



## ***CENTRE REGIONAL AGRHYMET***



### **DEPARTEMENT FORMATION ET RECHERCHE**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE

**MASTERE EN GESTION DURABLE DES TERRES**

Promotion: 2012-2013

**Présenté par: M. CISSE Drissa**

**Effet du mode de gestion des résidus de récolte sur le sol et les rendements du coton, du maïs et du sorgho au Burkina Faso.**

**Soutenu le 25 Octobre 2013 devant le jury composé de:**

**Président :** Pr Yadji GUERO, Université Abdou Moumouni

**Membres :** Pr Hassan Bismarck NACRO, Centre Régional AGRHYMET

Dr Sheick SANGARE, Centre Régional AGRHYMET

**Encadreur:** Pr Hassan Bismarck NACRO

**Maître de Mémoire :** Dr Bazoumana KOULIBALY, INERA, Burkina Faso

## **Dédicace**

*Je dédie ce travail à mon épouse, Madame CISSE Sita/BARRO pour sa patience et tout le soutien moral et spirituel qu'elle m'apporte; puisse le Seigneur lui accorder récompense et bénédictions.*

A mes enfants Mohamed Abdoul Aziz, Fayçal Ibrahim Dibi et Djaley Maya Hanifa. Je voudrais qu'ils trouvent à travers ce travail, un exemple de courage et de dévouement à suivre.

## **Remerciements**

Cette formation de Mastère en Gestion Durable des Terres n'aurait été possible sans le concours très appréciable de personnes physiques et morales; qu'il me soit permis de les adresser mes sincères remerciements.

Je suis très reconnaissant au Centre Régional AGRHYMET pour avoir ouvert ce Mastère et pour la qualité de la formation.

J'exprime mes profondes gratitude à l'Union Européenne pour le financement de ce Mastère

La responsabilité scientifique de ce travail revient à deux chercheurs :

- Docteur Bazoumana KOULIBALY, chercheur et chef de programme coton de l'INERA Ouest qui a assuré l'encadrement du présent mémoire. Sa constante disponibilité, son soutien moral et matériel, l'attention particulière prêtée à l'étude, le partage de son expérience dans le domaine, nous ont été bénéfiques tout au long du stage.

- Professeur Hassan Bismarck NACRO, à qui je dois la direction de ce mémoire et qui, par ailleurs, est le Coordonnateur du Mastère Gestion Durable des Terres. J'ai bénéficié non seulement de ses qualités d'homme de science mais aussi de ses qualités humaines inestimables. Il a suivi de bout en bout les travaux du présent mémoire et ses remarques et suggestions ont rendu le travail de terrain plus facile. Aussi, il a su relever le défi en managant avec beaucoup de réussite la formation de cette première promotion du Mastère Gestion Durable des Terres malgré les difficultés. Professeur, merci pour tout.

Je prie les Docteurs Pibgnina BAZIE, Ablassé BILGO, Benoît SARR, Mahamadou BELEM et Sheick SANGARE, d'accepter ma très profonde reconnaissance pour les conseils et orientations au cours de la rédaction du protocole et du mémoire.

Je voudrais remercier très sincèrement les techniciens du programme coton pour leur appui dans le suivi des paramètres étudiés, et l'entretien de l'essai.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit des agents de la Direction provinciale de l'agriculture et de la sécurité alimentaire du Tuy, pour leur appui à la réalisation de l'enquête auprès des producteurs.

J'adresse également mes profonds remerciements à Madame SANOU, Secrétaire du programme coton, à Messieurs SERI Moussa, SOW Doulaye, SOUARE Bakary, OUATTARA Amoro et aux petits frères Adama OUATTARA et Emmanuel ZERBO, Fidèle SOUNTOURA et Sy Serge Henri TRAORE, pour leur disponibilité et appui tout le long du stage.

