



**BURKINA FASO**  
**UNITÉ – PROGRÈS – JUSTICE**

N° D'ORDRE ...

\*\*\*\*\*  
**MINISTÈRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE, SUPÉRIEUR**  
**ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (M.E.S.S.R.S.)**

\*\*\*\*\*  
**Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (U.P.B.)**

\*\*\*\*\*  
**Institut du Développement Rural (I.D.R.)**



### **MÉMOIRE**

Pour l'obtention du Diplôme d'Études Approfondies (D.E.A.) en Gestion Intégrée des  
Ressources Naturelles (G.I.R.N.)  
Option : Systèmes de Production Végétale (S.P.V.)  
Spécialité : Sciences du sol.

### **THÈME**

**Arrières effets de la fertilisation organique sur la  
croissance et le développement du cotonnier et  
du maïs dans la zone sud soudanienne du  
Burkina Faso**

Présenté et soutenu par Da Isdine Aziz Nambon

#### **COMPOSITION DU JURY**

##### **PRÉSIDENT :**

Pr Somé N. Antoine

Enseignant Chercheur à l'I.D.R./U.P.B.

##### **MEMBRES :**

Pr Nacro Hassan Bismarck

Enseignant Chercheur à l'I.D.R./U.P.B.

Dr Traoré Ouola

Chercheur à l'IN.E.R.A/C.N.R.S.T.

##### **MAITRE DE STAGE :**

Dr Traoré Karim

Agro-pédologue, Chercheur à l'IN.E.R.A/C.N.R.S.T.

**Date de soutenance :**

Juillet 2010



# DÉDICACE

Le présent mémoire est dédié à :

- Ma grand-mère **Da Salimata Semana** qui nous a quittés il y a de cela deux ans.

Puisse t-elle reposer en paix.

- Mes parents **Da Sansan** et **Da/Traoré Madialia** qui ont toujours été là pour me soutenir. Puisse le fruit de ce travail leur en être digne.

## REMERCIEMENTS

A l'issue de ce stage de fin d'études, je voudrais remercier tous ceux qui ont contribué à la réussite de mon travail. J'aimerais exprimer tous mes remerciements à :

- la Direction de l'Institut du Développement Rural (I.D.R.) ;
- au Professeur Adrien Belem, responsable de la formation du 3<sup>ème</sup> cycle en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles, Systèmes de Production de l'I.D.R. à l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso pour avoir accepté notre inscription ;
- au Dr Sanou Jacob, Chef du Centre Régional de Recherches Environnementales et Agricoles (C.R.R.E.A.) Ouest pour m'avoir accueilli dans son Centre ;
- au Dr Traoré Karim, Chef du programme de Gestions des Ressources Naturelles/Systèmes de Production (G.R.N./S.P.) Ouest, mon Maître de stage pour son encadrement et sa disponibilité tout au long du travail ;
- à tout le personnel du programme G.R.N./S.P. Ouest : Dr Traoré Ouola, Mr Ouédraogo Souleymane, Mr Coulibaly Adama, Mr Ouattara Baba, Mr Sankara Estanislasse, Mme Traoré/Gué Julienne, Mr Bationo Xavier, Mr Sanou Alexis, Mr Loukmane Goumbané ; plus particulièrement à Mr Ouattara Sié Amoro, Mme Diakité Mariam et Mr Millogo Bernard pour leur conscience professionnelle ;
- à Mr Traoré Tiécoura et toute son équipe pour leur soutien sur la mise en œuvre de l'essai ;
- à tous les stagiaires avec qui nous avons cordialement travaillé en équipe : Traoré Adama, Sangaré Moussa, Ouédraogo Dominique, Djigemdé Oumarou, Bazongo Pascal, Somé Hien Kpierenouor, Konaté Ali, Bougma Amélie et Sanou Latif.

A tous ceux dont les noms ne sont cités, qu'ils sachent qu'ils ont ma gratitude profonde.

## RÉSUMÉ

L'agriculture au Burkina Faso occupe plus de 86% de la population. Cependant elle est confrontée à un handicap majeur qui est la baisse de la fertilité des sols. Afin d'apporter notre contribution à l'amélioration de cette fertilité des sols nous avons conduit en 2008 à la station de recherche de Farako-Bâ, dans la zone sud soudanienne, des travaux concernant les arrières effets de la fertilisation organique sur la croissance et le développement des cultures. Notre hypothèse de travail repose sur le fait que l'application de doses normales de fumure organique permet de produire deux années de suite avant une nouvelle application ; l'effet est plus important avec la matière organique en décomposition additionnée à de faibles quantités de fertilisants minéraux. Les traitements étaient composés d'un témoin absolu sans fertilisation et de cinq niveaux de fertilisation dont la fertilisation minérale recommandée, le compost, le compost + urée, les coques de coton en décomposition et les coques de coton en décomposition + urée. Les amendements organiques ont été appliqués en 2007 afin d'en évaluer les effets résiduels l'année suivante. Le matériel végétal a été le coton (variété FK37) et le maïs (variété SR22). Les résultats obtenus montrent que les traitements à base de résidus de coques de coton + urée ont donné une meilleure croissance et un bon développement, de même que de meilleurs rendements paille et grain pour les deux cultures (1,37 t/ha-coton grain et 1,87 t/ha-maïs grain) par rapport aux autres traitements.

De cette étude, nous pouvons conclure que l'utilisation de la matière organique en décomposition + urée donnerait des arrières effets plus intéressants l'année suivante ; en comparaison la fertilisation organique mature c'est-à-dire celle à base de compost bien décomposé + urée a des effets plus immédiats sur la culture en cours, mais qui ne perdurent que le temps d'une campagne agricole.

**Mots clés** : sols, Fertilité, fertilisation organique, arrières effets, matière organique en décomposition, compost bien décomposé, fertilisation minérale, croissance et développement, rendements.

## ABSTRACT

In Burkina Faso, agricultural production involves more than 86% of the population, but it faces the problem of soil fertility. To solve this constraint, organic matter is seen to be a conclusive solution.

The objective of this two year study (Campaign 2007-2008/2008-2009), carried out in Farakô-Bâ research station located in south sudanian area, is to evaluate the residual effects of organic fertilization on crop growth and development. Our hypothesis lays on the fact that the effectiveness of recommended application for organic fertilizer can last two years of production. The effect is more important with maturing organic matter combined with small quantities of mineral fertilizers. We investigated comparatively to a check treatment the residual effects of five levels of fertilizer inputs: recommended mineral fertilizer, compost, compost + urea, raw cottonseed cake and raw cotton seed cake + urea. Organic matter has been incorporated into soil since year 2007 in order to appreciate the residual effects the following year. Treatments were tested on the following crop varieties: cotton-FK37 and maize-SR22. The results showed for both cultures of cotton and maize that the residual effects of the raw cottonseed cake addition treatments (in combination with urea) provides the best plant growth and development and the highest yields (1.37 T.ha<sup>-1</sup> of cotton grain and 1.87 T.ha<sup>-1</sup> of maize grain).

We come to the conclusions that the agronomic effectiveness of the maturing organic matter on maize and cotton is proven through its residual effects which will occur the following year of cultivation after the incorporation into soil of the raw wastes; comparatively the mature compost + urea application which is as efficient as the raw cottonseed cake + urea one, leads to a direct increase in maize and cotton yields during year of its application, but its effect is not continually maintained.

**Keywords:** soil, fertility, organic fertilization, residual effects, maturing organic matter, mature compost, mineral fertilizer, plant growth and development, yields.

## **SIGLES ET ABREVIATIONS**

<b>A.O.F.</b>	: Afrique Occidentale Française
<b>C.E.C.</b>	: Capacité d'Echange Cationique
<b>C.N.R.S.T.</b>	: Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
<b>C.R.R.A.</b>	: Centre Régional de Recherches Agricoles
<b>C.R.R.E.A.</b>	: Centre Régional de Recherches Environnementales et Agricoles
<b>C.T.I.G.</b>	: Cellule de Télédétection et d'Information Géographique
<b>F.A.O.</b>	: Food and Agriculture Organization
<b>G.R.N./S.P.</b>	: Gestions des Ressources Naturelles/Systèmes de Production
<b>I.D.R.</b>	: Institut du Développement Rural
<b>IN.E.R.A.</b>	: INstitut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
<b>IN.S.S.H.</b>	: INstitut des Sciences Sociales et Humaines
<b>I.R.A.T.</b>	: Institut de Recherches Agronomiques Tropicales
<b>I.R.B.E.T.</b>	: Institut de Recherches en Biologie et Ecologie Tropicale
<b>I.R.S.A.T.</b>	: Institut de Recherches en Sciences Appliquées et Technologiques
<b>I.R.S.S.</b>	: Institut de Recherches en Sciences de la Santé
<b>J.A.S.</b>	: Jours Après Semis
<b>M.A.H.R.H.</b>	: Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques
<b>O.N.A.C.</b>	: Office NATIONAL de Commerce extérieur
<b>O.N.G.</b>	: Organisations Non Gouvernementales
<b>P.A.</b>	: Production Animale
<b>P.F.</b>	: Production Forestière
<b>P.I.B.</b>	: Produit Intérieur Brut
<b>P.N.U.D.</b>	: Programme des Nations Unies pour le Développement
<b>P.V.</b>	: Production Végétale
<b>S.E.P.</b>	: Sol Eau Plante
<b>SO.CO.MA.</b>	: SOciété COtonnière du GourMA
<b>SO.FI.TEX.</b>	: SOciété des FIbres TEXtiles du Burkina Faso.

# TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE .....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
RÉSUMÉ .....	iii
ABSTRACT .....	iv
SIGLES ET ABREVIATIONS .....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES PHOTOS .....	ix
INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE I GENERALITES.....	I
Présentation de la structure d'accueil .....	X
1.1. Présentation de la structure d'accueil : IN.E.R.A. ....	3
1.2. Présentation du C.R.R.E.A. de l'Ouest.....	3
1.2.1. Situation géographique.....	3
1.2.2. Historique.....	4
1.2.3. Organisation du C.R.R.E.A. de l'ouest .....	4
1.2.4. Le programme G.R.N./S.P. Ouest.....	4
Définitions et concepts .....	xi
1.3. Fertilité d'un sol.....	6
1.3.1. La fertilité chimique .....	6
1.3.2. La fertilité physique .....	6
1.3.3. La fertilité biologique.....	6
1.4. Les amendements.....	7
1.5. Etat des sols au Burkina Faso.....	7
1.6. Types de sols au Burkina Faso .....	7
1.7. Les sols ferrugineux lessivés.....	8
1.8. Fertilisation des cultures.....	8

<b>1.9. Fertilité chimique et utilisation des engrais au Burkina Faso .....</b>	<b>9</b>
<b>1.10. Fertilisation organique .....</b>	<b>9</b>
<b>Généralités sur les cultures .....</b>	<b>xii</b>
<b>1.11. Généralités sur le cotonnier (<i>Gossypium sp</i>).....</b>	<b>10</b>
1.11.1. Origine et historique.....	10
1.11.2. Systématique et physiologie.....	10
1.11.3. Développement et croissance du cotonnier .....	11
1.11.4. Ecologie du cotonnier .....	12
1.11.5. Ennemis et protections phytosanitaires .....	13
1.11.6. Situation de la culture du coton au Burkina Faso.....	13
<b>1.12. Généralités sur le maïs (<i>Zea mays</i>).....</b>	<b>14</b>
1.12.1. Origine et diversification.....	14
1.12.2. Systématique et physiologie.....	14
1.12.3. Développement et croissance du maïs .....	15
1.12.4. Ecologie du maïs .....	15
1.12.5. Ravageurs et maladies du maïs .....	15
1.12.6. Situation de la culture du maïs au Burkina Faso.....	15
<b>CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES.....</b>	<b>II</b>
<b>2.1. Matériels.....</b>	<b>16</b>
2.1.1. Site d'étude .....	16
2.1.2. Matériel végétal.....	17
<b>2.2. Méthodes .....</b>	<b>18</b>
2.2.1. Opérations culturales.....	22
2.2.2. Fertilisation organique et/ou minérale.....	22
2.2.3. Traitements phytosanitaires .....	22
2.2.4. Collecte de données.....	22
2.2.5. Analyses des données.....	23
<b>CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSIONS .....</b>	<b>III</b>
<b>EFFETS DES FERTILISATIONS SUR LE COTONNIER.....</b>	<b>xiii</b>
<b>3.1. Taux de levée du cotonnier.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2. Effets de la fertilisation sur la croissance et le développement du cotonnier. 24</b>	
3.2.1. Hauteur des plants de cotonnier. ....	24

3.2.2. Nombre de feuilles en fonction des traitements .....	26
3.2.3. Nombre de branches végétatives en fonction des traitements.....	27
3.2.4. Nombre de branches fructifères en fonction des traitements .....	28
3.2.5. Effets de la fertilisation sur la floraison et la fructification du cotonnier.....	28
<b>3.3. Effets des traitements sur le rendement et ses composantes.....</b>	<b>29</b>
<b>EFFETS DES FERTILISATIONS SUR LE MAÏS.....</b>	<b>xiv</b>
<b>3.4. Taux de levée du maïs.....</b>	<b>31</b>
<b>3.5. Effets de la fertilisation sur la croissance et le développement du maïs.....</b>	<b>31</b>
3.5.1. Hauteur des plantes de maïs en fonction des traitements.....	31
3.5.2. Développement foliaire du maïs en fonction des traitements. ....	32
3.5.3. Effets des fumures en phase de floraison et maturité.....	33
<b>3.6. Répercussions de la fertilisation à la récolte. ....</b>	<b>34</b>
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>37</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>39</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>xv</b>

