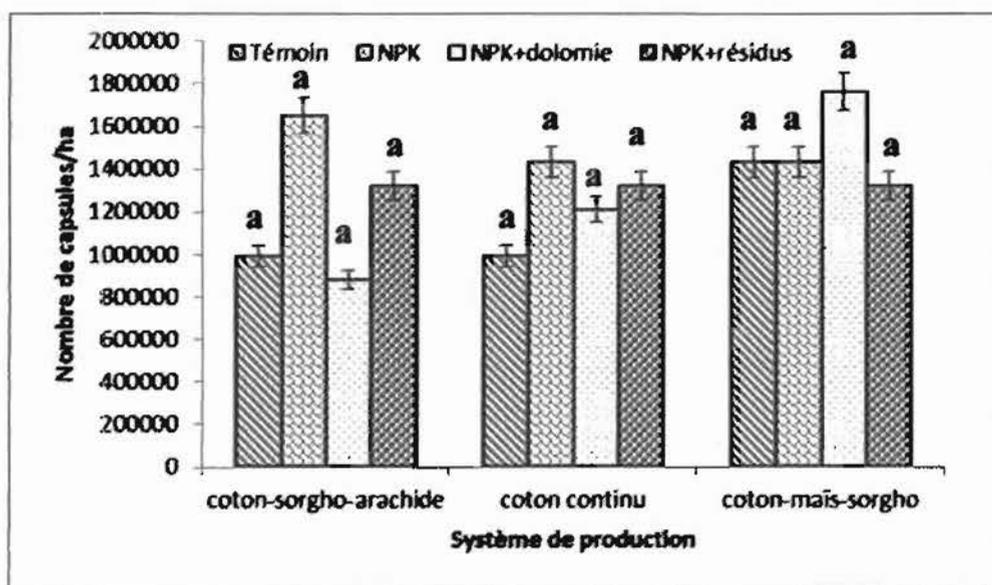


Figure 7 : Nombre moyen de capsules/ha des cotonniers selon les rotations et type de fumures (Essai recyclage de Farako-Bâ)

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

A Saria, l'analyse de variance révèle une différence significative ($p = 0,003$) (Annexe 6). Le nombre moyen de capsules à l'hectare des fumures fm+r, fm, FM est le plus élevé soit respectivement 2420000 ; 2530000 ; 2750000 capsules/ha. Le témoin sans apport d'engrais a le nombre de capsules/ha le plus faible (1210000 capsules/ha).

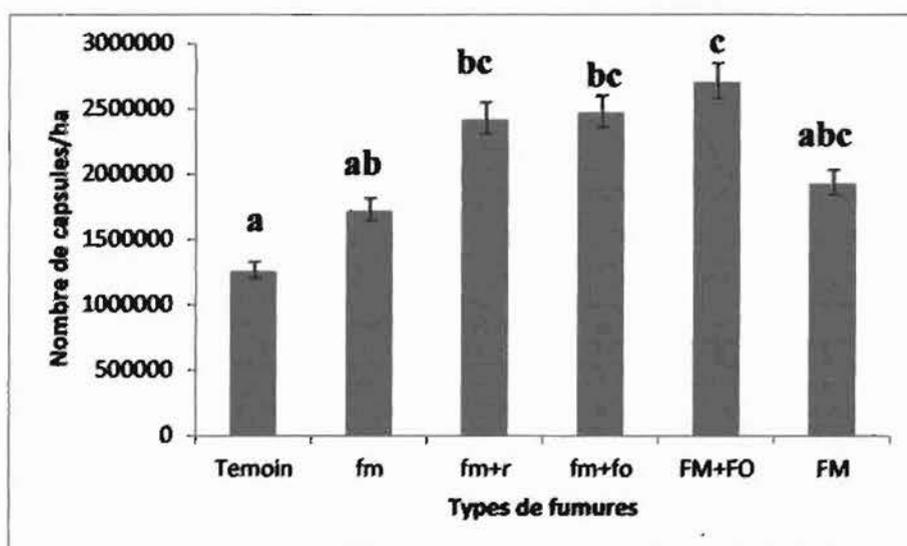


Figure 8 : Nombre moyen de capsules/ha des cotonniers selon les fumures (Essai entretien de Saria)

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

II-2- Effets des systèmes de culture sur le rendement

II-2-1- Résultats

Les figures 9 et 10 donnent le rendement coton-graine des types de fumures selon les systèmes de productions. L'analyse de variance a montré qu'il existe une différence significative entre les rendements coton-graine avec les traitements de l'essai recyclage sur la culture du coton continu et sur la rotation coton-maïs-sorgho. (Annexe 3, 4 et 5)

Avec le témoin sans engrais on obtient un faible rendement par rapport aux autres traitements ayant reçu les fumures. La fumure NPK+ Dolomie s'est montrée la plus efficace des traitements. On observe d'une manière que la dolomie ou le fumier associé avec les engrais minéraux donne des rendements élevés.

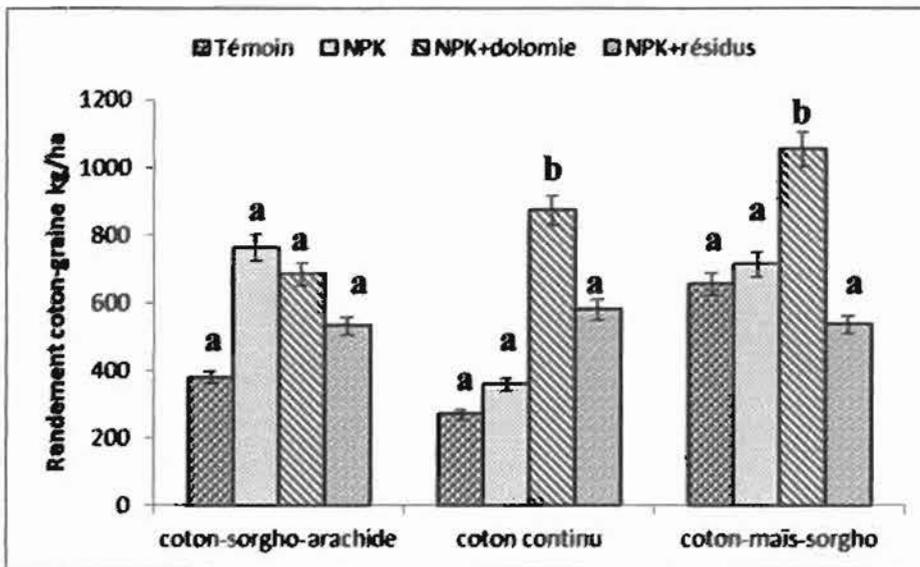


Figure 9 : Rendements coton-graine (kg/ha) selon les rotations et type de fumures (Essai recyclage de Farako-Bâ)