Merci également à l'ensemble des étudiants de cette première promotion de Mastère Gestion Durable des Terres pour les moments agréables passés ensemble. « Aw ni tché »

## Liste des tableaux

Tableau I: Matériel végétal utilisé.....	24
Tableau II: Doses de fumure minérales utilisées .....	24
Tableau III: Période et mode d'apport des engrais annuels .....	27
Tableau IV: caractéristiques chimiques des sols (couche 0-20 cm) de 2006 à 2012 .....	33
Tableau V: Rendements cumulés (kg/ha) en coton graine.....	35
Tableau VI: Rendement cumulé (kg/ha) en maïs grain.....	36
Tableau VII: Rendement cumulé (kg/ha) en sorgho .....	38
Tableau VIII: Efficacité agronomique des formes de gestion des résidus sur la production des cultures .....	39
Tableau IX: cheptel et niveau d'équipement des producteurs .....	40
Tableau X: Superficie des cultures et niveau d'équipement.....	41
Tableau XI: Répartition des producteurs selon la superficie fumée et la quantité de fumure organique apportée .....	42
Tableau XII: Répartition des producteurs selon le type de fumure utilisé et le mode d'acquisition .....	42
Tableau XIII: Répartition des producteurs selon le niveau d'équipement et les contraintes de gestion des résidus.....	43
Tableau XIV: appréciation des effets de la fumure organique sur le sol et le rendement .....	44

## Liste des figures

Figure 1:Fumier de parc d'hivernage .....	9
Figure 2:Compost issu de compostage de tas .....	11
Figure 3 : Importance de la fertilisation organo-minérale.....	12
Figure 4: Sol bien aéré et bien structuré grâce au mulching.....	13
Figure 5: Culture de maïs sur résidus.....	13
Figure 6: Fosse fumièrre de producteur.....	14
Figure 7: Fumier produit par parcage.....	14
Figure 8: Zone d'étude.....	17
Figure 9: Occupation des sols de la province du Tuy de 1975 et 2000.....	20
Figure 10: Pluviosité de la ferme de Boni de 1982 à 2012.....	23
Figure 11: Evolution des cumuls pluviométriques annuels sur la série de 1982 à 2012 de la ferme de Boni.....	24
Figure 12: Représentation schématique des sondages pour les prélèvements de sol.....	26
Figure 13: Evolution des rendements du coton.....	36
Figure 14: Evolution des rendements du maïs .....	37
Figure 15: Evolution des rendements du sorgho.....	38
Figure 16: Niveaux d'instruction des producteurs.....	39

## **Sigles et abréviations**

**AFNOR** : Association française de normalisation

**ANOVA**: Analysis of Variance (Analyse de Variance)

**APIL**: Action pour la Promotion des Initiatives Locales

**BP**: Burkina Phosphate

**BUNASOLS**: Bureau National des Sols

**CIRAD** : Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement

**CILSS**: Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel

**CRA**: Centre Régional Agrhymet

**EAF**: Efficacité Agronomique des Fumures

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

**FO**: Fumure Organique

**GRET**: Groupe de recherche et d'échanges technologiques

**IFDC**: Centre International pour la Fertilité des Sols et le Développement Agricole

**INERA**: Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles

**INSD**: Institut National des Statistiques et de la Démographie

**ITAB** : Institut Technique de l'Agriculture Biologique

**JAS** : Jour après semis

**MAEE**: Ministère des Affaires Etrangères et Européennes

**MEF**: Ministère de l'Economie et des Finances

**MO**: Matière Organique

**MOS**: Matière Organique du Sol

**OCADES**: Organisation Catholique pour le Développement et la Solidarité

**ONU**: Organisation des Nations Unies

**SOFITEX**: Société Burkinabé des Fibres Textiles

**UGCPA**: Union des Groupements pour la Commercialisation des Produits Agricoles

## **Table des matières**

Dédicace .....	ii
Remerciements .....	iii
Liste des tableaux .....	v
Liste des figures .....	vi
Sigles et abréviations.....	vii
Table des matières .....	viii
Résumé.....	xi
Abstract .....	xii
<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Synthèse Bibliographique.....</b>	<b>6</b>
1.1 Définition de la fertilité d'un sol .....	6
1.2 Modes de gestion de la fertilité des sols.....	7
1.2.1 Fertilisation minérale.....	7
1.2.2 Fertilisation organique.....	8
1.3 Les principaux fertilisants organiques.....	8
1.3.1 Le fumier .....	8
1.3.2 Les lisiers.....	9
1.3.3 Les purins .....	10
1.3.4 Le compost .....	10
1.3.5 Les déchets urbains .....	11
1.4 Fertilisation organo-minérale et ses effets sur les rendements des cultures.....	11
1.5 Importance et modes de gestion des résidus de récolte.....	13
1.5.1 Importance des résidus de récolte .....	13
1.5.2 Modes de gestion des résidus de récolte .....	13
1.6 Incidence de la rotation culturale sur la fertilité des sols et les rendements des cultures ..	15
<b>Chapitre II : Présentation de la zone d'étude.....</b>	<b>17</b>
2.1 Situation géographique.....	17
2.2 Climat .....	18
2.3 Ressources en sol .....	18
2.4 Ressources végétales .....	18
2.5 Secteur de production.....	19
2.5.1 Agriculture .....	19