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Stades de croissance et développement du cotonnier .....	12
<b>Tableau 2</b> : Phases de croissance et développement du maïs .....	15
<b>Tableau 3</b> : Caractéristiques du sol de la parcelle expérimentale. Farako-Bâ 2008 .....	17
<b>Tableau 4</b> : Quelques caractéristiques des cultures. ....	17
<b>Tableau 5</b> : Traitements comparés au champ en 2007 et en 2008. ....	18
<b>Tableau 6</b> : Taux de levée .....	24
<b>Tableau 7</b> : Evolution de la hauteur des plants de cotonnier (en cm). ....	25
<b>Tableau 8</b> : Développement foliaire du cotonnier en fonction des traitements. ....	26
<b>Tableau 9</b> : Evolution du nombre de branches végétatives du cotonnier par traitement .....	27
<b>Tableau 10</b> : Nombre de branches fructifères par traitement. ....	28
<b>Tableau 11</b> : Composantes du rendement en fonction des traitements.....	29
<b>Tableau 12</b> : Rendements coton graine et tige en fonction des traitements (en t/ha). ....	29
<b>Tableau 13</b> : Rendements grain et tige de coton en année 1 et année 2 à Farako-Bâ. ....	30
<b>Tableau 14</b> : Taux de levée du maïs .....	31
<b>Tableau 15</b> : Evolution de la taille des plants de maïs (en cm) en fonction des traitements. .	31
<b>Tableau 16</b> : Développement foliaire chez le maïs en fonction des traitements. ....	32
<b>Tableau 17</b> : Dates de floraison et de maturité en fonction des traitements. ....	33
<b>Tableau 18</b> : Composantes du rendement maïs par traitements. ....	34
<b>Tableau 19</b> : Analyses des rendements du maïs (en t/ha). ....	35
<b>Tableau 20</b> : Rendements grain et tige du maïs en année 1 et année 2 à Farako-Bâ. ....	36

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Schéma d'un plant de cotonnier montrant les deux types de branches.....	11
<b>Figure 2</b> : Pluviométrie mensuelle de Farako-Bâ en 2008 et moyenne 1997-2007 .....	16
<b>Figure 3</b> : Dispositif expérimental .....	21

## LISTE DES PHOTOS

<b>Photo 1</b> : Compost en décomposition.....	19
<b>Photo 2</b> : Pesée des coques pour application au champ en 2007. ....	20
<b>Photo 3</b> : Fertilisation organique des parcelles .....	20
<b>Photo 4</b> : Croissance en hauteur comparée des plants de maïs .....	32

# INTRODUCTION

La fertilité des terres agricoles est le facteur biophysique le plus important dans la production agricole. Cette fertilité des sols connaît une dégradation accélérée en Afrique sub-saharienne et plus particulièrement au Burkina Faso où le secteur agricole occupe 86% de la population active et contribue pour 45% au Produit Intérieur Brut (P.I.B.). La conséquence de l'épuisement de cette ressource est une mauvaise productivité des terres conduisant à une insécurité alimentaire chronique (MAFONGOYA et *al.*, 2006). Selon le Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques (M.A.H.R.H., 2004) seuls 30% des ménages burkinabés arrivent à satisfaire leurs besoins alimentaires et nutritionnels (2283 calories/jour).

Au Burkina Faso, maintenir les sols dans un état de fertilité acceptable devient alors un défi pour tous les agriculteurs. La plus grande proportion de ces sols est de type ferrugineux tropicaux (annexe 1) identifiables aux horizons rougeâtres d'accumulation d'hydroxydes de fer (BRABANT, 1989). Ces sols sont caractérisés par un degré d'altération avancée, une mauvaise stabilité structurale, une faible teneur en colloïdes et en matière organique (moins de 1%) et une carence en éléments nutritifs entraînant la baisse des rendements des cultures (PIERI, 1989).

Dans un contexte où l'exigence est l'amélioration des techniques de fertilisation ainsi que la réduction des coûts de production, l'utilisation de la matière organique associée à de petites quantités d'engrais minéraux semble être la meilleure formule (SEDOGO et *al.*, 1991 ; HIEN et *al.*, 1991). L'utilisation de la fumure organique est restée en deçà des attentes par méconnaissance de techniques de production, des doses ou de la périodicité d'apport.

Le présent travail a été initié dans l'optique de contribuer à répondre en partie à ces préoccupations. Il se propose de donner des indications sur les arrières effets de deux sources de matière organique sur la croissance, le développement ainsi que sur les rendements du cotonnier et du maïs.

L'objectif général est d'augmenter la fertilité des sols par la mise au point de techniques efficaces de fertilisation organique et envisager une réduction de l'utilisation des engrais minéraux.

Les objectifs recherchés sont :

- Evaluer les arrières effets des amendements organiques sur la croissance et le développement des cultures de coton et du maïs ;

- Proposer des meilleures formes d'amendement organique permettant une production durable du coton et du maïs ;

Le présent document fait la synthèse des résultats obtenus ; il est organisé ainsi qu'il suit : d'abord les généralités, ensuite les matériels et méthodes suivis des résultats et des discussions et enfin les conclusions.

# **CHAPITRE I GENERALITES**

# **Présentation de la structure d'accueil**

## **1.1. Présentation de la structure d'accueil : IN.E.R.A.**

L'IN.E.R.A. (INstitut de l'Environnement et de Recherches Agricoles) est l'un des quatre (4) instituts du C.N.R.S.T. (Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique). Les autres instituts sont :

- L'I.R.S.A.T. : Institut de Recherches en Sciences Appliquées et Technologiques ;
- L'I.R.S.S. : Institut de Recherches en Sciences de la Santé ;
- L'IN.S.S.H. : Institut des Sciences Sociales et Humaines.

La vocation de l'IN.E.R.A. est la mise au point et l'expérimentation de techniques visant l'intensification et la durabilité des productions agro-sylvo-pastorales. L'IN.E.R.A. est subdivisé en quatre (4) départements à savoir :

- le département Production Animale (P.A.) ;
- le département Production Végétale (P.V.) ;
- le département Production Forestière (P.F.) ;
- le département Gestion de Ressources Naturelles et Systèmes de Production (G.R.N./S.P.).

En plus de ces quatre départements l'IN.E.R.A. possède des laboratoires et des cellules d'appui qui sont : le laboratoire Sol Eau Plante (S.E.P.), le laboratoire de virologie, la cellule macro-économie et économie des filières, la Cellule de Télédétection et d'Information Géographique (C.T.I.G.). Les activités de l'IN.E.R.A. couvrent l'ensemble du territoire national. Mais dans le souci de se rapprocher, de prendre en compte les besoins des utilisateurs et de couvrir la diversité des situations, il s'est régionalisé en cinq (05) Centres Régionaux de Recherches Environnementales et Agricoles (C.R.R.E.A.) qui sont :

- le C.R.R.E.A. du centre (Saria) ;
- le C.R.R.E.A. de l'Est (Kouari –Fada N'Gourma) ;
- le C.R.R.E.A. du Nord (Kantchari-Dori) ;
- le C.R.R.E.A. du Nord-ouest (Di) ;
- le C.R.R.E.A. de l'Ouest (Farako-Bâ Bobo-Dioulasso).

## **1.2. Présentation du C.R.R.E.A. de l'Ouest**

### **1.2.1. Situation géographique**

Le siège du C.R.R.E.A. de l'Ouest est à Farako-Bâ située à 10 km au sud-ouest de Bobo sur l'axe Bobo-Banfora. La station de Farako-Bâ couvre une superficie de 475ha. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes : longitude 4°20', latitude 11°06' et 405m d'altitude.

### **1.2.2. Historique**

La station de Farako-Bâ a été créée en 1950 sous forme d'antenne du Centre de Recherches Agronomiques de Bambey (Sénégal) au titre de l'Afrique Occidentale Française (A.O.F.) sur une ancienne sisaleraie. Depuis, elle a subi les évolutions suivantes :

- 1961, elle est une station autonome dont la gestion était assurée par l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (I.R.A.T.) ;
- 1984, suite à une réorganisation de la recherche scientifique nationale, elle devient C.R.R.A. (Centre Régional de Recherches Agricoles) et ensuite C.R.R.E.A. (Centre Régional de Recherches Environnementales et Agricoles) en 1998 ;
- 1998, l'IN.E.R.A. alors INstitut de Recherches Agricoles et l'Institut de Recherches en Biologie et Ecologie Tropicale (I.R.B.E.T.) fusionnent pour former l'actuel IN.E.R.A.-INstitut de l'Environnement et de Recherches Agricoles.

### **1.2.3. Organisation du C.R.R.E.A. de l'ouest**

Le C.R.R.E.A. de l'Ouest couvre treize (13) provinces qui sont : les Balé, les Banwa, la Bougouriba, la Comoé, le Houet, le KénéDougou, la Kossi, la Léraba, l'Ioba, le Mouhoun, le Nounbiel, le Poni, et le Tuy. Il abrite trois (03) stations de recherches (Farako-Bâ, Banfora, Niangoloko), deux (02) antennes (Vallée du Kou, Balla) et un site de recherches (Dinderesso). Douze (12) programmes mènent leurs activités de recherche au sein du C.R.R.E.A. de l'Ouest et se répartissent comme suit :

- le programme régional (G.R.N./S.P.-Ouest du département G.R.N./S.P.)
- les programmes de recherches : céréales, oléo-protéagineux, culture maraîchère, riz et coton (P.V.).
- les programmes de recherches : bovins, petits ruminants et monogastriques (porcs, volaille) du département P.A.
- les programmes de recherches : amélioration de la production forestière, valorisation des produits forestiers et protection des ressources forestières (département P.F.)

Notre stage s'est déroulé au sein du programme G.R.N./S.P.-Ouest.

### **1.2.4. Le programme G.R.N./S.P. Ouest**

Le département de G.R.N./S.P. est l'un des quatre départements scientifiques de l'IN.E.R.A. La création de ce département tient compte du fait que le Burkina Faso possède des ressources naturelles qui connaissent une dégradation dont la sévérité est fonction des conditions écologiques et de l'adéquation ou non des systèmes de production.

L'élaboration du programme du département a été conduite de manière participative en associant les producteurs et leurs organisations à la base, les Organisations Non Gouvernementales (O.N.G.), les ministères techniques en charge du développement rural et les institutions de recherches nationales et internationales afin de recenser l'ensemble des contraintes liées à la gestion des ressources naturelles.

L'objectif principal recherché par le département G.R.N./S.P. est d'adapter et d'évaluer dans une approche participative :

- le système de gestion durable des espaces ruraux ;
- les stratégies de leur mise en œuvre qui répondent à l'attente des exploitants ruraux et aux objectifs de développement rural du gouvernement.

De façon spécifique, cette recherche se doit de :

- fournir aux institutions intéressées des indicateurs sur la dégradation du milieu ;
- proposer des innovations institutionnelles pour une gestion durable des ressources naturelles et sur l'environnement.

Les activités actuelles du G.R.N./S.P. sont focalisées sur :

- la faible/mauvaise disponibilité en eau ;
- la dégradation des sols ;
- la dégradation du couvert végétal ;
- la faible productivité des systèmes de production ;
- la faible performance des services rendus aux producteurs.

En dehors de ces activités de recherche, le département G.R.N./S.P. apporte son appui dans l'exécution des projets de développement surtout par la formation et le suivi des acteurs.

Pour la mise en œuvre de ses activités, le département dispose de soixante trois (63) chercheurs de niveau ingénieur et doctorat de diverses spécialités (agronomie, pédologie, foresterie, sociologie, microbiologie, zootechnie, pastoralisme, télédétection, géographie, agro-climatologie, biométrie). Les soixante trois (63) chercheurs sont soutenus dans leurs activités par quarante trois (43) techniciens de recherche. Cette disponibilité en personnel qualifié et diversifié fait de ce département une unité à même de gérer de façon efficace toutes les activités liées à la gestion des ressources naturelles (IN.E.R.A., 2004).

# Définitions et concepts

### **1.3. Fertilité d'un sol**

La fertilité d'un sol est l'aptitude de ce sol à produire, en d'autres termes son potentiel de production (PIERI, 1989). Cette notion de fertilité du sol fait appel à trois types de fertilité, à savoir la fertilité chimique, physique et biologique.

#### **1.3.1. La fertilité chimique**

La fertilité chimique peut être considérée comme étant le bon fonctionnement des mécanismes de fixation et d'échange des substances nutritives (N, P, K...) entre la phase solide et liquide d'une part et entre le sol et la plante d'autre part. Selon PIERI (1989) l'importance des réserves utilisables et leur passage sous forme assimilable déterminent la capacité d'un sol à se maintenir chimiquement fertile ou au contraire à s'épuiser rapidement.

#### **1.3.2. La fertilité physique**

La fertilité physique d'un sol est matérialisée par l'ensemble de ses propriétés physiques qui sont : la texture, la structure, la porosité et la capacité de rétention en eau. Cette fertilité dépend de la topographie, de la profondeur, de la disposition des horizons du sol et de sa texture (SOLTNER, 1990). Un sol physiquement riche est friable, poreux et aéré avec environ 60% de matières solides et 40% du volume réservé à l'eau et à l'air. Le devenir de la fertilité est influencé par l'évolution des caractéristiques physiques des sols sous cultures. L'agressivité des pluies et la faiblesse de la quantité du complexe argilo-humique entraînent une dégradation rapide de la fertilité physique au Sahel (PIERI, 1989).