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

Avec l'essai entretien de la fertilité de Saria, l'analyse de variance a relevé des différences significatives ($p=0,001$) (Annexe 6). Les fumures organo-minérales fm+r ; FM+ FO ; fm+fo ont enregistré les meilleurs rendements respectivement 840 kg/ha, 1312 kg/ha et 1333 kg/ha. Le témoin sans apport de fumure a le rendement le plus faible soit 340 kg/ha

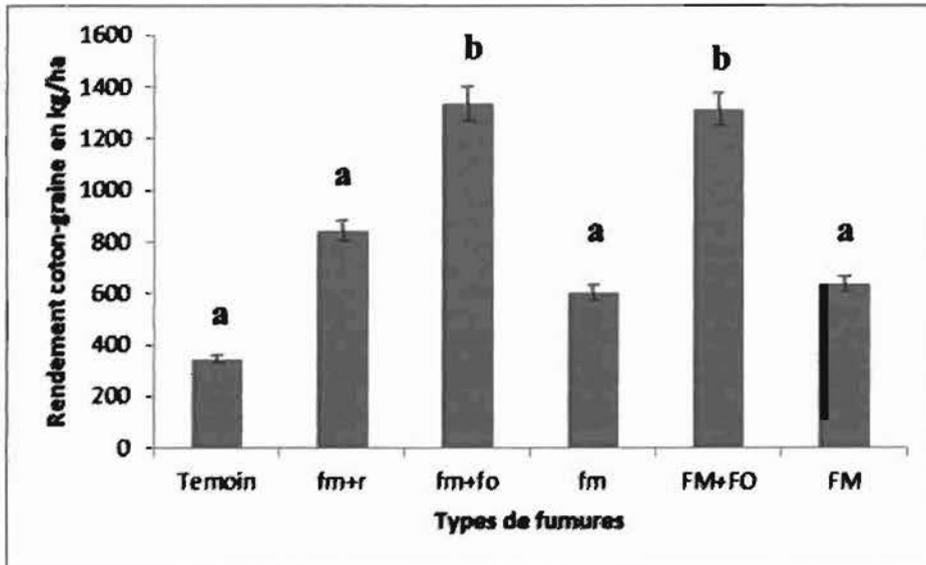


Figure 10: Rendements coton-graine (kg/ha) selon les fumures (Essai entretien de Saria)

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

II-2-2- Discussion

La culture du coton sans engrais n'est pas possible sinon à proscrire dans les deux zones. En effet, la culture du coton sans apport d'engrais a un effet négatif sur la croissance du cotonnier et consécutivement sur la production du coton. Ceci pourrait justifier en partie les rendements obtenus au niveau des témoins et confirme les résultats de Boyer., 1983, qui conclue que les systèmes de culture avec exportation des résidus sans apport de fertilisants appauvrissent le sol. Cette baisse du niveau des éléments chimiques s'accompagne d'une acidification et des toxicités diverses sur le sol.

L'engrais minéral seul permet d'améliorer la fertilité des sols dans la mesure où il augmente la quantité d'éléments nutritifs restituables du sol à la plante. Bationo *et al* 1998 ; Buerkert et al 2001 ajoutent que l'utilisation judicieuse d'engrais minéraux conduit à augmenter le rendement à condition qu'aucun autre facteur de croissance ne devienne restrictif. Cependant, Bado (2002) et Mills *et al* (2003) constatent que l'utilisation exclusive des engrais minéraux ne permet pas de maintenir la fertilité des sols. Ceci met en avant le processus d'acidification des sols exacerbé par une fertilisation seulement minérale (Pieri., 1989).

Le recyclage des résidus observé dans les deux zones un effet positif sur le comportement du cotonnier mais qui sont cependant faibles par rapport à la fumure organo-minérale et fumure minérale + dolomie. En effet, Koulibaly *et al* (2010) montrent que les teneurs en carbone

baissent de 44%, 15% et 13% respectivement en gestion extensive, gestion semi-intensive et gestion intensive des résidus de récolte.

L'importance de la dolomie en cas de culture continue du coton, s'explique par le fait que le cotonnier donne un bon rendement lorsqu'on associe la fumure minérale avec la dolomie. Ceci abonde dans le même sens que les résultats obtenus par Bado (2002) et Koulibaly *et al* (2009). L'efficacité de la dolomie est due probablement à son rôle sur la neutralisation de l'acidité du sol. Cela peut s'expliquer par la sensibilité de la culture à l'acidité. En effet, le cotonnier est plus sensible à l'acidité, expliquant cette bonne efficacité (Berger *et al.*, 1987 ; Sama, 1989 ; Bado *et al.*, 1993).

Les associations amendements organiques et fumures minérales vulgarisées à Saria, ce sont avérées très intéressantes sur la production de coton-graine. Par rapport à la fumure minérale vulgarisée, l'association du fumier permet d'obtenir un supplément de rendement de 231 à 735 kg/ha de coton-graine en 2011 (figure 10). Cela confirme bien l'intérêt des associations fumier et engrais minéraux que soulignent diverses études (Ouattara, 2007 et Gnankambary, 2007 ; Koulibaly *et al.*, 2009, 2010). D'où la grande importance de la fumure fm+fo et FM+FO à Saria,

Conclusion partielle

Ces données tendent à montrer le rôle fondamental des amendements organiques ou calco-magnésiens dans la production agricole. Les amendements en plus du rôle de stockage ou de rétention des éléments nutritifs ont une triple action sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. En outre ils contiennent des oligo-éléments qui permettent une fourniture immédiate des nutriments et participent à l'élaboration des composantes de rendements dont le nombre de capsules végétative (Soltner, 2003 ; FAO, 2003, Zougmoré *et al.*, 2004).

Par ailleurs, au niveau de l'essai recyclage et de l'essai entretien de la fertilité, l'analyse des données sur le nombre de capsules/ha, la hauteur/plant et le rendement coton-graine selon les différents apports de fumures montre qu'il y'a une similitude qui lie le rendement à la hauteur des plants. Comme hypothèse à cette observation, nous pouvons dire que la croissance du cotonnier va entrainer un surplus de biomasses foliaires qui va contribuer à une meilleure nutrition de la plante par le biais de la photosynthèse.