2.5.2 Exploitation forestière .....	19
2.6 Historique de la ferme et de l'essai .....	20
<b>Chapitre III : Matériels et Méthodes.....</b>	<b>23</b>
3.1 L'essai système de culture de Boni .....	23
3.1.1 Description du site.....	23
3.1.2 Matériels d'étude.....	24
3.1.3 Méthode.....	25
3.1. 3.1 Dispositif expérimental et conduite de l'étude.....	26
3.2. Enquête sur la gestion des résidus de récolte en milieu paysan .....	30
3.2.1 Matériels.....	30
3.2.1.1 Zone d'enquête .....	30
3.2.1.2 Matériel de collecte de données .....	30
3.2.2 Méthodes .....	31
3.2.2.1 Méthode d'échantillonnage .....	31
3.2.2.2 Méthode de collecte des données .....	31
3.3 Traitement et analyse des données .....	31
<b>Chapitre IV : Résultats .....</b>	<b>33</b>
4.1 Effets des modes de gestion des résidus de récolte sur les caractéristiques chimiques du sol et les rendements .....	33
4.1.1 Effets des modes de gestion des résidus sur les caractéristiques chimiques du sol .....	33
4.1.1.1 Evolution du carbone de l'azote et du rapport C/N.....	33
4.1.1.2 Evolution du phosphore total et du P assimilable .....	34
4.1.1.3 Evolution du potassium total.....	34
4.1.1.5 Effet sur le $pH_{eau}$ et $pH_{KCl}$ .....	34
4.1.2. Effets des modes de gestion des résidus de récolte sur les rendements .....	35
4.1.2.1 Effet du mode de gestion des résidus sur le rendement moyen de coton graine.....	35
4.1.2.2 Effet du mode de gestion des résidus sur le rendement moyen de maïs .....	36
4.1.2.3 Effet du mode de gestion des résidus sur le rendement moyen du sorgho.....	37
4.1.2.4 Efficacité agronomique des modes de gestion des résidus .....	38
4.2 Gestion des résidus de récolte en milieu paysan .....	39
4.2.1 Caractéristiques générales des exploitations .....	39
4.2.2 Cheptel et niveau d'équipement.....	40
4.2.3 Superficies emblavées en fonction du niveau d'équipement et des cultures .....	40
4.2.4 Modes de gestion des résidus .....	41

4.2.5 Pratiques paysannes de la fertilisation organique .....	41
4.2.6. Types et modes d'acquisition de la fumure organique utilisée .....	42
4.2.7 Contraintes de la gestion des résidus de récolte .....	43
4.3 Perception paysanne des effets de la fumure organique sur la fertilité des sols et le rendement .....	43
<b>Chapitre V: Discussion .....</b>	<b>45</b>
5.1 Effets de la gestion des résidus sur l'évolution des propriétés chimiques du sol.....	45
5.2 Modes de gestion des résidus et rendement des cultures .....	46
5.3 Relations cheptel, équipement et superficies emblavées par les producteurs .....	48
5.4 Gestion paysanne de la fertilité organique des sols.....	48
<b>Conclusion Générale .....</b>	<b>52</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>53</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>I</b>

## **Résumé**

Au Burkina Faso la fertilité des sols est menacée voire compromise par la culture continue du coton et des céréales. Une étude a été menée dans la province du Tuy pour améliorer la productivité des cultures par une gestion durable de la fertilité des sols.

Le dispositif expérimental en blocs simples non randomisés, comporte trois traitements : la gestion extensive où les résidus sont exportés (T1) est comparée à la gestion semi-intensive (T2) et à la gestion intensive des résidus de récolte (T3) recyclés en compost et fumier, respectivement. Les rendements des cultures, l'évolution des propriétés chimiques du sol ont été déterminés. Au travers d'une enquête conduite en milieu paysan, les modes de gestion des résidus de culture et les stratégies de restitution organique ont été évalués.