#### **1.3.3. La fertilité biologique**

La fertilité biologique d'un sol résulte de l'activité de plusieurs groupes d'êtres vivants dans le sol (vers, termites, acariens, collemboles, bactéries, champignons...). L'activité biologique est un facteur très important qui intervient dans la fertilité des sols. Pour VILAIN (1993) les activités microbiennes sont très nombreuses et peuvent consister en :

- la transformation des matières organiques ;
- la biosynthèse de l'humus ;
- les actions spécifiques comme la fixation biologique de l'azote, la dénitrification ;
- les actions diverses (modifications du pH, rôle sur la structure du sol ...)

Ces activités microbiennes ont une influence sur la fertilité chimique et physique du sol.

#### **1.4. Les amendements**

Les amendements sont des substances incorporées généralement en grande quantité aux sols pour améliorer leur qualité physique (structure), chimique (acidité) et biologique (humus). Les amendements contiennent aussi souvent des quantités non négligeables d'éléments nutritifs et sont parfois assimilés à des engrais.

#### **1.5. Etat des sols au Burkina Faso**

Les terres arables au Burkina Faso occupent 17,7% de la superficie totale du pays (Banque Mondiale, 2008) ; il s'agit de terres exploitables pour la production agricole. Ces sols sont caractérisés par leur pauvreté minérale.

La teneur en azote totale est inférieure à 0,06% pour 71% des sols ; près de 93% des sols présentent une teneur en phosphore assimilable inférieure à 30 mg/kg. La teneur en potassium échangeable est également très faible. D'après une étude conjointe du Programme des Nations Unies pour le Développement-Food and Agriculture Organization (P.N.U.D.-F.A.O., 2005) la teneur en matière organique des sols est inférieure à 1% pour 55% des sols étudiés, de 1 à 2% pour 29% des sols et supérieure à 2% pour seulement 16% des sols. Environ 10% des sols ont leur pH inférieur à 5 ; 60% l'ont entre 5-6 et pour 30% il se situe au delà de 6. Selon BERGER *et al.* (1987), cités par IN.E.R.A. (1996), on est en présence de sols relativement acides où l'aluminium se manifeste souvent dès que le pH est en dessous de 5.

#### **1.6. Types de sols au Burkina Faso**

Il peut être distingué 8 principaux types de sols au Burkina. Ce sont :

- la classe des sols à sesquioxydes de fer et de manganèse (39%) constituée par la sous-classe des sols ferrugineux ;
- les sols peu évolués d'érosion (26%) ;
- les sols brunifiés (6% avec des cas d'hydromorphie) ;
- les vertisols (6%) qui sont des sols difficiles à travailler avec les moyens traditionnels car trop lourds à l'état humide et durs à l'état sec ;
- les sols ferrallitiques (2%) à texture grossière avec une faible réserve en eau ;
- les sols hydromorphes (13%) ;
- la classe des sols sodiques ou salsodiques (5%) caractérisée par la prise en masse du sol et par la tendance à l'alcalinisation ;
- les sols minéraux bruts et les sols halomorphes (3%) à intérêt agronomique quasi nul, mais pouvant servir de pâturage.

### 1.7. Les sols ferrugineux lessivés

Les sols ferrugineux tropicaux ont des taux de matière organique inférieurs à 3% sous végétation (PIERI, 1989) qui diminuent très vite sous cultures où l'on rencontre des taux de 0,7% avec des bilans d'éléments nutritifs en général négatifs (BATIONO et al., 1998). Ce sont des sols à texture variable, généralement à tendance sableuse dans les horizons de surface et argileuse dans les horizons plus profonds (> 40 cm) avec une altération encore incomplète des minéraux primaires, argiles 1/1 (néoformation) dominantes ; leur capacité d'échange cationique est faible, comprise entre 16 et 25 méq/100g d'argile. Ils sont également caractérisés par une dominance des oxydes de fer cristallisés (goethite ou hématite) et ont un régime hydrique imparfait (drainage ralenti) en rapport avec de mauvaises propriétés physiques (porosité et perméabilité).

### 1.8. Fertilisation des cultures

La fertilisation est la réponse aux besoins nutritifs des plantes cultivées. Pour se développer, la plante a besoin de trois (03) catégories d'éléments nutritifs à savoir les éléments majeurs ou macroéléments, les éléments secondaires et les oligo-éléments. Tous les éléments apportés par la fertilisation des cultures sont constamment en mouvement et transformés suivant le cycle des éléments nutritifs correspondant aux relations entre la plante, le sol, l'activité microbienne du sol et ces éléments nutritifs eux-mêmes.

Les éléments nutritifs majeurs pour la croissance et le développement des plantes sont :

- **l'azote (N)** : c'est un constituant des protéines végétales et de la chlorophylle. En contribuant à la production de la chlorophylle, l'azote est le stimulant principal de la croissance des végétaux. Il constitue avec le carbone, l'aliment de base des plantes (CEDRA, 1997). L'azote est absorbé par les plantes essentiellement sous forme d'anion ( $\text{NO}_3^-$ ) et de cation ( $\text{NH}_4^+$ ). Les nitrates constituent la forme essentielle de l'alimentation azotée des plantes. Les ions azotés résultent de la minéralisation d'éléments organiques (humus, déjections animales...) ou de l'apport d'engrais minéraux azotés (urée, sulfates d'ammoniaques, ammoniac anhydre...) Les nitrates sont très solubles dans l'eau et peuvent être facilement entraînés en profondeur par flux successifs d'eau. En raison de la mobilité de l'ion nitrique dans le sol, il est nécessaire de fractionner les apports d'azote pour assurer une nutrition optimale de la plante.
- **le phosphore (P)** : le phosphore est un élément constituant de la matière vivante. Il intervient notamment dans le fonctionnement physiologique des plantes (respiration, photosynthèse), dans les processus de croissance et de précocité ainsi que dans la résistance

aux maladies (CEDRA, 1997). Le phosphore joue un double rôle de véhicule et de moteur dans la photosynthèse ; facteur de croissance, il favorise le développement racinaire. Le phosphore joue un rôle essentiel dans la fécondation et la mise à fruit. Il est essentiellement absorbé sous forme d'ions  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ou  $\text{HPO}_4^-$ .

- **le potassium (K)** : il favorise la synthèse et le stockage des glucides, réduit la transpiration et participe à la formation des protéines. Il intervient comme régulateur de fonctions dans l'assimilation chlorophyllienne. Il permet une grande rigidité (contre la verse des céréales), accroît la résistance des plantes aux maladies cryptogamiques. C'est donc un élément d'équilibre, de santé et de qualité. Il est absorbé sous forme ionique  $\text{K}^+$ .

### **1.9. Fertilité chimique et utilisation des engrais au Burkina Faso**

Selon BADO (2002), les activités agricoles et l'érosion entraînent des pertes de 14 kg d'N, 2kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$  et 10 kg  $\text{K}_2\text{O}$  par hectare et par an. En plus, les doses sont loin de satisfaire les normes.

La quantité d'engrais apportée au Burkina Faso est d'environ 5kg/ha/an contre 500kg/ha/an d'engrais dans les pays développés. La fumure organique facilement accessible est également peu exploitée ; seulement 12% des producteurs l'utilisent au Burkina Faso.

### **1.10. Fertilisation organique**

Selon BERGER et *al.* (1987) la matière organique, principal réservoir d'éléments nutritifs pour les plantes subit une perte minimum de 2% par an, soit 640 kg/ha. Le taux de matière organique déjà faible pour les sols ferrugineux tropicaux se trouve donc en baisse constante. Cette minéralisation doit être systématiquement compensée par un apport de matière organique d'environ 2 tonnes de fumier à 30% (matière sèche) par hectare et par an.

Face à ce constat, la matière organique a fait l'objet de nombreuses études au Burkina Faso. Les résultats montrent que son utilisation combinée aux fumures minérales, permet d'assurer une production agricole durable. Dans une synthèse sur les expériences et les perspectives de maintien de la productivité du sol dans l'agriculture au Burkina Faso, LOMPO et *al.* (1993) rapportent que les fumures organo-minérales permettent d'obtenir des rendements plus ou moins stables et meilleurs que ceux obtenus avec les fumures exclusivement minérales.

Par ailleurs il est noté que la disponibilité de la matière organique et sa restitution constituent des problèmes chez la plupart des producteurs (SEDOGO et *al.*, 1994). La matière organique reste alors un facteur limitant pour une intensification de l'agriculture burkinabé.

# **Généralités sur les cultures**

## 1.11. Généralités sur le cotonnier (*Gossypium sp*)

### 1.11.1. Origine et historique

Le coton serait originaire d'Inde. Des archéologues ont retrouvé des fragments de tissus en coton vieux de 8000 ans dans la vallée de l'Indus au Pakistan et de 7200 ans au Mexique. Avec l'ouverture de la route des Indes par Vasco de Gama en 1497 et l'invention du métier à tisser de JACQUARD, la production et le commerce du coton s'étendent dans le monde. A la fin du XVI<sup>ème</sup> siècle, le coton s'est répandu dans des régions plus chaudes en Amérique, Afrique et Eurasie. Aujourd'hui, le coton est cultivé sur les cinq continents, dans une centaine de pays.

### 1.11.2. Systématique et physiologie

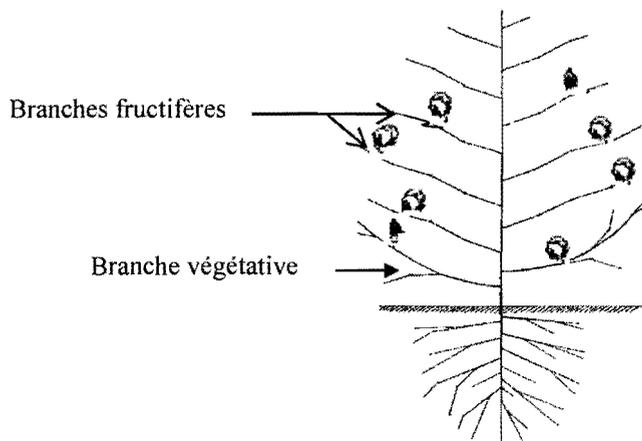
Le cotonnier appartient à la famille des Malvacées (Tribu-Hibisceae) et au genre botanique *Gossypium* L. Il comprend une quarantaine d'espèces diploïdes ( $2n = 2x = 26$ ) et six espèces tétraploïdes ( $2n = 4x = 52$ ).

A partir d'études cytologiques et botaniques, les espèces diploïdes ont été regroupées en sept classes génomiques, baptisées de A à G. Ces espèces sont en général inféodées à des écosystèmes tropicaux arides ou semi-arides. Seules quatre espèces ont été domestiquées et sont cultivées pour leur fibre :

- *G. herbaceum* et *G. arboreum* qui sont les cotonniers de l'ancien monde (provenant du sud de l'Afrique, de l'Inde et du sud de l'Arabie); ces deux espèces diploïdes représentent ensemble moins de 5% de la production et leur fibre, courte et épaisse n'est utilisée qu'artisanalement. (MEMENTO DE L'AGRONOME, 1991).

- *G. hirsutum* et *G. barbadense* constituent les cotonniers du nouveau monde (originaires d'Amérique du sud); *G. hirsutum* assure 90% de la production mondiale de coton et *G. barbadense* cotonnier à qualité supérieur (soies longues et fines) assure un peu plus de 5% de la production. Au Burkina Faso, l'espèce cultivée est *Gossypium hirsutum* (PARRY, 1982).

Le cotonnier est une plante arbustive. Sa partie aérienne est constituée d'une tige principale à croissance continue (monopodiale) qui émet deux types de rameaux (fig.1) : les branches végétatives à la base de la plante (2 à 4), à croissance monopodiale, qui ne portent pas directement de capsules mais émettent des rameaux secondaires et les branches fructifères au-dessus (5 à 20), qui sont à croissance discontinue (sympodiale) et portent des capsules. Suivant les espèces, les variétés et les conditions d'enracinement, la part de la production de coton graine portée par ces deux branches est variable.



**Figure 1** : Schéma d'un plant de cotonnier montrant les deux types de branches (D'après PARRY, 1982).

Les fleurs prennent naissance à partir de bourgeons qui apparaissent sous forme de petites structures vertes, pyramidales et composées. A leur épanouissement on distingue : les bractées, la corolle, les étamines et le gynécée. Les fleurs sont caractérisées par leur colonne staminale soudée.

Les fruits sont des capsules dont le nombre, la forme et les dimensions varient selon les variétés et le milieu. Elles sont plus ou moins grosses, ovoïdes ou même sphériques, de couleur verte plus ou moins tachetées de rouge. Chaque capsule donne des fibres (3 à 6g de coton fibre) et des graines (6 à 8) par loge volumineuse, ovoïdes et couvertes de soie ou lin. La couleur du lin ou soie des variétés cultivées varie du blanc au blanc foncé et sa longueur peut atteindre 15 à 45 mm.

### 1.11.3. Développement et croissance du cotonnier

Le cotonnier est une plante à croissance indéterminée, c'est-à-dire qu'il installe des fruits (capsules) en même temps qu'il assure sa croissance végétative. Il en résulte une compétition au cours de sa croissance pour l'allocation des produits de la photosynthèse entre le développement reproducteur et le développement végétatif. Au fur et à mesure que la plante avance en âge, les organes reproducteurs mobilisent de plus en plus d'assimilat jusqu'à ce que le développement végétatif s'arrête pour permettre la maturation complète des capsules. Ce stade est désigné par le terme «cut-out».