B- Impact des apports à long terme des fertilisants sur les paramètres chimiques du sol

1- Résultats

Les résultats des effets des apports des fertilisants sur le pH_{KCl} du sol, les teneurs en carbone total et matière organique, les teneurs en azote total, en potassium échangeable et en phosphore assimilable selon les systèmes de productions sont consignés dans le tableau V. Pour des raisons de calendrier et de moyens, seuls sont concernés par l'analyse, les sols de l'essai recyclage de Farako-Bâ. Ces différentes caractéristiques donnent l'état actuel du sol après 19 années de production.

Tableau V : Caractéristiques chimiques des sols prélevés à la profondeur 10 cm dans l'essai recyclage à Farako-Bâ

Rotations	traitements	pH eau	C total	N total	P Bray I	K total
			g/kg		mg/kg	
Coton-sorgho-arachide	Témoin	5,3b	3,1a	0,2a	7,0a	403,7a
	NPK	4,5a	3,8a	0,3a	13,6a	436,9a
	NPK+dolomie	6,8c	4,1a	0,3a	10,3a	512,8a
	NPK+résidus	4,9ab	3,2a	0,2a	17,6a	601,2a
Signification P (0<0,005)		S	NS	NS	NS	NS
		0,001	0,315	0,078	0,231	0,193
Coton-coton-coton	Témoin	5,6a	4,3a	0,3a	7,0a	634,6a
	NPK	4,9a	4,4a	0,2a	15,7a	527,2a
	NPK+dolomie	6,7b	6,5a	0,3a	12,4a	586,2a
	NPK+résidus	5,3a	4,4a	0,3a	20,4a	595,8a
Signification P (0<0,005)		S	NS	NS	NS	NS
		0,002	0,682	0,730	0,123	0,337
Coton-maïs-sorgho	Témoin	5,5b	3,7a	0,3a	9,7a	525,8a
	NPK	4,8a	4,1a	0,3a	12,4a	596,4ab
	NPK+dolomie	6,9c	4,9a	0,4a	10,4a	697,5 b
	NPK+résidus	5,7b	5,0a	0,4a	19,2b	720,5 b
Signification P (0<0,005)		S	NS	NS	S	S
		0,001	0,224	0,101	0,002	0,020

Les moyennes affectées d'une même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon la méthode Student-Newman-Keuls. (NS : non significatif et S : significatif)

❖ Sur le pH

Les résultats montrent une différence significative entre les traitements. On a des valeurs de pH variant de 4,5 à 6,9. D'une manière générale, la fumure NPK acidifie le sol quel que soit le système de production. Le recyclage réduit légèrement l'acidification du sol. Enfin, la dolomie permet d'augmenter le pH par rapport au témoin avec des valeurs proche de la neutralité et ceci est observable sur tous les systèmes de production.

❖ Sur l'azote total

On observe une légère augmentation des teneurs en azote avec le NPK+dolomie pour les rotations coton-sorgho-arachide et coton-maïs-sorgho, comparativement au témoin (Tableau V). Les teneurs sont maintenues avec le NPK+résidus pour les rotations coton-sorgho-arachide et coton continu. L'adjonction de résidus ou de la dolomie à la fertilisation minérale améliore de 33 à 50% la teneur en azote total du témoin absolu. L'analyse de variance des différentes rotations n'a pas montrée de différence significative entre les traitements.

❖ Sur le carbone

Aucune différence significative n'a été observée avec l'application de fertilisants et cela est observable pour toutes les rotations. Pour ce qui est des moyennes arithmétiques, l'apport de dolomie augmente le taux de carbone du sol, surtout dans le système coton continu : ceci s'explique par le fait que le calcium de la dolomie empêche la minéralisation du carbone du sol. Le carbone du système coton-maïs-sorgho est plus important par les apports cumulés des résidus de maïs et sorgho.

❖ Sur le K total

Les résultats sur le K total de la rotation coton-maïs-sorgho montrent de différence significative entre les traitements. L'analyse des différents résultats révèle une hausse générale des teneurs de toutes les fumures par rapport au témoin absolu pour les systèmes coton-sorgho-arachide et coton-maïs-sorgho. Dans le système coton continu, le témoin absolu obtient la plus forte teneur en K total par rapport aux fumures appliquées.

❖ Sur le phosphore assimilable ($P_{\text{Bray 1}}$)

Les résultats de la rotation coton-maïs-sorgho montrent une différence significative entre les traitements. D'une manière générale pour toutes les rotations, on observe que tous les traitements ont une valeur de phosphore assimilable nettement supérieure par rapport au témoin absolu. D'où l'intérêt du recyclage pour augmenter le Pass dans le sol. Les apports de dolomie semblent avoir des effets négatifs sur le teneur en P assimilable. Ceci pourrait être dû à un phénomène de rétrogradation du phosphore liée à l'élévation du pH du sol.

2- Discussion

Avec le témoin sans apport de fertilisant, on observe des teneurs en éléments chimiques faibles par rapport aux autres fumures. Ceci met en avant la nécessité d'apport des fertilisants sur le sol. Boyer (1983) conclut que le témoin sans apport de fertilisants avec exportation des résidus appauvrit le sol en baissant le niveau d'éléments chimiques et suivi d'une acidification du sol.

Avec la dolomie, les résultats montrent une amélioration du pH qui est presque neutre. En effet, la dolomie exerce un rôle tampon sur le pH du sol lors de sa dissolution. Au cours de ce processus, elle empêche la lixiviation des cations, réduit l'aluminium échangeable par complexation et par conséquent augmente le pH du sol. (Sédogo, 1993). Par ailleurs, le calcium de la dolomie séquestre le carbone et empêche sa minéralisation d'où le taux élevé de carbone dans les traitements comportant la dolomie. Mais, il peut aussi immobiliser le phosphore assimilable du sol ; ceci explique les teneurs en P ass faible au niveau des fertilisant avec dolomie.

Le recyclage des résidus entraîne des hausses de teneurs en P assimilable. Ces observations ont été faites par Demers (2008), Lompo *et al* (2008), qui travaillant sur des sols différents, ont montré que l'application de la fertilisation minérale et les résidus de cultures amélioraient le stock de phosphore par rapport au témoin sans apport.

Avec l'engrais minéral seul, le sol a tendance à s'acidifier par rapport au témoin. Cette acidification a été observée par Sédogo (1993) et Hien (1990), qui concluent que l'application continue de la fumure minérale entraîne à long terme une acidification des sols. Ce fort taux d'acidité a un effet négatif sur la minéralisation de la matière organique du sol et ainsi donc sur le carbone total. Néanmoins, les apports de P sous forme d'engrais solubles ont pour effet d'augmenter la quantité de P assimilable du sol et de contribuer à l'alimentation minérale des cultures.