Les résultats montrent que l'exploitation continue des terres affecte la plupart des caractéristiques chimiques du sol, quelle que soit la gestion des résidus de récolte. En cas de gestion extensive des résidus de récolte avec apport de fertilisants minéraux seuls, on observe des teneurs en éléments chimiques assez faibles par rapport à la fertilisation avec apport de fertilisants organo-minéraux. Le recyclage des résidus de récolte en compost (T2) et en fumier (T3) augmente les rendements par rapport à la gestion extensive basée sur l'exportation des résidus (T1) respectivement de 13% et 23%, 48 et 63%, 20 et 51% en 31 ans de culture continue de coton, de maïs et de sorgho.

L'enquête en milieu paysan a révélé des modes de gestion des résidus de récolte diversifiés. Ces résidus sont enfouis au sol par labour de fin d'hivernage, transformés en fumure organique, ou utilisés pour alimenter le bétail en saison sèche. Les producteurs sont confrontés au manque de matériel de transport (33%), d'équipement adéquat (14%) et d'eau (12%). Ce qui limite la gestion efficace des résidus de récolte.

Le mode gestion intensive des résidus des récoltes est celui qui donne les meilleurs rendements : le recyclage des résidus en fumier associé à la fumure minérale, est donc la meilleure formule de fertilisation. Elle est à même d'assurer durablement la production agricole. Toutefois, du fait des divers usages des résidus de culture, le maintien de la fertilité organique des sols ne peut être assuré avec les quantités de fumure organique produites et utilisée actuellement par les producteurs.

**Mots clés** : fertilisation organo-minérale, résidus de récolte, gestion de la fertilité, Burkina Faso

## **Abstract**

The soil fertility is threatened or even compromised in the continuous culture of cotton and cereals practiced in Burkina Faso.

A study has been led in the province of the Tuy whose objective is to improve the productivity of the cultures by a sustainable fertility management of soils. The Work consisted in a survey on the effect of the crops residues management on the chemical parameters of soil and the yields of the cultures in a research station and an investigation on the management of the crops residues in farmers' environment.

The experimental device of the test is in simple nonrandomized blocks with three treatments: the traditional or extensive management where the residues are exported (T1) is compared to the semi-intensive management (T2) and to the intensive management of the crops residues (T3) recycled in compost and manure, respectively. The crops yields and the evolution of the chemical properties of soil had been determined.

The results show that the continuous exploitation of the soils affects most chemical features of soil however being the management of crops residues. The extensive management of the crops residues with mineral fertilizer only shows weak contents in chemical elements in relation to fertilization with organo-mineral fertilizer. The retraining of the crops residues in compost (T2) and in manure (T3) increases the yields in relation to the extensive management based on the export of the residues (T1) respectively of 13,1 and 23.13%, 48.50 and 63.55%, 20 and 51.01% in 31 years of continuous culture of cotton, corn and sorghum. The best yields are obtained with the T3.

The investigation in farmer's environment shows that the crops residues are the subject of several types of management. These residues are buried to soil by ploughing in the beginning of rain season, burnt or used to produce organic manure or to feed livestock. But several constraints limit the efficient management of the crops residues. The major constraints are the lack of transport material (33%), the lack of water (12%) and adequate equipment (14%).

The study shows the necessity to bring back crops residues transformed to soil for the maintenance of soil fertility and the productivity of production system.

**Key words:** organo-mineral fertilization, crops residues, fertility management, Burkina Faso

## **Introduction**

La dégradation des sols cultivés et la baisse de leur productivité prennent des proportions alarmantes dans le monde. A l'échelle mondiale, on estime que 75 milliards de tonnes de sols sont érodés par an (Volebele, 2011), et environ 3 millions d'hectares (ha) des terres arables disparaissent progressivement (Benmansour et *al.*, 2006). Les régions arides menacées occupent 40 % des terres, dont 66% sont déjà affectées (soit 3,6 milliards d'hectares en 2000) et 10 à 20 % sont gravement dégradées. La désertification affecte 93% des terres de pâturage, 6% des terres de cultures pluviales et 1% des terres de cultures irriguées. Le tiers de l'humanité est touché et si rien n'est fait, 10 millions d'hectares de terres arables seront perdus chaque année (MAEE, 2011). Dans les pays tropicaux et subtropicaux, on observe une dégradation irréversible de superficies de plus en plus importantes, faisant disparaître des terres agricoles. Cela réduit les capacités productives des terres cultivées, des pâturages et des terres boisées au moment où s'accroît la demande de produits alimentaires, de sources d'énergie et de revenus pour les ménages.