On note 4 stades fondamentaux de croissance et développement (tableau 1) au niveau du cotonnier :

**Tableau 1 : Stades de croissance et développement du cotonnier**

<b>Libellé du stade</b>	<b>Intervalle de temps</b>
Stade levée	Du semis à l'écartement des cotylédons (6 à 10 jours)
Stade végétatif	De la plantule à l'ouverture de la première fleur (50 à 70 jours)
Stade de reproduction	Du début de la floraison jusqu'au cut-out (40 à 60 jours)
Stade de maturation	Du cut-out à la fin de l'ouverture des capsules (40 à 80 jours)

**Source :** LAGIERE, 1966

#### **1.11.4. Ecologie du cotonnier**

Le cotonnier préfère les sols homogènes, profonds, perméables et riches en éléments minéraux. Le pH optimum se situe entre 6 et 7 et ne doit pas être inférieur à 5. Les besoins en eau du cotonnier sont d'au moins 500 mm durant la saison de culture. Le déficit hydrique perturbe moins le développement reproducteur et la croissance des capsules que l'expansion foliaire et la croissance végétative. Le cotonnier est très sensible à l'anoxie et un excès d'humidité peut être particulièrement néfaste. Un mauvais drainage ou l'inondation des parcelles est à éviter (LAGIERE, 1966). Une réduction légère de l'ensoleillement a un effet défavorable sur la croissance et la rétention des organes reproducteurs (PARRY, 1982).

La croissance et le développement des organes reproducteurs sont fortement influencés par la température. Le rythme d'apparition des organes est généralement exprimé suivant une échelle de somme de températures au cours du cycle de production. Le cotonnier aime la chaleur mais il peut être acclimaté partout où le nombre de jours sans gelée est supérieur à 200 jours/an et la somme des températures est suffisante (MEMENTO DE L'AGRONOME, 1991). Pour la fertilisation, deux formulations sont principalement utilisées. Il y a la fumure minérale en apport unique de formule 22-13-12-4,5-3,5 (N-P-K-S-MgO) fournie à 200 kg/ha, 20 à 30 Jours Après Semis (J.A.S.) et la fumure minérale en apport fractionné de formule 14-23-14-6-1. Cette dernière est appliquée 20 jours après les semis à raison de 150 kg/ha avec un complément d'engrais azoté, l'urée (46% N) à raison de 50 kg/ha, 40 Jours Après Semis (EUREKA, 2007). Il est recommandé d'apporter 5 à 6 tonnes de compost ou du fumier bien décomposé en début de saison ; un complément en une ou deux autres applications de compost et de fumier organique riche en azote (tourteaux et fientes issus d'un élevage extensif) peut être apporté pendant la phase végétative.

### **1.11.5. Ennemis et protections phytosanitaires**

Parmi les ravageurs du cotonnier, ceux ayant une incidence économique défavorable sont : *Heliothis*, *Diparopsis* et *Platyedra*.

Pour lutter contre ces ravageurs, des traitements phytosanitaires sont entrepris ; généralement, il est effectué 4 à 6 traitements environ par an selon l'intensité du parasitisme. En pratique il est proposé aux producteurs un programme standard de traitement d'avance déterminé, qui prévoit les dates d'intervention, la nature et la dose des produits insecticides. Les dates de traitement sont fixées en fonction du cycle de développement du cotonnier. La première intervention est souvent effectuée au 45<sup>ème</sup> J.A.S. puis un passage tous les 14 jours.

Les produits de traitements utilisés se répartissent dans trois (03) grandes familles :

- les organophosphorés (Triazophos, Dialophos, Dicrotophos etc) ;
- les carbamates (Carbaryl et Aldicarbe) ;
- les pyréthrinoïdes (Cyperméthrine, Décaméthrine, Fenulvalerate etc).

### **1.11.6. Situation de la culture du coton au Burkina Faso**

Le coton occupe une place de choix dans l'économie du Burkina Faso. Aussi appelé «L'or blanc», il contribue pour environ 65% du total des produits exportés et participe pour près de 31% du P.I.B. selon l'Office NATIONAL de Commerce extérieur (O.N.A.C., 2003). L'effet d'entraînement exercé par le coton sur les autres cultures est considérable.

Les répercussions socio-économiques au Burkina Faso, permettent à environ 2,5 millions de personnes, soit près de 20% de la population de vivre des recettes de cette culture (M.A.H.R.H. / D.S.A., 2004).

La production atteignait 635.000 t en 2005 (SO.FI.TEXT., 2005) faisant ainsi du Burkina Faso le premier producteur de coton d'Afrique subsaharienne et le deuxième producteur africain après l'Egypte. Cette performance est liée à un accroissement des superficies et à une intensification de la culture. La performance de la filière coton est un facteur déterminant dans la lutte contre la pauvreté, la croissance économique et la stabilité financière du pays. De ce fait, les trois sociétés cotonnières qui sont la SOciété des FIBres TEXtiles du Burkina Faso (SO.FI.TEXT.), la SOciété COtonnière du GourMA (SO.CO.MA.) et FASOCOTON occupent une place prépondérante dans le pays.

## 1.12. Généralités sur le maïs (*Zea mays*)

### 1.12.1. Origine et diversification

Le maïs aussi appelé maïze ou corn en Anglais, maíz en Espagnol, kaba en Bambara, est une plante tropicale. Il est largement cultivé comme céréale pour ses grains riches en amidon et utilisés pour l'alimentation humaine et animale.

Domestiqué dans la région centrale du Mexique à partir du Téosinte local et constituant la base de l'alimentation des Amérindiens, le maïs fut introduit en Europe au XVI<sup>ème</sup> siècle et en Afrique au XVII<sup>ème</sup> siècle.

Le maïs est devenu aujourd'hui la première céréale mondiale devant le riz et le blé. Les Etats-Unis et la Chine sont les deux principaux producteurs avec 60% du total mondial.

### 1.12.2. Systématique et physiologie

Le maïs, de l'ordre des *Cyperales*, de la famille des Poacées (tribu *Maydeae*), est la seule plante dont l'ancêtre sauvage ne soit connu avec certitude : le genre *Zea* renferme des espèces annuelles et pérennes originaires du Mexique et d'Amérique centrale.

Le genre *Zea* comprend des formes sauvages, les téosintes, présentes au Mexique et au Guatemala, et une forme cultivée, le maïs commun. Celle-ci comprend quatre espèces dont l'une *Zea mays* est elle-même divisée en quatre sous-espèces : *Zea mays subsp. mays* (L.) Iltis, le maïs proprement dit, *Zea mays subsp. Mexicana* (Schrader) Iltis, *Zea mays subsp. Parviglumis* Iltis & Doebley, *Zea mays subsp. Huehuetenangensis* (Iltis & Doebley) Doebley. La sous-espèce annuelle *Z. mays subsp. Parviglumis* est considérée comme l'ancêtre le plus probable du maïs.

Le maïs est une plante herbacée annuelle, monoïque, de taille variable (de 0,4 à 5m de hauteur). La tige unique, pleine et lignifiée est formée de plusieurs entrenœuds (d'environ 20cm). Le système racinaire comprend des racines adventives (sur les nœuds) et fasciculées (pouvant atteindre une profondeur de plus d'un mètre).

### 1.12.3. Développement et croissance du maïs

Au cours de la croissance et du développement du maïs, on distingue 3 phases : la germination-levée, la phase végétative et la phase de reproduction-maturation (Tableau 2).

**Tableau 2** : Phases de croissance et développement du maïs

Libellé du stade	Intervalle de temps
Germination et levée	Du semis à l'apparition de la première feuille (7 à 21 jours)
Phase végétative	De la plantule de 3 feuilles au stade 6-8 feuilles apparentes (14 à 56 jours)
Phase de reproduction et de maturation	Dès la fin de la phase végétative (56 à 70 jours ou plus selon les variétés)

### 1.12.4. Ecologie du maïs

Du fait de son métabolisme photosynthétique élevé en C4, le maïs a des exigences élevées à la germination. Une pluviométrie de 600 mm bien répartie au cours de la croissance est nécessaire à la production de variétés à cycle moyen de 120 jours. Les besoins en engrais du maïs sont de 240 kg/ha d'azote, 90 kg/ha de phosphore et 270 kg/ha de potassium. L'engrais minéral coton de formule 14-23-14-6-1 (N, P, K, S et B) et l'urée (46 % N) sont les formulations employées.

### 1.12.5. Ravageurs et maladies du maïs

De nombreux ennemis des cultures, ravageurs et maladies affectent les champs de maïs à tous les stades de la culture. La larve de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*), le charbon du maïs (*Ustilago maydis*) sur les épis, la rouille du maïs (*Puccinia maydis*), l'anthracnose du maïs (*Colletotrichum graminicola*) sont les principaux dangers pour la culture de maïs. Divers moyens de lutte sont disponibles, notamment le recours aux traitements chimiques (herbicides ou fongicides), la rotation des cultures et la sélection des variétés résistantes.

### 1.12.6. Situation de la culture du maïs au Burkina Faso

Le maïs est la culture privilégiée de rotation des exploitations cotonnières. Les superficies emblavées en maïs sont passées de 120.000 hectares en 1984 à 201.000 ha en 1988 ; la production s'est accrue, passant de 78.000 à 227.000 tonnes pour les mêmes périodes (SANOU, 1991). En 2002 les superficies cultivées en maïs atteignaient 566.000 ha (F.A.O., 2004). La production de type traditionnel devient progressivement une culture de rente.

# **CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES**

## 2.1. Matériels

### 2.1.1. Site d'étude

Les travaux ont été conduits en 2008 à la station de recherche de Farako-Bâ située à 10 km de Bobo-Dioulasso, dans la zone Ouest du Burkina Faso. Les coordonnées géographiques du site sont : 11°06 latitude nord et 4°20 longitude ouest et 405 m d'altitude. Le climat de la zone est de type sud-soudanien (GUINKO, 1984), caractérisé par l'alternance de deux saisons. La longueur de la saison des pluies ou période de végétation est de 150 jours, avec une pluviométrie moyenne comprise entre 950 et 1100 mm (fig.2).

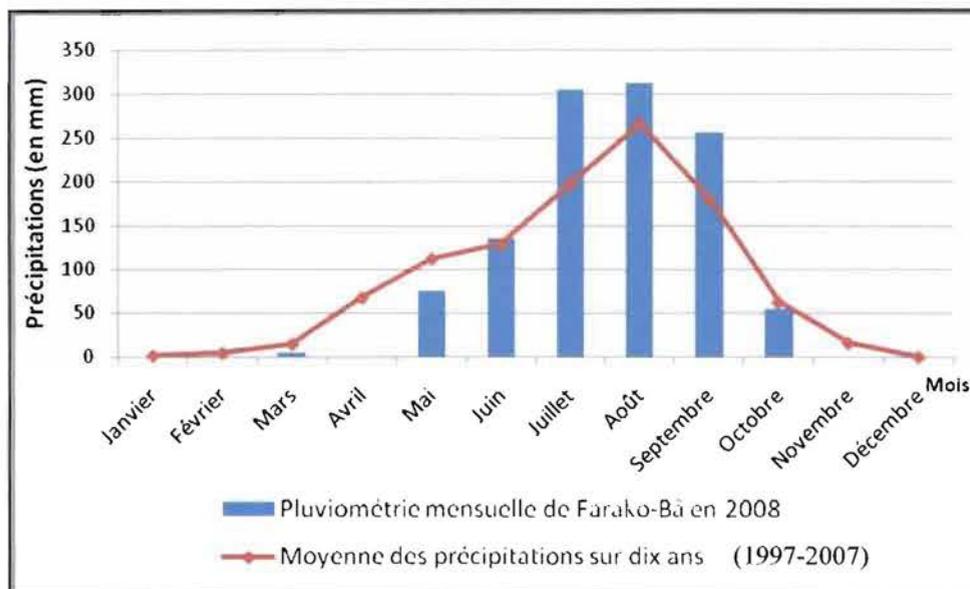


Figure 2 : Pluviométrie mensuelle de Farako-Bâ en 2008 et moyenne 1997-2007

Les températures varient entre 17°C et 37°C en saison sèche et entre 10°C et 32°C en saison humide. L'évapotranspiration est très variable et elle est de 8,7 mm/jour entre Janvier et Mars et de 3,7 mm/jour entre Juillet et Septembre.

Les sols de Farako-Bâ sont en majorité de type ferrugineux tropical (annexe 2). Ils sont pauvres en argile et en matière organique, ce qui explique leur faible Capacité d'Echange Cationique (C.E.C.). Selon BADO (2002), ce sont des sols, à texture sableuse à sablo-limoneuse, légèrement acides et pauvres en azote et en phosphore. Le tableau 3 donne les caractéristiques du sol avant la mise en place des traitements.

**Tableau 3** : Caractéristiques du sol de la parcelle expérimentale. Farako-Bâ 2008

Eléments analysés	Moyennes
MO (%)	0,5
C.total (%)	0,29
Azote (N)	0,03
P. total (mg/kg)	84,34
P. assimilable (mg/kg)	3,56
pH (eau)	5,56
pH (Kcl)	4,3

Source : laboratoire S.E.P. de la station de Farako-Bâ, 2008.

Ces caractéristiques des sols sont identiques à ceux rapportés par BADO (2002) pour le site. Le sol est acide et pauvre en éléments nutritifs. L'apport de matière organique, de source de phosphore et d'azote est indispensable pour une bonne productivité des cultures sur ce sol.