Conclusion partielle

On retient de ces résultats que l'application conjointe de la dolomie ou des résidus de cultures aux engrais minéraux ont eu un effet positif sur les paramètres chimiques du sol (pH et teneurs en P_{ass} et K_{total}). En effet, la dolomie a permis d'augmenter le pH du sol par rapport aux autres fertilisants.

Conclusion générale

La présente étude qui a évalué l'effet agronomique des modes de gestion à long terme des apports de fertilisants dans les essais de Saria et de Farako-Bâ permet de tirer les conclusions suivantes que :

- La culture du coton sans engrais serait difficile sinon à proscrire dans les deux zones. En effet, la culture du coton sans apport d'engrais a un effet négatif sur la croissance du cotonnier et consécutivement sur la production du coton. Sur les paramètres chimiques elle entraîne une baisse du niveau des éléments chimiques qui s'accompagne d'une acidification et des toxicités diverses sur le sol ;
- L'engrais minéral seul permet à court terme d'améliorer les quantités d'éléments nutritifs restituables du sol à la plante. Sur la croissance du cotonnier, il permet une meilleure croissance en mettant disponible à la plante des éléments nutritifs et augmente le rendement par rapport au témoin sans apport. Cependant, l'utilisation exclusive des engrais minéraux ne permet pas de maintenir la fertilité des sols ;
- Le recyclage des résidus observés dans les deux zones donne des résultats probants sur le comportement du cotonnier mais qui sont comparables à la fumure minérale ;
- La fumure mixte dolomie et engrais minéral a eu un impact agro-pédologique positif. En effet, l'association fumure minérale et la dolomie améliore l'efficacité des engrais minéraux et donne de meilleurs rendements. Cette fumure a en outre un effet sur le stock du carbone du sol. La dolomie en cas de culture continue du coton donne une meilleure efficacité et un bon rendement. L'efficacité de la dolomie est due probablement à son rôle sur la neutralisation de l'acidité du sol ;
- Les associations amendements organiques et fumures minérales vulgarisées à Saria, ont eu des effets positifs sur la croissance et sur la production de coton-graine par rapport à la fumure minérale vulgarisée.
- Partant des efficacités agronomiques des fumures, à Farako-Bâ, le système de culture continue de coton demeure le plus productif (EAF = 67%) avec la fumure minérale + dolomie par rapport aux autres fumures et systèmes de production. A Saria, au niveau de l'essai entretien, la fumure minérale (forte et faible) combinée au fumier donne une meilleure efficacité (64% à 66%) au bout des quatorze années de culture.

Les résultats obtenus dans ces différents essais font ressortir clairement le rôle incontournable des fumures organo-minérales et des apports conjoints de dolomie et d'engrais minéraux

comme moyen d'intensification durable de la production agricole et de préservation de la fertilité des sols.

Ces résultats doivent être analysés en intégrant les paramètres physiques et biologiques pour mettre en exergue l'évolution de ces paramètres à long terme.

Cependant, les résultats obtenus dans ces essais concernent uniquement l'impact des rotations sur le cotonnier, il serait intéressant d'étendre l'étude aux autres spéculations (sorgho, maïs et arachide) composant les systèmes de production étudiés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aboudrare A. (2009). Agronomie durable : principes et pratiques. Rapport de formation continue au profit des ingénieurs et des techniciens de l'ORMVAO de Ouarzazate et de l'association Migrations et Développement. Projet FAO/TCP/MOR/3201(D) relatif au renforcement des capacités locales pour développer les produits de qualité de montagne – Cas du Safran.

Adam-Yeboua, N., 2000. Etude d'une fumure à base du Burkina phosphate sur le riz irrigué à la Vallée du Kou dans l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur, option Agronomie, IDR/UPB; 74p.

Arihara, J. And Ohwaki, Y 1989. Estimation of available phosphorous in vertisol and alfisol on view of root effects on rhizosphere soil. In XI Colloquium, Wageningen, Holland.

Bacýé B., 1993. Influence des systèmes de culture sur l'évolution des sols ferrugineux en région sahelo-soudanienne. Province du Yatenga, Burkina Faso. Thèse de doctorat troisième cycle. 243p

Bado B.V., 1994. Modification chimique d'un sol ferrallitique sous l'effet de fertilisants minéraux et organiques: conséquences sur les rendements d'une culture continue de maïs, 57p + annexes.

Bado B.V., 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de doctorat : Université de Laval (Québec). 197p

Bado, B. V.; Dakyo, D.; N'dayegamiye, A. Et Cescas, M., 1993. Effets de la dolomie sur la production et les propriétés chimiques d'un sol ferrallitique. *Agrosol VI (2)* ; pp 22-24.

Bagayoko, M.S. C. Mason, S. Traoré, And K. M. Eikert. 1996. Pearl millet / cowpea cropping system yield and soil nutrient levels. *African crop science journal 4 (4)*: 453 - 462.

Bagayoko M., Buerker A., Lung G., Bationo A. And V. Römheld. 2000.

Cereal /legume rotation effects on cereal growth in Soudano-Sahelian West Africa: soil mineral nitrogen, mycorrhizae and nematodes. *Plant and Soils* 218. 103-116.

Bandré P. Et Batta F., 1998. Conservation des eaux et des sols (C.E.S) au Burkina Faso, 37p.

Basson F., 2007. Evaluation de l'impact du cotonnier Bollgard II sur les arthropodes non cibles : cas des prédateurs de *Bemisia tabaci* (*GENNADIUS*). Mémoire d'Ingénieur en agronomie. IDR, Université Polytechnique de Bobo, 66p.

Bationo, A., Buerkert, A. 2001. Soil organic carbon management for sustainable land use in Sudano-Sahelian West Africa. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61, 131- 142.

Bationo, A., Lompo, F., Koala, S. 1998. Research on nutrient flows and balance in west Africa : state-of-the-art. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 71, 19-35.

Bationo, A And B. R. Ntare 2002. Rotation and nitrogen fertilizer effects on pearl millet, cowpea and groundnut yield and soil chemical properties in a sandy soil in the semi-arid tropics, West Africa. *Journal of agricultural Science* 134 : 277-284.

Bationo, A., Wani, S. P., Biielders, C. L., Vlek, P. L. G., Mkwunye, A. U. 2000. Crop Residue and Fertilizer Management to Improve Soil Organic Carbon Content, Soil Quality and Productivity in the **Desert Margins of West Africa**. In **Global Climate Change and Tropical Ecosystems** (éd. Lal R., Kimble J. M., Stewart B. A.). CRC Press, London, Ch. 6, p. 117-156.

Benedict C.R., 1984. Cotton physiology. In Kohel R. J. et Lewis C.F Ed. « COTTON » *agronomy monograph*. 24, p 6-24.