Le phénomène de dégradation des terres est devenu un handicap pour les pays en voie de développement à cause de ses impacts défavorables sur la production agricole, la sécurité alimentaire et l'environnement (FAO, 2003). Il est alarmant en Afrique, où les terres constituent la principale source de revenu pour les populations rurales pauvres (Woodfine, 2009). En effet, 37 % des zones arides sont en Afrique (Touré, 2008), alors que la terre fournit directement les moyens d'existence à 60% des personnes à travers l'agriculture, la pêche en eau douce, la foresterie et d'autres ressources naturelles (FAO 2004).

Le Burkina Faso est confronté à la dégradation des principales ressources naturelles, en particulier à celle des sols (Sédogo, 1993). Le phénomène s'est progressivement accentué avec la production intensive de coton et d'arachide avant les indépendances, couplée aux sécheresses des années 70 et 80. Toutes les régions du pays sont affectées et selon les conclusions d'une étude menée par la Délégation de la Commission Européenne au Burkina Faso en 2006, 11% des terres du pays sont considérées comme très fortement dégradées, 2% comme fortement dégradées, alors que 32% des terres sont moyennement dégradées, et 50% faiblement dégradées. Selon MEF (2010), 34% du territoire, soit 9 234 500 ha des terres agricoles, sont dégradées avec une progression estimée chaque année, de 105 000 à 250 000 ha. Ce qui affecte sérieusement la durabilité des systèmes de production et le maintien de la fertilité des sols du

Burkina Faso, qui ont une faible fertilité intrinsèque et les éléments nutritifs exportés ne sont pas compensés de façon adéquate (FAO, 2003).

La dégradation des terres dans le pays peut être attribuée à des causes indirectes et directes.

Les causes indirectes sont la pauvreté et la croissance démographique qui influencent les options de gestion des terres et des ressources naturelles. Les causes directes de dégradation des terres sont essentiellement liées aux facteurs climatiques et aux activités humaines. Ce sont les catastrophes naturelles (sécheresses, inondations), le surpâturage et l'élevage transhumant, la pratique des feux de brousse, la surexploitation des terres dans les zones à écologie fragile et à forte concentration de populations, les pratiques culturales inappropriées telles que l'agriculture extensive de type minière. Ces deux dernières causes directes conduisent à une baisse rapide de la fertilité des sols et augmentent le besoin de nouvelles défriches. La recherche de ces nouvelles terres amplifie, de ce fait, le cycle de dégradation des terres.

Dans les zones cotonnières de l'ouest du pays, la dynamique des systèmes à base de coton est susceptible de compromettre la durabilité des systèmes de production (Traoré, 2012). En effet, plusieurs travaux (Sédogo, 1993; Lompo, 2008; Ouattara, 2009) ont montré que dans les systèmes de production traditionnels, la mise en culture des terres entraîne une baisse rapide de leur productivité du fait d'une dégradation des principales propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. Les pertes de matière organique des sols constituent un lien entre la mise en culture et perte de fertilité des sols (Djaby, 2010).

Pourtant, toutes les sources de fumure organique sont peu ou mal exploitées dans les régions semi-arides au moment où ce défi de maintien de la fertilité des sols sous culture continue se pose avec acuité (Autfray *et al.*, 2012). Dans les régions plus chaudes ou semi arides, où les résidus se décomposent plus rapidement et surtout lorsque les récoltes sont continues, si les résidus aériens d'espèces végétales ne retournent pas dans le sol, il s'ensuit une réduction du carbone organique du sol (FAO, 2006).

La valorisation des résidus de récolte peut donc être un moyen efficace de maintien de la fertilité des sols cultivés. Koulibaly *et al.* (2010) ont d'ailleurs proposé l'enfouissement direct de ces résidus au sol, ou leur restitution sous forme de fumure organique pour maintenir la fertilité des sols cultivés. Les travaux de Wei *et al.* (2006) ont aussi montré que le recyclage des résidus ou leur incorporation au sol, combinée aux techniques de travail du sol et aux rotations des cultures, améliore certaines propriétés du sol tout en réduisant les phénomènes d'érosion. Giroux *et al.* (2009) ont trouvé que le déclin de la matière organique du sol et la détérioration

des propriétés physiques sont accentués dans les systèmes où la restitution des résidus de récolte est faible.