### 2.1.2. Matériel végétal

Le maïs (variété SR22) et le coton (variété FK37) ont été utilisés comme matériel végétal pour évaluer l'effet des fertilisations. Les variétés utilisées sont celles adoptées par les producteurs dans la zone Ouest du Burkina. Les caractéristiques des cultures sont résumées dans le tableau 4 :

**Tableau 4** : Quelques caractéristiques des cultures.

Cultures	Variétés	Caractéristiques		
Coton	FK37	120 à	Zone Sud-ouest et Est (pluviométrie >800 mm)	❖ Rendement potentiel coton graine (3 à 5t/ha).
		140 jours		❖ Port élancé. ❖ Rendement coton graine (station) : 1,8t/ha.
Maïs	SR22	90 à	Pluviométrie >900-1000 mm	❖ Type de sol : s'adapte à différents sols.
		110 jours		❖ Grande vigueur à la levée. ❖ Rendement potentiel grain (4-6t/ha).

## 2.2. Méthodes

Le dispositif expérimental utilisé est un bloc complètement randomisé comportant six (06) traitements et quatre (04) répétitions pour chacune des deux cultures (maïs/coton). Les six traitements correspondent aux différents niveaux de fertilisation. En 2007 la fertilisation a consisté en des apports organiques et/ou minéraux. En 2008, au cours de notre étude, aucune application organique n'a été effectuée ; seules les fumures minérales ont été répétées. Le tableau 5 ci-dessous donne les traitements et leur définition pendant les deux années.

**Tableau 5 :** Traitements comparés au champ en 2007 et en 2008.

<b>2007 - Année 1</b>		
<b>Traitements</b>	<b>Maïs</b>	<b>Coton</b>
T1	Témoin absolu sans fertilisation	Témoin absolu sans fertilisation
T2	100 kg/ha NPK + 100 kg/ha d'urée	150 kg/ha NPK + 50 kg/ha d'urée
T3	5t/ha de compost	5t/ha de compost
T4	5t/ha de compost + 100 kg/ha urée	5t/ha de compost + 50 kg/ha d'urée
T5	5t/ha de coques de coton en décomposition	5t/ha de coques de coton en décomposition
T6	5t/ha de coques de coton en décomposition + 100 kg/ha urée	5t/ha de coques de coton en décomposition + 50 kg/ha urée
<b>2008 - Année 2</b>		
<b>Traitements</b>	<b>Maïs</b>	<b>Coton</b>
T1	Témoin absolu sans fertilisation	Témoin absolu sans fertilisation
T2	100kg/ha de NPK +100kg/ha d'Urée	150kg/ha de NPK + 50kg/ha d'urée
T3	Aucun apport	Aucun apport
T4	100kg/ha d'urée	50kg/ha d'urée
T5	Aucun apport	Aucun apport
T6	100kg/ha d'urée	50kg/ha d'urée.

La photo 1 montre un tas de compost en décomposition produit selon la méthode de compostage en tas.



(Source : ZERBO, 2007).

**Photo 1 :** Compost en décomposition

L'obtention du compost selon la méthode de compostage en tas s'est faite à partir de matières, constituées en couches dans les proportions suivantes :

- 400 kg de paille à raison de 40 kg/couche
- 1200 kg de tourteaux à raison de 120 kg/couche
- 100 kg de Burkina Phosphate à raison de 10 kg/couche
- 260 kg de fumier à raison de 26 kg/couche
- 40 kg de cendre à raison de 4 kg/couche.

Des tas de 2,5 m x 2 m du mélange de ces matériaux sont constitués. Ils sont arrosés et retournés régulièrement. Le compost arrive à maturité au bout de 45 jours.

La photo 2 montre la pesée des coques de coton.



(Source : MILLOGO, 2007)

**Photo 2 :** Pesée des coques pour application au champ en 2007.

La photo 3 montre les applications de matière organique au cours de l'essai.



(Source : ZERBO, 2007)

**Photo 3 :** Fertilisation organique des parcelles

Les caractéristiques chimiques du compost et des coques de coton en décomposition sont consignées en annexe 3.



### **2.2.1. Opérations culturales**

Le semis des parcelles a été effectué le 10/07/2008. Le désherbage et le démariage à deux (02) plants par poquet ont été effectués le 23/07/2008 (15 J.A.S. environ), le 1<sup>er</sup> sarclage a été fait le 31/07/2008 (30 J.A.S. environ), le 2<sup>ème</sup> sarclage le 26/08/2008 (soit 60 J.A.S. environ) et enfin le buttage a été réalisé le 02/10/2008 (90 J.A.S. environ).

### **2.2.2. Fertilisation organique et/ou minérale**

Les engrais minéraux ont été les seuls apports tels que présentés dans le tableau 5, les fertilisations organiques ayant été épandues en année 1 (photo 3).

### **2.2.3. Traitements phytosanitaires**

Des traitements insecticides ont été effectués sur le cotonnier et le maïs le 09/09/08, le 02/10/08 et le 17/10/08 soit à 60 J.A.S., 90 J.A.S. et 105 J.A.S. respectivement.

### **2.2.4. Collecte de données**

#### **❖ Observations sur le coton FK37**

Les données suivantes ont été collectées sur toute la parcelle :

- taux de levée ;
- hauteur des plantes mesurée à l'aide d'une règle graduée (en cm) ;
- comptage du nombre de feuilles ;
- comptage du nombre de branches (fructifères et végétatives) ;
- comptage du nombre de capsules ;
- poids moyen des capsules ;
- date d'apparition de la première fleur ;
- période 50% et 100% floraison ;
- date d'apparition de la première capsule ;
- date du premier éclatement de capsule.

A la récolte sur les surfaces utiles, le nombre de poquets, les rendements coton graine et tige ont été déterminés.

### ❖ **Observations sur le maïs SR22**

Les paramètres suivants ont été mesurés dans chaque parcelle :

- taux de levée ;
- hauteur des plantes (en cm) ;
- nombre de feuilles ;
- date d'apparition de la première fleur mâle et de la première fleur femelle ;
- période 50% et 100% floraison ;
- date de maturité ;
- nombre d'épis par plante ;
- Longueur Epis des échantillons - LE (en cm mesurée à l'aide d'une règle) ;
- Section Moyenne des échantillons - SM (en cm évaluée avec un pied à coulisse) ;
- Nombre de Rangées des échantillons - NR ;
- Nombre de Graines par Rangées des échantillons - NGR ;
- poids épi des échantillons (en g) ;
- nombre d'épis pleins et vides

Les rendements grain et tige ont été calculés à partir des plants récoltés sur les parcelles utiles.

#### **2.2.5. Analyses des données**

Les données collectées au champ ont été saisies dans EXCEL et analysées à l'aide du logiciel XLSTAT version 2007. Les moyennes ont été séparées par le test de Newman-Keuls au seuil de signification de 5% ( $\Delta$  NK<sub>5%</sub>).

**CHAPITRE III  
RESULTATS ET  
DISCUSSIONS**

# EFFETS DES FERTILISATIONS SUR LE COTONNIER

### 3.1. Taux de levée du cotonnier.

Le taux de levée des plants de cotonnier varie entre 90% et 95 % (tableau 6) et aucune différence significative n'a été observée entre les traitements. La bonne levée pourrait s'expliquer d'une part, par les précipitations favorables au cours de la période entre Juillet et Août (fig. 2) et d'autre part, par la qualité de la semence utilisée. Par ailleurs aucune incidence parasitaire n'a été observée au cours de la levée.

**Tableau 6 :** Taux de levée

Traitements	Taux (%)
Témoin absolu	95
Fertilisation minérale	91,75
Compost	91,5
Compost + urée	91,25
Coques en décomposition	90,25
Coques en décomposition + urée	89,75
Moyenne	91,58

(Station de Farako-Bâ, campagne agricole 2008/2009)

### 3.2. Effets de la fertilisation sur la croissance et le développement du cotonnier.

#### 3.2.1. Hauteur des plants de cotonnier.

Les résultats montrent une faible croissance des plants de cotonnier entre le 21<sup>ème</sup> et le 32<sup>ème</sup> J.A.S. La croissance devient rapide entre le 39<sup>ème</sup> et le 74<sup>ème</sup> J.A.S. Elle se stabilise entre le 81<sup>ème</sup> et 123<sup>ème</sup> J.A.S. (tableau 7). Les analyses statistiques ne révèlent aucune différence significative entre les traitements exception faite au 39<sup>ème</sup> J.A.S. A cette date, les plus faibles hauteurs sont observées pour le témoin et le compost. Les hauteurs sont comparables pour les autres traitements avec une prédominance pour ceux à base de coques de coton + urée. Ces différences de croissance constatées à partir du 39<sup>ème</sup> J.A.S. peuvent s'expliquer par la mise à disposition des éléments nutritifs notamment l'azote à partir des coques en décomposition. Cet élément est utilisé par les microorganismes du sol pour décomposer la matière organique. Il y a donc un temps d'immobilisation temporaire de l'azote à cause de la présence dans le sol de résidus de plantes en décomposition. Son accessibilité à la plante se manifesterà par les arrières résiduels des résidus après leur incorporation au sol (CEDRA, 1997).

**Tableau 7 : Evolution de la hauteur des plants de cotonnier (en cm).**

Traitements	J.A.S.													
	21	25	32	39	56	60	67	74	81	91	99	109	118	123
<b>Témoin absolu</b>	9,3	10,7	15,7	21,6	32,7	41,2	44,4	56,5	59,1	63,1	67,7	68,7	68,7	68,7
<b>Fertilisation minérale</b>	11,5	13,5	17,9	26	36,2	45,5	49,2	61,4	65,8	71,6	75,9	76,7	76,8	76,8
<b>Compost</b>	10,2	12,2	18,7	24,9	36	44,8	48,5	61,3	65,7	69,6	74,7	73,8	74,5	74,5
<b>Compost + urée</b>	12,3	14,3	21,9	31,3	46,4	57,7	62,4	78,4	82,2	87,8	92,1	93	94	94
<b>Coques en décomposition</b>	11,4	13,3	20,4	28,6	43	54,5	59,1	75,2	78,8	84,4	87,2	88,9	87,7	87,8
<b>Coques en décomposition + urée</b>	10,5	12,4	18,7	27,2	40,3	52,4	55,3	70,7	75,4	80,6	84,8	86,2	83,3	83,3
<b>Probabilité</b>	0,261	0,266	0,149	0,05	0,186	0,123	0,089	0,116	0,089	0,113	0,104	0,168	0,265	0,23
<b>Signification</b>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>S</i>	<i>NS</i>									

(Station de Farako-Bâ, campagne agricole 2008/2009)

*NS* : Non significatif ; *S* : significatif – Seuil de signification = 5%

### 3.2.2. Nombre de feuilles en fonction des traitements

Les résultats (tableau 8) montrent une faible évolution du nombre de feuilles au début de la croissance de la plante (21 J.A.S. à 56 J.A.S.). Entre le 56<sup>ème</sup> et le 60<sup>ème</sup> J.A.S. on a noté une croissance rapide du nombre de feuilles. Cette croissance rapide s'est maintenue jusqu'au 81<sup>ème</sup> J.A.S. et au delà de cette date on note une stabilisation du nombre de feuilles. Au 99<sup>ème</sup> J.A.S. le nombre de feuilles a connu une décroissance pour l'ensemble des traitements. Cette diminution est liée à la sénescence des feuilles basales de la plante. Les analyses statistiques montrent des différences significatives à partir du 39<sup>ème</sup> J.A.S. Au 39<sup>ème</sup> J.A.S., le témoin et le compost simple montrent les nombres de feuilles les moins élevés. Pour les autres traitements, le nombre de feuilles est comparable mais nettement supérieur aux deux premiers traitements. Au 67<sup>ème</sup> J.A.S., le nombre de feuilles le plus élevé est observé pour le traitement coques de coton en décomposition (simple ou avec urée). Par contre le nombre de feuilles est comparable pour le compost (simple ou avec urée) et le traitement témoin.

Au 74<sup>ème</sup>, 81<sup>ème</sup> et 91<sup>ème</sup> J.A.S., les traitements coques de coton en décomposition (simple ou avec urée) et le traitement compost + urée montrent les nombres de feuilles les plus élevés. Les autres traitements montrent des nombres de feuilles statistiquement identiques. Les résultats sur les coques de coton en décomposition sont identiques à ceux rapportés par OUEDRAOGO et *al.* (2008), montrant l'importance des sources de matière organique issue des résidus de cultures. Les analyses montrent une corrélation positive (annexe 4) entre le nombre de feuilles et la hauteur des plants. L'apparition des feuilles est donc conditionnée par un bon développement végétatif des plantes.

**Tableau 8 : Développement foliaire du cotonnier en fonction des traitements.**

Traitements	J.A.S.										
	21	25	32	39	56	60	67	74	81	91	99
Témoin absolu	4	5	6	8	10	15	15	19	25	27	26
Fertilisation minérale	5	5	7	10	12	15	18	26	32	35	32
Compost	5	6	7	9	12	14	16	24	31	34	30
Compost + urée	5	6	8	12	16	20	15	34	42	45	42
Coques en décomposition	5	5	8	11	15	19	22	32	39	42	37
Coques en décomposition + urée	5	6	8	10	14	19	23	33	41	43	42
Probabilité	0,4 24	0,3 11	0,2 76	0,0 05	0,0 56	0,2 64	0,0 15	0,0 25	0,0 13	0,0 17	0,0 69
Signification	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>HS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>NS</i>

(Station de Farako-Bâ, campagne agricole 2008/2009)

*NS* : Non significatif ; *HS* : Hautement significatif ; *S* : significatif -Seuil de signification=5%

### 3.2.3. Nombre de branches végétatives en fonction des traitements

Le nombre de branches végétatives a évolué entre 1 et 3 durant la période d'observation (tableau 9). Ce paramètre a montré une variation importante au cours de la croissance de la plante. Certains traitements ont connu des baisses dans le nombre de branches végétatives surtout à 91 J.A.S. Au total le nombre de branches végétatives a été très peu différent pour les traitements avec une prédominance vers la fin du cycle du nombre de branches pour les traitements à base de coques de coton en décomposition. Les variations constatées pourraient être plus liées aux conditions climatiques qu'aux effets des traitements.