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

Boyer J., 1983. Conservation et amélioration de la fertilité in *Bulletin technique d'information des ingénieurs des sciences agricoles* n0379/381 pp357-366.

Cauquil J., 1986. Maladies et ravageurs du cotonnier en Afrique au Sud du Sahara. Coton et Fibre Tropicales, IRCT-CIRAD, 92p.

Cauquil J., 2000. Maladies et ravageurs du cotonnier en Afrique au Sud du Sahara. Coton et Fibre Tropicales, IRCT-CIRAD, 62p.

Chalck, P. M.1998. Dynamics of biologically fixed N in legume-cereal rotations : a review. *Aust. J. Res.*, 49 : 303-316.

Clark, M.S., W.R. Horwath, C. Shennan Et K.M. Scow. 1998. « Changes in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices ». *Agronomy Journal*, no 90, p. 662-671.

Dakouo D., 1990. Statut potassique de 4types de sol de la zone cotonnière du Burkina Faso et étude de leur comportement vis-à-vis de la fumure potassique. Mémoire de D.E.A. d'Ecologie Tropicale (option végétale). Université Nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan.

Dakouo D., 1991. Le maintien de la fertilité dans les systèmes de culture conduits en motorisation intermédiaire. Cas de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. INERA/Programme coton-ESFIMA. 49 p. + Annexes.

Dakouo D., 1994. Les carences en potassium sur le cotonnier (*Gossypium hirsutum L.*) dans les systèmes de culture. Cas de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Thèse de Doctorat-Ingénieur, 140p. + annexes.

Dakouo D., Koulibaly B. et Hien V., 1995. Agronomie et Techniques Culturelles. Rapport de la campagne 1995-1996, 87p.

Danso, S. K. A. 1995. Assessment of biological nitrogen fixation. *Fertilizer research* 42 : 33-41.

Demers I., 2008. Formes et disponibilité du phosphore de composts utilisés comme amendements de sols agricoles. Mémoire maître ès sciences (M.Sc). Faculté des études supérieures de l'université Laval. 92p

Demol J., Baudoin J. P., Loueant B. P., Marechal R. et Mergeal G., 2002. Le cotonnier *Gossypium sp*, in « Amélioration des plantes tropicales, application aux espèces cultivées en régions tropicales », pp. 400-405.

De Rouw, A., Rajot, J-L. 2004. Nutrient availability and pearl millet production in Sahelian farming systems based on manuring or fallowing. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104, 249-262.

FAO, 2003. Economie de l'agriculture de conservation. Service de la gestion des terres et de la nutrition des plantes, Division de la mise en valeur des terres et des eaux. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Rome, Italie

FAO., 2011. La pratique de la gestion durable des terres Directives et bonnes pratiques pour l'Afrique subsaharienne. 252p

Fontès J., Guinko S., 1995. Carte de la vegetation et du sol du Burkina Faso. Notice explicative. Ministère de la coopération française. Profet campus. 67p.

Fryxell P. A., 1984. Taxonomy and germplasm resources. Cotton, Eds., American Society of Agronomy, Madison, USA, 27-57.

Gardener, W. K., Parbery, D. G., Barber, D. A. 1981. Proteoid root morphology and function in *Lapinus albus*. *Plant and soil* 60. 143-147.

Gnankambary Z. ,2007. Compost and fertilizer mineralization effects on soil and harvest in parkland agroforestry systems in the South-Sudanese Zone of Burkina Faso. Doctorat thesis n°.2007:129. Faculty of Forest Sciences. Swedish University of Agricultural Sciences. 48p

Guinko, S. 1984. La végétation de la Haute volta. Thèse d'Etat, Sciences Naturelles, Université de Bordeaux, 318 p.

Guira T., 1988. Intensification de la culture de sorgho en sol ferrugineux. Etudes des effets induits des techniques culturales sur la fertilité des sols. Mémoire d'ingénieur du développement rural, IDR, Université de Ouagadougou. 96p.

Harris, F. 2002. Management of manure in farming systems in semi-arid West Africa. *Experimental Agriculture*, 38, 131-148.

Hau B. et Goebel S., 1997. Modifications du comportement du cotonnier en fonction de l'environnement : 1. Evolution des paramètres de productivité de neuf variétés semées à trois écartements. *Coton et fibres tropicales XLI (2)* : 165-173.

Hien V. (1990). Pratiques culturales et évolution de la teneur en azote organique utilisable 145 par les cultures dans un sol ferrallitique du Burkina Faso. Thèse de Doctorat INPL, Nancy, France. Spécialité Sciences agronomiques, Option Agro pédologie, 149 p.

Hien. V, Sédogo. M et Lompo. F. 1994. Étude des effets des jachères de courte durée sur la production et l'évolution des sols dans différents systèmes de culture du Burkina Faso. 221-232pp.

Horowitz H., 1969. Influence des conditions du milieu sur la formation et la chute des organes floraux chez le cotonnier. *Coton et Fibres Tropicales* : 17 (1) : 23-40.

Hoshikawa, K 1990. Significance of legume crops in improving the productivity and stability of cropping systems. Paper presented at the International symposium on the Use of Stable isotopes in Plant Nutrition, Soil fertility and Environment Studies. Vienna, Austria, 1-5 October 1990

INERA., 2000. Bilan de 10 années de recherches 1988-1998. Document MESSRS/CNRST/Burkina Faso, édition CTA. 115p.

INSD (2008), Annuaire statistique 2008, INSD.

Kombo, J. Ch., 1999. Etude des effets des jachères de courte durée sur les rendements du sorgho et les propriétés chimiques des sols ferrallitiques dans l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur, option Agronomie, IDR/UPB; 78p.

Koulibaly. B, Traoré. O, Dakuo D, Zombré. P. N., 2009. Effets des amendements locaux sur les rendements, les indices de nutrition et les bilans culturaux dans un système de rotation coton-maïs dans l'ouest du Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13(1), 103-111

Koulibaly. B, Traoré. O, Dakuo. D, Zombré. P. N & Bondé. D. 2010. Effets de la gestion des résidus de récolte sur les rendements et les bilans culturaux d'une rotation cotonnier-maïs-sorgho au Burkina Faso. *Tropicultura*, 28, 3, 184-189pp.

Lompo D. J-P., 2005. Gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture de l'Ouest du Burkina Faso: évaluation des effets agronomiques et de la rentabilité économique de trois formules de fumures. Mémoire d'ingénieur du développement rural/Option Agronomie. IDR/UPB. Burkina Faso. 50p.

Lompo F., Bonzi M., Bado B. V., Gnankambary Z., Ouandaogo N., Sédogo P. M., Assa A., 2008. Influence à long terme des modes de gestion de la fertilité sur les états, les formes, les fractions et le bilan du phosphore d'un lixisol du Burkina en culture de sorgho. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 2, 175 – 184

Mauney J.R. (1984). Anatomy and morphology of cultivated cottons. In «cotton». R. H. KOHEL and C.F. LEWIS, *Am. Soc. Agron. Agronomy series 24, Madison (USA):* 59-81.

Mills A.J. & Fey M.V., 2003. Declining soil quality in South Africa: effects of land use on soil organic matter and surface crusting. *South Afr. J. Sci.*, 99, 429-436.

Millogo. B., 2002. Diagnostic des modes de gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture motorisés en zone cotonnière ouest du burkina faso. memoire d'ingénieur UPB/IDR. 94p.

N'dayegamiye, A. Et Cote, D. 1996. Effet d'application à long terme de fumier de bovins, de lisier de porc et de l'engrais minéral sur la teneur en matière organique et la structure du sol. *Agrosol*. 9(1): 31–35.

Nicou R., 1975. Le problème de la prise en masse à la dessiccation des sols sableux de la zone tropicale sèche. *L'Agron. Trop.*, 30 (4) 325-343.

Nicou R., 1978. La prise en masse des sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale ouest-africaine. Doc. Multigr., IRAT/Montpellier, 13p.

Ouattara B., 1994. Contribution à l'étude des propriétés physiques d'un sol ferrugineux tropical sous culture : pratiques culturales et état structuraux du sol. Thèse de docteur-ingénieur, mention sciences agronomiques, Université nationale de Côte d'Ivoire, 153p.

Ouattara, K. 2007. Improved Soil and Water Conservatory Managements for Cotton-Maize Rotation System in the Western Cotton Area of Burkina Faso. 50p. Thesis in Faculty of Forest Sciences Department of Forest Ecology and Management-Umeå

Ouattara B., 2009. Analyse diagnostic du statut organique et de l'état structural des sols des agrosystèmes cotonniers de l'ouest du Burkina Faso (Terroir de Bondoukui). Thèse de doctorat en sciences naturelles. Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Institut du Développement Rural. 186 p.

Ouattara B., Ouattara K., Sédogo P.M., Assa A., Lompo F. Et Portier M., 1998. Modification de la porosité du sol après trente-trois années de labour d'enfouissement de fumier au Burkina Faso. *Cahier d'agriculture*, 7, 9-14pp.

Parry G. (1982). Le cotonnier et ses produits. Paris, France, Edition Maisonneuve et Larose, 502p.

Piéri C., 1989. Fertilités des terres de savane. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du sahara. Ministère de Coopération et du développement CIRAD, 444p.

Pouya B. M., 2011. Effet agronomique des options technologiques de gestion de la fertilité des sols à l'Est du Burkina-Faso. Mémoire DEA UPB/IDR. 81p.

Roose E., 1977. Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest. Vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales. ORSTOM. Paris, 1D8p.

Sama, A., 1989. Acidification des sols sous culture. Valorisation de la dolomie de Tiara. Mémoire d'Ingénieur, option Agronomie, IDR/ U. O. ; 67p+ annexes.

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

Sédogo P.M., 1981. "Contribution à la réalisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride": matière organique du sol et nutrition azotée des cultures. Thèse de docteur-ingénieur, université de Nancy 1 (INPL); 195 pp.

Sédogo M.P., 1993. Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de Doct. D'Etat, FAST, Université Nationale de Côte d'Ivoire, 285 p.

Sédogo P. M., Lompo F., Ouattara B., 1994. Le carbone et l'azote dans différentes fractions granulométrique d'un sol ferrugineux tropical; effet de quatre types d'amendements organiques. Sciences et technique 20: 110-120.

Simonsson L., 2005. Profil de vulnérabilité du Burkina Faso. Rapport d'étude de Stockholm environment institute, 38p.

Soltner D., 1986. Les bases de la production végétale. Tome 1. le sol. 146 édition collection sciences et techniques agricoles, 464p.

Soltner D., 2003. Les bases de la production végétale. Tomel. Le sol et son alimentation. Collection Sciences et techniques agricoles. 23e édition, 472p

Somé L., 1989. Diagnostic agropédologique du risque de sécheresse au Burkina Faso. Etude de quelques techniques agronomiques améliorant la résistance sur les cultures de sorgho, de mil et maïs. Thèse de Doctorat U.S.T.L. Montpellier, 268p.

Spack S., 1997. Stratégie de gestion durable des terroirs villageois de la région de l'Est, Burkina Faso, Géo-Regards, 31.147p.

Tomato H. S., 1988. Etude de l'influence des adventices sur le développement et le rendement du cotonnier. Mémoire de fin d'études agronomiques. ESA, Université du Bénin, Lomé, Togo, 78p

Traoré. K Et Toe. A. M. 2008. Capitalisation des initiatives sur les bonnes pratiques agricoles au Burkina Faso. 25pp.

Vaissayre M. et Cauquil J., 2004. Principaux ravageurs et maladies du cotonnier en Afrique au Sud du Sahara. CIRAD-CTA, 59p.

Yemefack M., Nounamo L., Njomgang R. & Bilong P., 2004. Influence des pratiques agricoles sur la teneur en argile et autres propriétés agronomiques d'un sol ferrallitique au sud du Cameroun. *Tropicultura*, 22(1), 3-10pp.

Zougmoré R., Mando A., Stroosnijder L., 2004. Effect of soil and water conservation and nutrient management on the soil-plant water balance in semi-arid Burkina Faso. *Agricultural Water Management* 65:103-120.

ANNEXES

Annexe 1

Fiche de comptage des capsules et mesure de hauteur des plantes

Date de mesure :

N° Plante :

Nom de l'ESSAI

Traitements	Nb cap1	Nb cap2	Nb cap3	Nb cap4	Nb cap5	Nb fleur1	Nb fleur2	Nb fleur3	Nb fleur4	Nb fleur5
Témoin										
T1										
T2										
T3										
T4										
T5										
T6										
T										
T										
T										