**Tableau 9 :** Evolution du nombre de branches végétatives du cotonnier par traitement

Traitements	J.A.S.									
	39	56	60	67	74	81	91	99	109	118
<b>Témoin absolu</b>	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2
<b>Fertilisation minérale</b>	1	1	2	2	2	2	2	3	2	2
<b>Compost</b>	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Compost + urée</b>	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3
<b>Coques en décomposition</b>										
<b>Coques en décomposition + urée</b>	1	1	2	2	2	2	1	2	3	3
<b>Probabilité</b>	0,2	0,1	0,0	0,0	0,6	0,2	P<0,0	0,5	0,0	0,8
	65	45	31	63	81	61	01	67	87	68
<b>Signification</b>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>S</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>HS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>

(Station de Farako-Bâ, campagne agricole 2008/2009)

**P :** Probabilité

**NS :** Non significatif ; **HS :** *Hautelement significatif* ; **S :** *significatif* -Seuil de signification=5%

### 3.2.4. Nombre de branches fructifères en fonction des traitements

Les branches fructifères ont été observées au 56<sup>ème</sup> J.A.S. Leur développement (tableau 10) est soutenu à partir de cette date jusqu'au 91<sup>ème</sup> J.A.S. variant de 1 à 10 branches. Du 91<sup>ème</sup> au 118<sup>ème</sup> J.A.S. l'apparition de branches fructifères se raréfie, probablement à cause de l'amorce du stade de maturation et de la diminution des pluies. L'analyse de la variance n'a montré aucune différence significative entre les traitements.

**Tableau 10** : Nombre de branches fructifères par traitement.

Traitements	J.A.S.								
	56	60	67	74	81	91	99	109	118
Témoin absolu	1	3	4	5	6	8	8	9	8
Fertilisation minérale	2	3	4	6	7	8	8	9	8
Compost	2	3	4	5	6	8	7	9	8
Compost + urée	2	4	5	7	9	10	10	11	10
Coques en décomposition	2	4	5	6	8	10	9	10	10
Coques en décomposition + urée	2	4	5	6	8	10	9	10	9
Probabilité	P>0,01								
Signification	NS								

(Station de Farako-Bâ, campagne agricole 2008/2009)

**P** : Probabilité

**NS** : Non significatif -*Seuil de signification=5%*

### 3.2.5. Effets de la fertilisation sur la floraison et la fructification du cotonnier

Les traitements sont statistiquement identiques pour toutes les variables : date d'apparition de la 1<sup>ère</sup> fleur (62 J.A.S.), 50% et 100% floraison (69-74 J.A.S. en moyenne), date d'apparition de la 1<sup>ère</sup> capsule (64 J.A.S.) et date du 1<sup>er</sup> éclatement de capsule (106 J.A.S.). La variation de ces paramètres est probablement liée au potentiel génétique de la variété.

### 3.3. Effets des traitements sur le rendement et ses composantes

- **Influences sur les composantes élaboratrices du rendement** : les résultats étaient semblables concernant les composantes du rendement (tableau 11) pour l'ensemble des traitements.

**Tableau 11** : Composantes du rendement en fonction des traitements

Traitements	Nombre de plants récoltés	Nombre de branches fructifères par plante	Nombre de capsules par branche fructifère	Poids d'une capsule (g)	Poids coton graine/capsule (g)
Témoin absolu	74	6	1	13	3,7
Fertilisation minérale	74	6	1	16	4,1
Compost	72	6	1	15	4,3
Compost + urée	73	8	1	15	4,5
Coques en décomposition	72	7	2	17	4,7
Coques en décomposition+ urée	74	7	1	18	4,9
<b>Moyennes</b>	73	7	1	15,7	4,4

(Station de Farako-Bâ, campagne agricole 2008/2009)

- **Effets des traitements sur les rendements du cotonnier** : les rendements sont comparables pour la fertilisation minérale et le compost simple. Les rendements sont nettement supérieurs pour les applications de coques de coton (simple ou avec urée) et le compost plus urée. Une fois de plus la coque en décomposition s'illustre être le meilleur traitement. Ces rendements sont la conséquence d'un bon développement végétatif au niveau de ce traitement. L'effet d'un compost bien décomposé semble annuel de ce fait l'arrière effet est peu perceptible. La durée de la fumure organique dans le sol semble dépendre de la nature du substrat comme l'ont indiqué plusieurs auteurs (BADO, 2002 ; SEDOGO et *al.*, 1991). Les résidus très lignifiés semblent donner de bien meilleurs résultats dans le contexte tropical.

**Tableau 12** : Rendements coton graine et tige en fonction des traitements (en t/ha).

Traitements	Rendement grain (en t/ha)	Rendement tige (en g/ha)
Témoin absolu	0,779	1159
Fertilisation minérale	0,901	1282
Compost	0,904	1264
Compost + urée	1,156	1440
Coques en décomposition	1,140	1598
Coques en décomposition + urée	1,371	1914
<b>Probabilité</b>	0,001	0,038
<b>Signification</b>	<b>HS</b>	<b>S</b>

(Station de Farako-Bâ, campagne agricole 2008/2009)

**HS** : Hautement significatif ; **S** : significatif -Seuil de signification=5%

- **La comparaison de nos résultats** en 2008-2009 par rapport à la campagne précédente de 2007-2008 (tableau 14) : les rendements ont évolué entre 2007 et 2008, par la nature du substrat et les conditions climatiques beaucoup plus favorables en 2008. En première année l'application de la coque brute a entraîné un effet dépressif sur les cultures, probablement dû à une immobilisation de l'azote du sol suite à l'application de ces résidus. Les résidus de récolte combinés à la fumure minérale ne sont pas directement efficaces pour l'augmentation des rendements lors de la première campagne (EDZANG J., 1999).

Les résultats montrent un faible arrière effet du compost bien décomposé par rapport aux coques de coton en décomposition. En conséquent, l'application d'une fumure partiellement décomposée permet d'augurer de bons rendements par des effets à long terme.

**Tableau 13 :** Rendements grain et tige de coton en année 1 et année 2 à Farako-Bâ.

Traitements	Rendement coton graine (kg/ha) – Année 1	Rendement coton graine (kg/ha) – Année 2	Rendement tige (en g/ha) – Année 1	Rendement tige (en g/ha) – Année 2
Témoin absolu	602	779	1138	1159
Fertilisation minérale	870	901	2175	1282
Compost	933	904	2803	1264
Compost + urée	1054	1156	2450	1440
Coques en décomposition	713	1140	1563	1598
Coques en décomposition + urée	778	1371	1800	1914
	<b>P&lt;0,001</b>	<b>P=0,001</b>	<b>P&lt;0,001</b>	<b>P= 0,038</b>
Statistiques	<b>LSD= 147</b>	<b>LSD= 226,62</b>	<b>LSD= 470</b>	<b>LSD= 620,17</b>

P : Probabilité

LSD : Least Significant Difference

# EFFETS DES FERTILISATIONS SUR LE MAÏS

### 3.4. Taux de levée du maïs

Les résultats sur les taux de levée (tableau 14) ne montrent aucune différence significative entre les traitements. La levée a été en générale très bonne avec une moyenne de 99 %. Ces résultats s'expliquent comme dans le cas du coton par une pluviométrie exceptionnelle au cours de la campagne 2008.

**Tableau 14 :** Taux de levée du maïs

Traitements	Taux (%)
Témoin absolu	99,8
Fertilisation minérale	99,5
Compost	99
Compost + urée	98,8
Coques en décomposition	98,8
Coques en décomposition + urée	98,8
Moyenne	99,1

(Station de Farako-Bâ, campagne agricole 2008/2009)

### 3.5. Effets de la fertilisation sur la croissance et le développement du maïs

#### 3.5.1. Hauteur des plantes de maïs en fonction des traitements

Les résultats (tableau 15) montrent une faible croissance des plants de maïs entre le 21<sup>ème</sup> et le 25<sup>ème</sup> J.A.S. (environ 5 cm entre deux mesures). La croissance est assez forte après le 25<sup>ème</sup> J.A.S. (plus de 10 cm entre deux mesures). La plus forte croissance est observée entre le 56<sup>ème</sup> et le 60<sup>ème</sup> J.A.S.

**Tableau 15 :** Evolution de la taille des plants de maïs (en cm) en fonction des traitements.

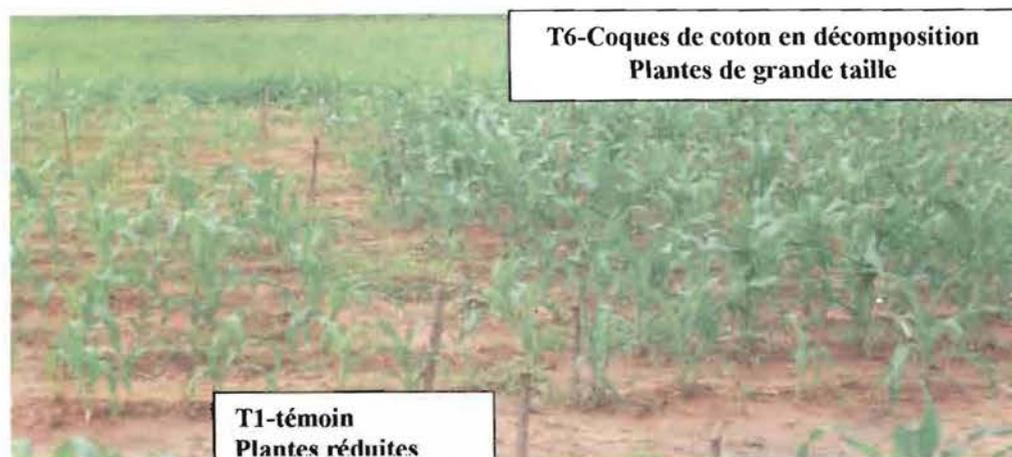
Traitements	J.A.S.					
	21	25	32	39	56	60
Témoin absolu	15,7	20,6	33,2	49,7	64,4	82,9
Fertilisation minérale	17	21,7	37,2	53,5	73,5	98,9
Compost	17,9	23,3	37,5	52,7	66	94,2
Compost + urée	19,4	25,3	43,3	59,9	82	107,7
Coques en décomposition	17	22,6	41	61,6	86,7	117,7
Coques en décomposition + urée	18,99	25,9	48,5	68,8	101,5	132,5
Probabilité	0,42	0,16	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001
Signification	NS	NS	HS	HS	HS	HS

(Station de Farako-Bâ, campagne agricole 2008/2009)

**P :** Probabilité

**NS :** Non significatif ; **HS :** Hautement significatif -Seuil de signification=5%

L'analyse de la variance montre des différences significatives au 32<sup>ème</sup> J.A.S. A partir de cette date, les traitements coques de coton en décomposition (simple ou avec urée) et compost plus urée donnent les plus fortes croissances (photo 5). Les autres traitements sont comparables et présentent des hauteurs inférieures. Les mêmes tendances se maintiennent au cours des 39<sup>ème</sup>, 56<sup>ème</sup> et 60<sup>ème</sup> J.A.S.



(Source : Djiguemdé, 2008)

**Photo 4 :** Croissance en hauteur comparée des plants de maïs

### 3.5.2. Développement foliaire du maïs en fonction des traitements.

Le nombre de feuilles par plant (tableau 16) a varié de 4 à 12 (entre le 21<sup>ème</sup> et le 60<sup>ème</sup> J.A.S.). Le rythme d'apparition des feuilles est constant entre le 21<sup>ème</sup> et le 56<sup>ème</sup> J.A.S. (une feuille de plus après chaque mesure). Entre le 56<sup>ème</sup> et le 60<sup>ème</sup> J.A.S. on note une apparition plus rapide (plus de 2 feuilles après chaque mesure). Aucune différence n'est observée entre les traitements à toutes les dates exception faite au 32<sup>ème</sup> J.A.S. A cette date le nombre de feuilles est plus élevé pour le traitement coques de coton en décomposition plus urée par rapport aux autres traitements. Paradoxalement le plus faible nombre de feuilles est obtenu avec le traitement compost simple.

**Tableau 16 :** Développement foliaire chez le maïs en fonction des traitements.

Traitements	J.A.S.					
	21	25	32	39	56	60
Témoin absolu	4	5	6	7	8	11
Fertilisation minérale	4	5	6	7	8	11
Compost	4	5	5	7	8	10
Compost + urée	4	5	6	7	9	11
Coques en décomposition	4	5	6	7	8	12
Coques en décomposition + urée	5	6	7	7	9	11
Probabilité	0,069	0,451	0,013	0,43	0,374	0,802
Signification	NS	NS	S	NS	NS	NS

(Station de Farako-Bâ, campagne agricole 2008/2009)

NS : Non significatif ; S : Significatif -Seuil de signification=5%

### 3.5.3. Effets des fumures en phase de floraison et maturité

Les traitements (tableau 17) n'ont montré aucune variation pour les paramètres suivants : date d'apparition de la 1<sup>ère</sup> fleur mâle (48 J.A.S.), date d'apparition de la 1<sup>ère</sup> fleur femelle (53 J.A.S.), 50%-100% floraison (56 J.A.S. et 61 J.A.S. respectivement), date de maturité (94 J.A.S.). Ces paramètres ne sont donc pas affectés par la fertilisation organo-minérale. Ils dépendraient plutôt des caractéristiques variétales du maïs SR22.