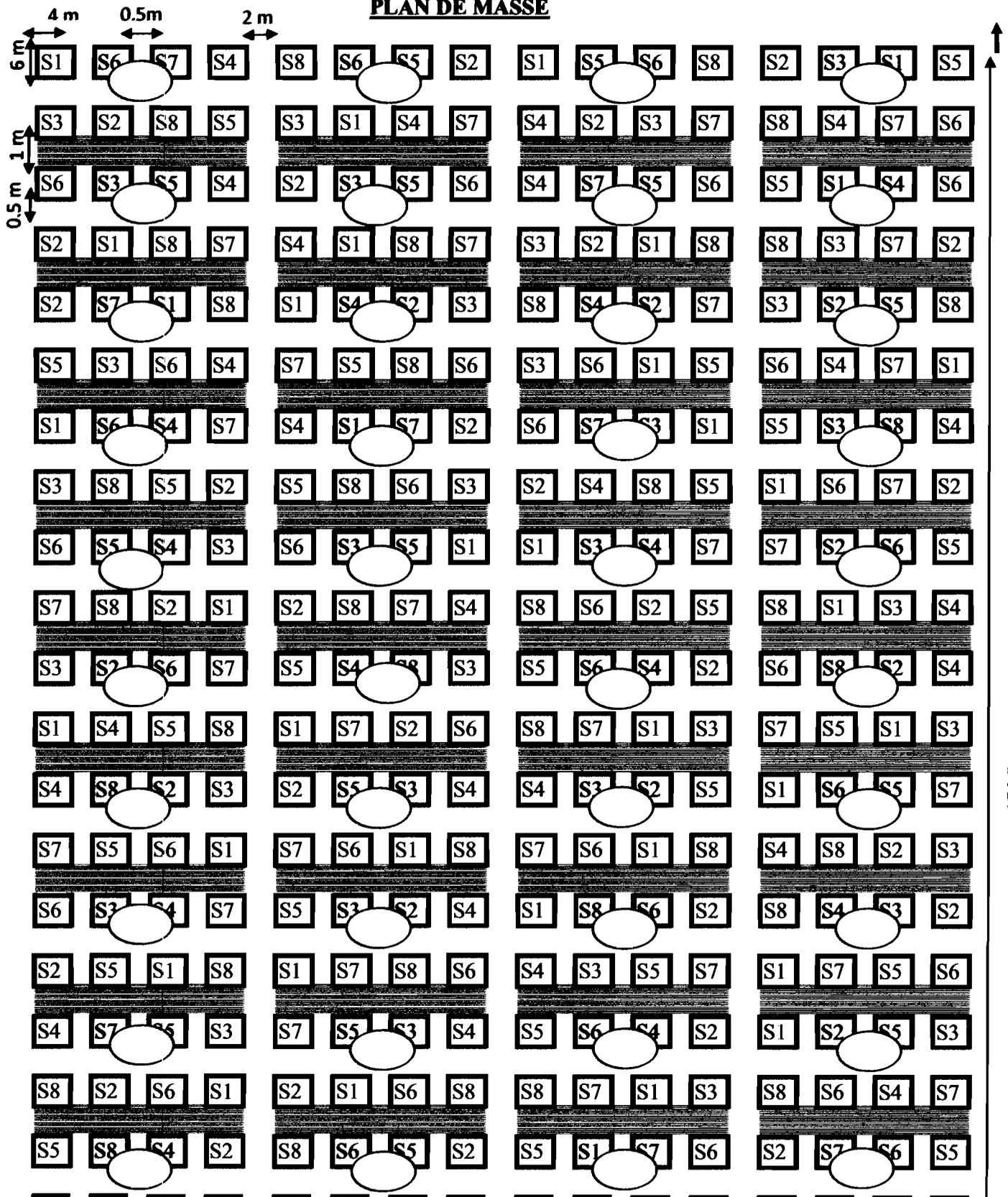
Traitements	Haut1	Haut2	Haut3	Haut4	Haut5
Témoin					
T1					
T2					
T3					
T4					
T5					
T6					
T					
T					

NB : Le choix des plants de cotonnier se feront suivant les 2 diagonales de chaque parcelle (traitement). Toutes les mesures (Nombre de capsules et fleurs ; la hauteur des plants) se feront sur cinq plants à l'intérieur des deux diagonales.

Annexe 2

ESSAI RECYCLAGE

PLAN DE MASSE



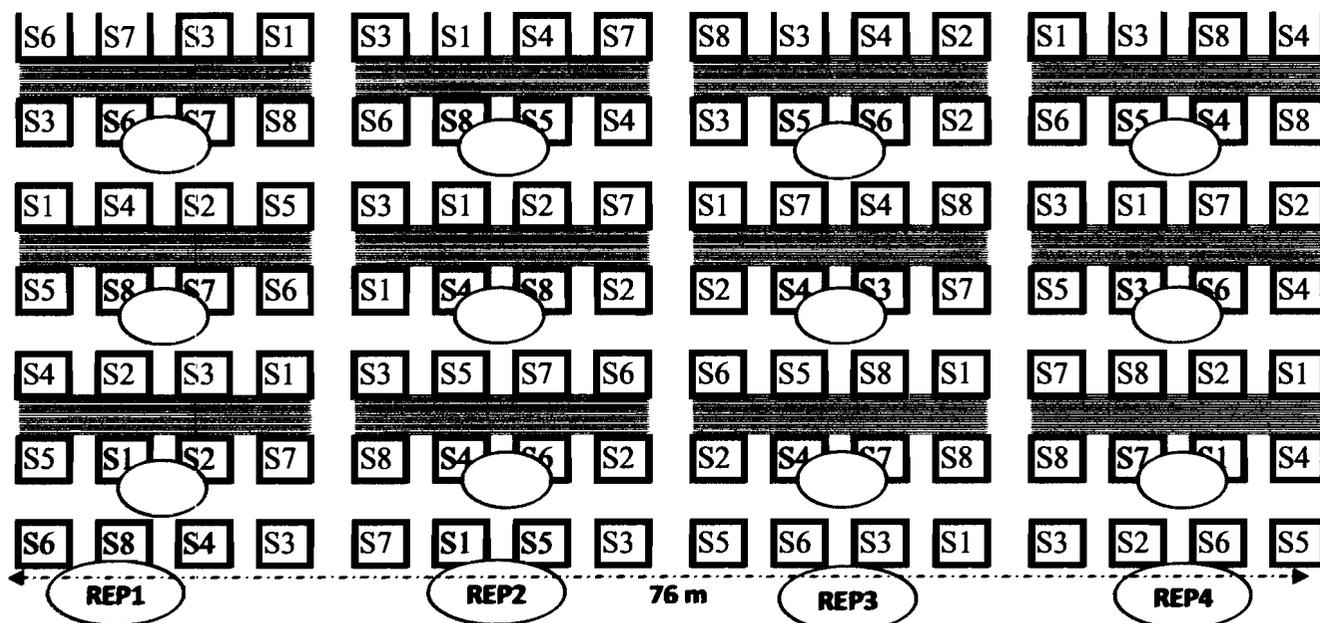


Tableau 1 : Liste des traitements et séries des rotations du dispositif expérimental