**Tableau 17** : Dates de floraison et de maturité en fonction des traitements.

Traitements	J.A.S.				
	1 <sup>ère</sup> fleur mâle	1 <sup>ère</sup> fleur femelle	50% Flor	100% Flor	Mat
<b>Témoin absolu</b>	49	52	55	60	93
<b>Fertilisation minérale</b>	41	55	57	63	94
<b>Compost</b>	51	54	58	63	98
<b>Compost + urée</b>	46	49	53	58	91
<b>Coques en décomposition</b>	49	52	55	61	93
<b>Coques en décomposition + urée</b>	51	55	58	62	94
<b>Moyennes</b>	48	53	56	61	94

(Station de Farako-Bâ, campagne agricole 2008/2009)

**Flor** : floraison ; **Mat** : maturité

### 3.6. Répercussions de la fertilisation à la récolte.

- **Composantes du rendement maïs en fonction des fumures** : l'analyse des composantes de rendement montre des différences significatives (tableau 18) entre les traitements. Le traitement T6 à base de coques de coton en décomposition + urée, a de façon générale présenté les meilleurs résultats pour tous les paramètres considérés. Il est suivi par l'application unique de coques de coton en décomposition-T5 et le traitement compost + urée-T4. Les influences positives de la fumure organique sur certaines composantes du rendement sont la conséquence d'une bonne migration vers les épis des éléments nutritifs précédemment stockés dans les feuilles et la tige au cours du stade végétatif.

**Tableau 18** : Composantes du rendement maïs par traitements.

Traitements	Variables			
	LE (en cm)	NGR	Poids épi (en g)	Poids grain (en g)
Témoin absolu	6,9	18	44	36,4
Fertilisation minérale	8	20	60,5	50,6
Compost	8,7	22	64,6	53,5
Compost + urée	9	23	72	60,2
Coques en décomposition	9,5	24	75,5	62,4
Coques en décomposition + urée	10,6	26	88,3	73,4
<i>Probabilité</i>	0,02	0,045	0,033	0,03
<i>Signification</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>

(Station de Farako-Bâ, campagne agricole 2008/2009)

LE : Longueur Epi ; NGR : Nombre de Grain par Rangée

*S* : significatif-Seuil de signification=5%

- **Paramètre rendement (en t/ha)** : des différences hautement significatives entre les traitements ont été observées pour cette variable (Tableau 19).

Les résultats montrent des rendements dans l'ordre coques de coton en décomposition (simple + urée) > compost (simple + urée) > fertilisation minérale > témoin. Comme dans le cas du coton, les coques en décomposition donne les meilleurs rendements grain et paille. L'impact de la fertilisation organique semble plus élevé sur le maïs par rapport au coton. Cela montre l'importance de la fertilisation organique pour cette culture. Selon N'DAYEGAMIYE et al. (2005) de tels rendements seraient les résultats de l'amélioration des propriétés du sol, plutôt qu'à la mise en disponibilité des éléments nutritifs résiduels. Comme l'ont indiqué les travaux de PIERI (1989) LOMPO et al. (1995) Gascho et al. (2001) F.A.O. (2004), les amendements jouent en général un rôle important sur diverses propriétés du sol et la production agricole, permettant de justifier leur utilisation.

**Tableau 19** : Analyses des rendements du maïs (en t/ha).

Traitements	Rendement grain (en t/ha)	Rendement paille (kg/ha)
Témoin absolu	0,45	1550
Fertilisation minérale	1,02	1700
Compost	1,174	1512,5
Compost + urée	1,22	1900
Coques en décomposition	1,526	2512,5
Coques en décomposition + urée	1,867	2937,5
<i>Probabilité</i>	P<0,001	P=0,003
<b>Signification</b>	<b>HS</b>	<b>S</b>

(Station de Farako-Bâ, campagne agricole 2008/2009)

**P** : Probabilité

**HS** : Hautement significatif - **S** : significatif - Seuil de signification=5%

- **Comparaison des rendements grain et tige par rapport à la campagne précédente (tableau 20)** : les résultats montrent des rendements maïs grains stationnaires entre 2007 et 2008 pour le traitement témoin. Pour la fertilisation minérale on note une légère progression des rendements. Par contre pour le traitement compost (simple ou avec urée) les analyses montrent une baisse entre les deux années. L'application des coques de coton en décomposition ont engendré une augmentation des rendements ; cependant le niveau d'augmentation n'a pas permis d'atteindre les rendements pour le compost de 2007. Cela montre bien que le maïs préfère de matière organique bien décomposée. L'effet dépressif de l'application directe des résidus de coton est également apparu dans le cas du maïs.

**Tableau 20** : Rendements grain et tige du maïs en année 1 et année 2 à Farako-Bâ.

Traitements	Rendement	Rendement	Rendement	Rendement
	maïs grain (Kg/ha) en 2007	maïs grain (Kg/ha) en 2008	maïs tige (kg/ha) en 2007	maïs tige (kg/ha) en 2008
Témoin absolu	534	450	750	1550
Fertilisation minérale	919	1015	1458	1700
Compost	2050	1174	2650	1512,5
Compost + urée	2077	1220	2800	1900
Coques en décomposition	846	1526	1083	2512,5
Coques en décomposition + urée	1171	1867	1467	2937,5
	<b>P&lt;0,001</b>	<b>P&lt; 0,0001</b>	<b>P&lt;0,001</b>	<b>P=0,003</b>
Statistiques	<b>LSD= 147</b>	<b>LSD= 347,86</b>	<b>LSD= 470</b>	<b>LSD= 661,74</b>

P : Probabilité

LSD : Least Significant Difference

## CONCLUSION

L'étude a montré l'intérêt de la matière organique du sol dans l'alimentation des plantes. De nos résultats on peut retenir que la fertilisation organique combinée à des doses réduites de fertilisants minéraux, notamment l'azote, affecte positivement la croissance et le développement du cotonnier et du maïs.

Aussi la fumure organo-minérale à raison de 5 t/ha de résidus de coques de coton + 50 kg/ha d'urée appliquée en année 1 a permis d'obtenir de bons résultats aussi bien pour le cotonnier que pour le maïs en année 2 (plantes de taille supérieure, bonne couverture végétale, accumulations de matières sèches élevées et rendements meilleurs de 1,371 t/ha pour le cotonnier et 1867 t/ha pour le maïs).

Ces résultats sont la conséquence des arrières effets de l'application des résidus de coques de coton de la campagne précédente en année 1 ; ces résidus bruts se sont décomposés et incorporés au sol au cours de la reconduite de l'essai en année 2, améliorant les propriétés des sols ferrugineux tropicaux et offrant ainsi une amélioration de la disponibilité en éléments nutritifs.

Les arrières effets de la fumure organo-minérale à base de résidus de coques de coton + urée sont suivis par ceux de l'application 5t/ha de compost + 50 kg d'urée qui ont donné les meilleurs résultats lors de la précédente campagne (2007-2008). Les effets de l'application du compost sont directement perceptibles sur la productivité des cultures de coton et de maïs. Par contre son arrière effet est peu marqué au cours de la campagne suivante et des apports annuels s'avèrent nécessaire ; cela soulève ainsi la problématique de la production du compost qui requiert des besoins élevés en eau. Cette production de compost pourrait être programmée à la fin de la saison pluvieuse avant que la sécheresse ne soit marquée.

La fertilisation organo-minérale par l'utilisation d'une fumure organique de qualité associée à de faibles quantités d'engrais minéraux pourrait être une alternative pour les producteurs dans l'Ouest du Burkina, vu le coût élevé des engrais minéraux. Il ne s'agit pas d'une réduction arbitraire et importante de l'utilisation des engrais minéraux, mais une combinaison adéquate avec la fumure organique (résidus de coques de coton ou compost).

L'essai a également montré que la fertilisation organo-minérale aux différents niveaux doit se faire en tenant compte de nombreux facteurs tels que la culture, les techniques de culture, les conditions du milieu et les périodes d'apports. Sur ce dernier point, la disponibilité des nutriments dépend de la synchronisation entre la mise en disponibilité par l'activité biologique et l'absorption par la plante ; la forme de la matière organique en place et/ou celle

apportée et le moment des apports jouent donc un rôle très importants dans la production ; de ce fait, l'ensemble des sources disponibles d'éléments nutritifs pour une meilleure adaptation des apports d'engrais aux besoins réels des plantes est à considérer avec la nature exacte de chaque sol afin d'élaborer une fertilisation organo-minérale adéquate.

Ces essais en station fournissent des connaissances techniques pour mieux outiller les producteurs à travers la vulgarisation afin de permettre une meilleure gestion de la fertilisation organo-minérale optimisant la rentabilité des cultures.

## **BIBLIOGRAPHIE**

**AUBERT G., 1965.** Classification des sols – Tableaux des sols, sous-classes, groupes et sous-groupes utilisés par la Section de Pédologie O.R.S.T.O.M. Cahiers. O.R.S.T.O.M, sér Pédol., III, 3 : 269-288.

**BAKOUN B., 2007.** Caractérisation agro-morphologique de nouvelles variétés de coton en micro-essai à la station de Farako-Bâ (Burkina Faso). Rapport de fin de cycle, C.A.P./M., 43P.

**BADO B.V., 1989.** Fertilisation du Maïs et du Niébé, conservation de la fertilité des sols. Cours de formation sur le maïs et le niébé dans un système approprié de production ; IN.E.R.A., I.I.T.A./S.A.FG.R.A.D. et D.V.A. ; 8p.

**BADO BV. 2002.** Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéennes et soudaniennes du Burkina Faso. Thèse de Ph.D Département des sols et Environnement, Université Laval, 148 p.

**BADO B. V., SEDOGO M. P., CESCAS M. P., LOMPO F. et BATIONO A., 1997.** Effet à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso. Cahiers Agricultures, vol. 6, N° 6, 571 – 575.

**BANQUE MONDIALE, 2008.** Rapport sur le développement dans le monde. L'Agriculture au service du développement. 375p.

**BATIONO A., LOMPO F., KOALA S., 1998.** Research on nutrient flows and balances in West Africa: state of art. Agriculture, Ecosystems and Environment 71, 19-35.

**BERGER M., BELEM P.C., DAKOUO D. et HIEN V., 1987.** Le maintien de la fertilité dans l'Ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage. Coton Et Fibres Tropicaux, vol. XIII, fasc.3.

**BRABANT P., 1989.** La cartographie des sols dans les régions tropicales : une procédure à 5 niveaux coordonnés. Sciences du sol, vol. 27, éd. 4, 369-385.

**CEDRA C., 1997.** Les matériels de fertilisation et traitements des cultures. Technologies de l'agriculture ; collection FORMAGRI, vol. 415, 1ère édition ; 343p.

**DJIGUEMDE O., 2008.** Evaluation de la production et de l'utilisation du compost dans un cadre d'intensification de la production agricole ; 75p.

**EUREKA, 2007.** Production cotonnière au Burkina Faso - La recherche, un maillon essentiel. Centre National de Recherche Scientifique et Technologique ; n° 50.

**EDZANG J., 1999.** Incidence des systèmes de culture sur les rendements des cultures et évolution de la fertilité d'un sol ferrallitique dans l'Ouest du Burkina Faso. IDR, 1999.

- F.A.O., 2004.** Utilisation des phosphates naturels pour une agriculture durable. Rome.
- F.A.O., 2008.** L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde. Rapport annuel, 60 p. [En ligne : <http://www.fao.org/docrep/011/i0291f/i0291f00.htm>, consulté décembre 2008].
- GASCHO G.J. & PARKER M.B., 2001.** Long-term liming effects on Coastal Plain soils and crops. *Agron. J.*, 93, 1305-1315.
- GUINKO S. 1984.** Végétation de la Haute-Volta. Thèse de doctorat. Sciences naturelles. Université de Bordeaux III. 2 tomes, 394 p. +annexes.
- HIEN V., SEDOGO M.P., LOMPO F., 1991.** Etude des effets des jachères de courtes durées sur la production et l'évolution des sols dans les systèmes de culture du Burkina Faso. Dans «La jachère en Afrique de l'Ouest», pp 221-232.
- IN.E.R.A./R.S.P., 1994.** Les systèmes de production agricole dans la zone ouest du Burkina Faso : potentialités, contraintes, bilan et perspectives de recherche. Equipe R.S.P.-Zone Ouest, 46 p.
- IN.E.R.A., 1996.** La zone cotonnière ouest du Burkina Faso : caractéristiques agricoles et systèmes de production.
- LAGIERE R., 1966.** Le cotonnier, G.P. Maisonneuve et Larousse, 306p.
- LATHAM M., 1971.** Rôle du facteur sol dans le développement du cotonnier en Côte d'Ivoire, *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol.*, vol. IX, n° 1, 14p.
- LOMPO F., SEDOGO M. P., HIEN V. et KABORE D., 1993.** Expériences et perspectives de maintien de la productivité du sol dans l'agriculture au Burkina Faso, 42 p.
- LOMPO F., SEDOGO M.P. & HIEN V., 1995.** Agronomic impact of Burkina phosphate and dolomite limestone. In: Gerner H. & Mokwunye A.U., eds. *Proceedings of a seminar on the use of local mineral resources for sustainable agriculture in West Africa*, November 21-23, 1994, International Fertilizer Development Center (I.F.D.C.), Lomé, Togo. *Miscellaneous Fertilizers Studies n°11*. Muscle Scholars, AL., U.S.A.: I.F.D.C., 54-66.
- LOMPO F. 2007.** Problématique de la production et de l'utilisation de la fumure organique dans la province de Gnagna, cas du village de Kossougoudou. Rapport de stage TSA, 55p.
- MAFONGOYA P.L., BATIONO A., KIHARA J. & WASWA, B.S., 2006.** Appropriate technologies to replenish soil fertility in southern Africa. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* - 76, 137-151.
- M.A.H.R.H., 2004.** Document de stratégie de développement rural à l'horizon 2004. Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, Burkina Faso. 99p.
- M.A.H.R.H. / DSA, 2004.** La production du coton de la campagne 2003 /2004. 1-3 pp.

**MEMENTO de l'agronome, 1991.** Ministère de la coopération et du développement, collection technique rurale en Afrique, 1635p.

**N'Dayegamiye A., Drapeau A. et Laverdière M. R., 2005.** Effets des apports de composts de résidus ménagers sur les rendements des cultures et certaines propriétés du sol. Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement inc. (I.R.D.A.) ; vol. 16, n° 2, 135-143pp.

**O.N.A.C., 2003.** Principaux produits agricoles exportés par le Burkina Faso, statistiques des douanes et de l'I.N.S.D. Ouagadougou-I.N.S.D., 7 p.

**OUEDRAOGO A. YOMBI L., DOUMBIA S., EYHORN F., DISCHL R., 2008.** Guide de production du coton biologique et équitable. Un manuel de référence pour l'Afrique de l'Ouest, HELVETAS, 47 p.

**PARRY G., 1982.** Le cotonnier et ses produits. Collection techniques, agricoles et productions tropicales, G.-P., Maisonneuve & Larousse 15, rue Victor-Cousin, 15 Paris (V<sup>ème</sup>), 502 p.

**PIERI, C. 1989.** Fertilité des terres des savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara. C.I.R.A.D. Paris. 444 pp.

**P.N.U.D., 2005.** Rapport Mondial sur le Développement Humain.

**SANOU J., 1989.** Etat de la production du maïs au Burkina Faso. Recommandations de la recherche agricole.

**SANOU J., 1991.** Rapport national du Burkina Faso sur l'amélioration variétale du maïs. Atelier conjoint des réseaux maïs-sorgho et niébé, Niamey, 18 p.

**SEDOGO M. P., 1993.** Évolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : incidence des modes de gestion sur la fertilité-Thèse de Doctorat Es-Sciences, Université Nationale de Côte d'Ivoire, 295 p.

**SEDOGO M. P., BADO B. V., HIEN V. et LOMPO F., 1991.** Utilisation efficace des engrais azotés pour une augmentation de la production vivrière : l'expérience du Burkina Faso. I.N.E.R.A., Ouagadougou, Kluwer Academic. Publishers, Dordrecht, 115-123.

**SEDOGO, M.P., PICHOT J. et POULAIN J. F., 1979.** Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence de fumures minérales et organiques. Incidence des successions culturales. Rapport I.R.A.T., 28 p.

**SO.FI.TEX., 2005.** Rapport technique sur la campagne agricole cotonnière.

**SOLTNER D., 1990.** Les bases de la production végétale. Tome I - Le sol, 18ème édition. Sciences et Techniques Agricoles, 456 p.

**TRAORE K., 1992.** Gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de cultures de l'Ouest du Burkina Faso : évaluation des effets agronomiques, de la rentabilité économique de trois fumures, 45p.

**VILAIN M., 1993.** La Production Végétale, Vol. 1. Les composantes de la production. Agriculture d'aujourd'hui (Aa). Sciences et Techniques d'application. LAVOISIER Tec. et Doc., 438 p.

**VIOLLEAU S., 2006.** Sommet de l'élevage-Chambre d'Agriculture pp-63.

**ZERBO K. V., 2007.** Compost de tiges et de tourteaux de coton : technique de production et effets sur la croissance du maïs et du coton. Rapport de stage, 38p.

# ANNEXES

## Annexe 1 : Classification pédologique Française

Classes	Sous-classes	Groupes
<b>I. SOLS MINÉRAUX BRUTS</b> Profil (A) C	1. Sols minéraux bruts d'origine climatique. Pédoclimat très sec ou très froid toute l'année empêchant l'évolution.	a. Sols polygonaux des pays froids. b. Sols des déserts
	2. Sols minéraux bruts non climatiques. Pédoclimat ni très sec, ni très froid toute l'année.	a. Sols bruts d'érosion ou squelettiques. b. Sols minéraux bruts d'apport.
<b>II. SOLS PEU ÉVOLUÉS</b> Profil A.C.	1. Sols peu évolués d'origine climatique : Pédoclimat froid, ou assez froid et très humide ou sec pendant toute l'année – et limitant l'évolution du sol.	a. Toundras. b. Rankers. c. Sols gris subdésertiques.
	2. Sols peu évolués d'origine non climatique : Pédoclimat permettant l'évolution du sol.	a. Sols d'érosion ou Rankers d'érosion. b. Sols peu évolués d'apport.
<b>III. VERTISOLS ET PARAVERTISOLS</b> Profil A (B) C ou A (B)g C.	1. Vertisols à pédoclimat très humide pendant de longues périodes (zones planes).	a. Vertisols hydromorphes à horizon de surface, à structure fine (sur plus de 20 cm). b. Vertisols hydromorphes largement structurés dès la surface.
	2. Vertisols pédoclimatique temporairement humide (zones en faible pente).	a. Vertisols lithomorphes à horizon de surface, à structure fine. b. Vertisols lithomorphes largement structurés dès la surface.
<b>IV. CALCOMAGNESIMORPHE</b> Ca ou Mg, Ca et Mg dominant dans la genèse du sol. Profil A C ou A (B) C	1. Sols humifères à carbonate de calcium ou dolomie.	Rendzines typiques. Rendzines à horizons. Rendzines dolomitiques.
	2. Sols à accumulation gypseuse.	Sols à accumulation gypseuse localisée.

---

<b>V. ISOHUMIQUE</b>  (Steppique ou pseudo-steppique). Teneur progressivement décroissante de la matière organique très évoluée sur plus de 30 cm.  Profil A C ou A (B) C.	1. Sols isohumiques à complexe partiellement désaturé.	Brunizems.
	2. Sols isohumiques à complexe saturé. Pédoclimat très froid une partie de l'année. Teneur en matière organique relativement élevée.	a. Chernozems. b. Sols châtains. c. Sols bruns steppiques. d. Sierozems.
	3. Sols isohumiques à complexe saturé. Pédoclimat frais pendant les saisons pluvieuses. Teneur en matière organique relativement réduite. Altération plus forte en profondeur.	a. Sols châtains subtropicaux. b. Sols bruns steppiques subtropicaux. c. Sierozems subtropicaux
	4. Sols isohumiques à complexe saturé. Pédoclimat chaud pendant la saison des pluies. Teneur en matière organique relativement réduite. Individualisation poussée des sesquioxydes de fer.	Sols bruns sub-arides.

---

<b>VI. A HUMUS EVOLUÉ</b> et ne présentant que peu d'hydroxydes libérés qui restent liés au complexe argilo-humique. « SOLS à MULL » Profil A B C Ou A (B) C	1. Sols à Mull des pays tempérés - Pédoclimat frais toute l'année ou au moins pendant la saison des pluies.	a. Sols lessivés. b. Sols bruns des régions tempérées.
	2. Sols à Mull des pays tropicaux ou subtropicaux - Pédoclimat au moins temporairement à la fois chaud et humide.	Sols bruns eutrophes tropicaux.

---

<b>VII. SOLS A HUMUS GROSSIER</b> et présentant une forte proportion d'hydroxydes libérés. « SOLS à MOR » Profil A B C	1. Sols à Mor parfois à pseudo-gley mais sans nappe.	a. Podzols. b. Sols Podzoliques. c. Sols Ocres podzoliques.
	2. Sols à Mor à hydromorphie de nappe.	Podzols de nappe

---

<b>VIII. A SESQUIOXYDES</b> Fortement individualisés et à humus de décomposition rapide.	1. Sols Rouges Méditerranéennes.	a. Sols Rouges Méditerranéens non lessivés. b. Sols Rouges Méditerranéens lessivés. c. Sols bruns Méditerranéens.
	2. Sols ferrugineux tropicaux ou fersiallitiques.	a. Sols ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés. b. Sols ferrugineux tropicaux lessivés.
	3. Sols Ferrallitiques.	a. Sols faiblement ferrallitiques. b. Sols fortement ferrallitiques (ferrallites). c. Sols Ferrallitiques humifères. e. Sols Ferrallitiques indurés en place.
<b>IX. HALOMORPHE</b>	1. Sols à structure non dégradée, profils A. C.	Sols salins.
	2. Sols à structure modifiée (diffuse, en colonnettes, etc.) Profils A (B) C ou A B C.	a. Sols non lessivés à alcalis. b. Sols lessivés à alcalis.
<b>X. HYDROMORPHE</b> Evolution dominée par l'action d'un excès d'eau.	1. Sols Hydromorphes organiques. Engorgement total et permanent. Sols tourbeux.	a. Sols Tourbeux eutrophes ou mésotrophes. b. Sols tourbeux oligotrophes.
	2. Sols Hydromorphes moyennement ou peu humifères. Pédoclimat temporairement sec sur une partie importante du profil.	a. Sols humiques à gley. b. Sols à gley et pseudo-gley de profondeur. c. Sols à pseudo-gley de surface ou d'ensemble. d. Sols peu lessivés à gley de profondeur. e. Sols lessivés à gley de profondeur.

(Source : AUBERT, 1968).

## Annexe 2 : Caractéristiques des sols de Farako-Bâ.

<b>Éléments constitutifs</b>	<b>Teneurs</b>
Argile (%)	7,8
Limon (%)	11,8
Sable (%)	80,4
Matière organique totale (%)	0,8
Carbone total (%)	0,5
Azote (%)	0,03
C/N (%)	12
Phosphore total (ppm)	91
Phosphore assimilable (ppm)	2,6
Potassium disponible (ppm)	41

(Source : BAKOUAN, 2007).

## Annexe 3 : Caractéristiques chimiques de la fertilisation organique.

### - Compost (bien décomposé).

<b>Éléments</b>	<b>Moyennes</b>
P total (mg/kg)	12248
P assimilable (mg/kg)	196,14
C total (%)	36,7
M.O (%)	63,3
N total (%)	1,84
C/N	20

Source : laboratoire S.E.P. de la station de Farako-Bâ, 2007.

### - Coques de coton en décomposition.

<b>Éléments</b>	<b>Moyennes</b>
Matière sèche (%)	92
Cellulose brute (%)	15
N (%)	5,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	1,5
K <sub>2</sub> O (%)	1,2
Lipides (%)	1,1

Source : laboratoire S.E.P. de la station de Farako-Bâ, 2007.

**Annexe 4 : Matrice de corrélations de quelques variables pour le cotonnier**

<b>Variables</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>% levée</b>	<b>H-91</b>	<b>Nbre F-91</b>	<b>Nbre br.fruct-91</b>	<b>Date 1ère fleur</b>	<b>Pds tiges sèch</b>	<b>Rdmt (T/ha)</b>
<b>T1</b>	1,000	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	0,226	-0,305	-0,441	-0,291	0,157	-0,256	-0,421
<b>T2</b>	-0,200	1,000	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	-0,006	-0,106	-0,102	-0,170	0,157	-0,145	-0,226
<b>T3</b>	-0,200	-0,200	1,000	-0,200	-0,200	-0,200	-0,022	-0,153	-0,176	-0,291	-0,022	-0,161	-0,221
<b>T4</b>	-0,200	-0,200	-0,200	1,000	-0,200	-0,200	0,011	0,272	0,321	0,371	-0,246	-0,003	0,183
<b>T5</b>	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	1,000	-0,200	-0,088	0,191	0,162	0,190	-0,246	0,140	0,157
<b>T6</b>	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	1,000	-0,121	0,102	0,236	0,190	0,201	0,425	0,528
<b>% levée</b>	0,226	-0,006	-0,022	0,011	-0,088	-0,121	1,000	0,458	0,330	0,268	0,114	0,528	0,343
<b>H-91</b>	-0,305	-0,106	-0,153	0,272	0,191	0,102	0,458	1,000	0,941	0,836	-0,164	0,821	0,798
<b>Nbre F-91</b>	-0,441	-0,102	-0,176	0,321	0,162	0,236	0,330	0,941	1,000	0,854	-0,213	0,782	0,876
<b>Nbre br.fruct-91</b>	-0,291	-0,170	-0,291	0,371	0,190	0,190	0,268	0,836	0,854	1,000	-0,383	0,619	0,777
<b>Date 1ère fleur</b>	0,157	0,157	-0,022	-0,246	-0,246	0,201	0,114	-0,164	-0,213	-0,383	1,000	0,241	-0,064
<b>Pds tiges sèch</b>	-0,256	-0,145	-0,161	-0,003	0,140	0,425	0,528	0,821	0,782	0,619	0,241	1,000	0,837
<b>Rdmt (T/ha)</b>	-0,421	-0,226	-0,221	0,183	0,157	0,528	0,343	0,798	0,876	0,777	-0,064	0,837	1,000