Tête de rotation					
1993	1994	1995	1996	1997	1998
1999	2000	2001	2002	2003	2004
2005	2006	2007	2008	2009	2010
2011					
1. Sorgho	Sorgho	Sorgho	Sorgho	Sorgho	Sorgho
2. Sorgho	Coton	Arachide	Sorgho	Coton	Arachide
3. Coton	Arachide	Sorgho	Coton	Arachide	Sorgho
4. Arachide	Sorgho	Coton	Arachide	Sorgho	Coton
5. Sorgho	Arachide	Coton	Sorgho	Arachide	Coton
6. Coton	Sorgho	Arachide	Coton	sorgho	Arachide
7. Arachide	Coton	Sorgho	Arachide	Coton	Sorgho
8. Coton	Coton	Coton	Coton	Coton	Coton
9. Arachide	Arachide	Arachide	Arachide	Arachide	Arachide
10. Coton	Maïs	Sorgho	Coton	Maïs	Sorgho
11. Jachère	Jachère	Jachère	Jachère	Jachère	Jachère
12. Jachère	Céréale	Jachère	Céréale	Jachère	Céréale
13. Sorgho	Jachère	Céréale	Jachère	Céréale	Jachère

Tableau 2 : Fumures correspondant aux sous traitements du dispositif expérimental

	Fumures
S1	Témoin absolu (sans apport)
S2	Fumure minérale (P+K)
S3	Fumure minérale vulgarisée N-P-K-S-B (engrais NPK)
S4	Fumure minérale NPK + dolomie
S5	Fumure minérale P+K avec enfouissement des résidus
S6	Fumure minérale N-P-K-S-B avec enfouissement des résidus
S7	Fumure minérale N-P-K-S-B avec fumier de parc
S8	Fumure minérale P+K avec fumier

Annexe 3

Système de production Coton-Sorgho-Arachide (T6)

1ère variable: Rendement coton-graine

(kg/ha)

Cv= 46,3% (p = 0,387)

Test de NEWMAN - KEULS (seuil de 5 %)

Fumures	Libellé	Moyennes	Groupe homogène
S1	Témoin	400	A
S6	NPK+résidus	572,5	A
S4	NKP+dolomie	600,5	A
S3	NPK	828,1	A

2ème variable: Hauteur des plants

Cv = 31,2% (p = 0,586)

Test de NEWMAN - KEULS (seuil de 5 %)

Fumures	Libellé	Moyennes	Groupe homogène
S3	NPK	76,13	A
S1	Témoin	79,07	A
S6	NPK+résidus	88,13	A
S4	NKP+dolomie	96,2	A

3ème variable: Nombre de capsules/ ha

Cv= 47,1% (p = 0,427)

Test de NEWMAN - KEULS (seuil de 5 %)

Fumures	Libellé	Moyennes	Groupe homogène
S1	Témoin	850667	A
S3	NPK	1034000	A
S4	NKP+dolomie	1224667	A
S6	NPK+résidus	1246667	A

Annexes 4

Système de production Coton-Coton-Coton (T8)

1ère variable: Rendement coton-graine (kg/ha)

Cv = 35,9% (p = 0,039)

Test de NEWMAN - KEULS (seuil de 5 %)

Fumures	Libellé	Moyennes	Groupe homogène
S1	Témoin	332,2	A
S3	NPK	434,5	A
S6	NPK+résidus	661	A B
S4	NKP+dolomie	987	B

2ème variable: Hauteur des plants

Cv = 11,9% (p = 0,114)

Test de NEWMAN - KEULS (seuil de 5 %)

Fumures	Libellé	Moyennes	Groupe homogène
S1	Témoin	76	A
S3	NPK	83	A
S6	NPK+résidus	91,8	A
S4	NKP+dolomie	102,87	A

3ème variable: Nombre de capsules/ ha

Cv = 18,4% (p = 0,285)

Test de NEWMAN - KEULS (seuil de 5 %)

Fumures	Libellé	Moyennes	Groupe homogène
S1	Témoin	1026667	A
S4	NKP+dolomie	1239333	A
S6	NPK+résidus	1342000	A
S3	NPK	1415333	A

Annexe 5

Système de production Coton-Maïs-Sorgho (T10)

1ère variable: Rendement coton-graine (kg/ha)

Cv = 19% (p = 0,012)

Test de NEWMAN - KEULS (seuil de 5 %)

Fumures	Libellé	Moyennes	Groupe homogène
S6	NPK+résidus	590,1	A
S1	Témoin	691,4	A
S3	NPK	816,6	A
S4	NKP+dolomie	1213,3	B

2ème variable: Hauteur des plants

Cv = 14,4% (p < 0,433)

Test de NEWMAN - KEULS (seuil de 5 %)

Fumures	Libellé	Moyennes	Groupe homogène
S1	Témoin	90,7	A
S6	NPK+résidus	98,5	A
S3	NPK	104,2	A
S4	NKP+dolomie	111,1	A

3ème variable: Nombre de capsules/ ha

Cv = 28,2% (p = 0,641)

Test de NEWMAN - KEULS (seuil de 5 %)

Fumures	Libellé	Moyennes	Groupe homogène
S6	NPK+résidus	1283333	A
S1	Témoin	1459333	A
S3	NPK	1481333	A
S4	NKP+dolomie	1738000	A

Annexes 6

Système de production Coton-Sorgho

1ère variable: Rendement coton-graine (kg/ha)

Cv = 28,2% (p = 0,002)

Test de NEWMAN - KEULS (seuil de 5 %)

Fumures	Libellé	Moyennes	Groupe homogène	
1	Témoin	340,2	A	
4	fm	597,7	A	
6	FM	631	A	
2	fm+r	840	A	
5	FM+FO	1312,2	B	
3	fm+fo	1333,2	B	

2ème variable: Hauteur des plants

Cv = 4,6% (p < 0,001)

Test de NEWMAN - KEULS (seuil de 5 %)

Fumures	Libellé	Moyennes	Groupe homogène	
1	Témoin	72.1	A	
6	FM	94.2	B	
2	fm+r	99.5	B	
4	fm	102.7	B	
3	fm+fo	105.3	B	
5	FM+FO	134.1	C	

3ème variable: Nombre de capsules/ ha

Cv = 16,1% (p = 0,003)

Test de NEWMAN - KEULS (seuil de 5 %)

Fumures	Libellé	Moyennes	Groupe homogène		
1	Témoin	11,47	A		
3	fm	15,67	A	B	
5	FM	17,53	A	B	C
2	fm+r	22		B	C
6	fm+fo	22,47		B	C
4	FM+FO	24,6			C