Malgré cette importance avérée des résidus de récolte, ceux-ci sont très souvent brûlés ou pâturés dans les régions cotonnières de l'Ouest du Burkina Faso (Millogo, 2002). Ce système qui laisse peu de résidus de récolte, est sujet à la baisse rapide de la matière organique et de certains éléments minéraux du sol. En effet, les travaux de Nyiranneza *et al.* (2012) ont montré qu'il y a diminution de C, N, P, K, Mg, Ca et d'agrégats stables à l'eau suite à l'apport prolongé d'engrais azoté sans fumier. Ils concluent que « le fumier permet de maintenir la productivité du sol ».

Les terres agricoles connaissent, dans le processus de leur mise en valeur et d'exploitation, une perte d'éléments nutritifs dont l'importance s'accroît au fur et à mesure que le processus dure, avec pour conséquence une baisse des rendements (Traoré, 2012). Il est alors important de mettre l'accent sur la restauration et/ou maintien du couvert végétal et la gestion de la fertilité des sols.

C'est dans cette optique de gestion durable de la fertilité des sols qu'un essai de longue durée a été mis en place à Boni à l'Ouest du Burkina Faso sur la ferme semencière et expérimentale de la Société des fibres et textiles (SOFITEX). Cet essai étudie les techniques de gestion de la fertilité des sols par le recyclage des résidus de récolte dans un système de rotation des cultures.

La présente étude intitulée « *Effets du mode de gestion des résidus de récolte sur le sol et les rendements du coton, du maïs et du sorgho au Burkina Faso* », vise à améliorer la productivité des cultures par une gestion durable de la fertilité des systèmes de production à base de coton et de céréales.

De façon spécifique, il s'agit :

- d'évaluer les effets à long terme des modes de gestion des résidus de récolte sur le rendement;
- de déterminer les effets de la gestion des résidus sur les propriétés du sol en culture continue;
- de déterminer les pratiques paysannes en matière de valorisation des résidus de récoltes.

Les hypothèses de recherche suivantes sont émises:

- le fumier de résidus de récolte produit par parcage, améliore mieux les propriétés chimiques du sol en culture continue;
- l'effet des résidus de récolte sur les rendements, varie en fonction du mode de gestion ;
- les modes de gestion des résidus de récolte pratiqués par les producteurs, affectent la durabilité des systèmes de culture coton-céréales.

Le présent mémoire est composé de deux parties subdivisées en cinq chapitres. La première partie est constituée de deux chapitres. La deuxième partie compte trois chapitres.

Le premier chapitre porte sur la synthèse bibliographique, le second se focalise sur la présentation de la zone d'étude, le troisième est consacré aux matériels et méthodes utilisés en vue de vérifier les hypothèses émises. Les quatrième et cinquième chapitres présentent respectivement, les résultats et la discussion ainsi que la conclusion assortie de recommandations.

## **Première Partie : Généralités**

## Chapitre I : Synthèse Bibliographique

### 1.1 Définition de la fertilité d'un sol

Le concept de fertilité des sols est souvent utilisé en lui rattachant des propriétés de richesse et de « capacité de production », à l'inverse de la pauvreté et de la stérilité (Blanchard, 2010). La fertilité d'un sol se définit comme sa capacité à fonctionner dans les limites d'un écosystème aménagé ou naturel afin de soutenir la production animale ou végétale, à maintenir voire améliorer la qualité des systèmes auxquels il est lié (Mando *et al.*, 2000). La fertilité est la résultante de facteurs physiques, chimiques et biologiques qui dépendent des conditions du milieu (matériau parental, climat...) mais aussi, et surtout, de la conduite des activités humaines, en particulier des pratiques agricoles et sylvicoles (Soltner, 2003 ; Génot *et al.* 2009). Elle est le plus souvent liée à l'âge de mise en culture des sols (Coulibaly *et al.*, 2012).

La fertilité du sol englobe trois types de composantes interdépendantes:

- **la fertilité physique** d'un sol correspond au potentiel de production lié à l'ensemble de ses propriétés physiques (aération, cohésion, humidité, etc.) (Naitormbaïdé, 2012). Ces propriétés physiques peuvent être affectées par certaines pratiques culturales. Ouattara (2009) a montré que le labour conduit à terme à un effondrement de la porosité structurale du sol, consécutive à une baisse de la stabilité structurale. Cela se traduit, *in situ*, par une diminution du pouvoir de conduction hydraulique, une réduction du diamètre des pores hydrauliquement fonctionnels, et un temps plus court d'apparition du ruissellement.
- **la fertilité chimique** a trait à la nutrition minérale des végétaux à travers la biodisponibilité des éléments nutritifs ainsi que le bon fonctionnement des mécanismes de fixation et d'échange de ceux-ci (Traoré, 2008). Selon Piéri (1989), un sol chimiquement fertile doit permettre de fixer les éléments nutritifs et assurer leurs échanges entre la phase liquide et solide, et aussi entre la plante et le sol. Pour assurer ces fonctions le sol doit avoir un  $pH_{\text{eau}}$  compris en 6 et 7, un taux de matière organique d'au moins 4%, des taux d'azote et potassium respectivement de 1,5% et 0,5% (Jans, 2012). L'agriculture minière à faibles intrants, sans recyclage des résidus de récolte entraîne à la longue une exportation des éléments nutritifs et un appauvrissement continu des sols (Bationo *et al.*, 1998 ; Bado, 2002).
- **la fertilité biologique** résulte surtout de l'activité biologique des microorganismes, de la macrofaune du sol (vers de terre, termites, larves d'insectes, etc.) et des racines des plantes. Cette activité biologique favorise les transferts des nutriments du sol à la plante, ainsi que la minéralisation des matières organiques apportées. La fertilité biologique est d'une importance capitale et dépend de la fertilité chimique ainsi que de la fertilité physique (Ouattara, 2011).

## **1.2 Modes de gestion de la fertilité des sols**

La gestion de la fertilité du sol est, le plus souvent, basée sur la parcelle cultivée au lieu de l'exploitation entière, et repose sur deux principes: corriger les carences originelles du sol, et compenser les exportations liées aux récoltes (CIRAD et GRET, 2005 ; Sadio, 2007). Les sols n'ont pas le même pouvoir d'apporter aux plantes les nutriments nécessaires à leur croissance. Pour combler les déficits des sols en éléments nutritifs nécessaires au développement de la plante, la fertilisation est pratiquée en tenant compte des caractéristiques du sol, des facteurs climatiques et hydrodynamique.

Les pratiques de gestion de la fertilité des sols au Burkina Faso reposent essentiellement sur les applications des fumures minérales (NPKSB et urée) et organiques (fumier, compost, résidus des cultures), parfois associées aux amendements calco-magnésiens (dolomie, chaux agricole) et phosphatés (Burkina phosphate, Triple Super phosphate).

### **1.2.1 Fertilisation minérale**

La fertilisation minérale est l'apport d'engrais minéraux aux plantes. Les engrais minéraux sont des substances synthétiques qui apportent au sol un ou plusieurs éléments nécessaires à la nutrition de la plante. Elle permet d'améliorer la fertilité des sols en ce sens qu'il augmente la quantité d'éléments nutritifs (le NPK en général) restituables du sol à la plante (Traoré, 2012). De nombreuses études ont démontré que l'utilisation judicieuse d'engrais minéraux conduit à une augmentation des rendements (Bationo *et al.*, 1998; Bationo et Buerkert., 2001) à condition qu'aucun autre facteur de croissance (tels que l'eau et le rayonnement) ne devienne restrictif. Aussi l'utilisation d'engrais ne permet pas seulement d'augmenter la biomasse aérienne et de rendre disponible plus de résidus de récolte, mais elle est, potentiellement, susceptible d'augmenter la biomasse racinaire, permettant un accroissement de matière organique dans le sol (Bationo *et al.*, 2001). Cependant, d'autres auteurs (Sédogo, 1993; Bado *et al.*, 1994; N'Dayegamiyé et Cote, 1996 ; Bandré et Batta, 1998 ) s'accordent à dire que l'utilisation exclusive de la fumure minérale pour une production continue et longue, contribue à la destruction de certaines microflore et microfaunes du sol, à la diminution des teneurs en matière organique (MO) et à la baisse des rendements; ce qui participe ainsi à la dégradation des sols (ONU, 2006). En outre Bado (2002) et Mills et Fey (2003) concluent que l'utilisation exclusive de la fertilisation minérale ne permet pas de maintenir la fertilité des sols.

## **1.2.2 Fertilisation organique**

La fertilisation organique est l'utilisation de la matière organique comme fertilisant dans la production agricole. Elle est vivement recommandée pour améliorer les propriétés physiques et chimiques du sol (Sadio, 2007). La maîtrise de la fertilisation organique est un enjeu particulièrement important en agriculture car les produits que l'on regroupe sous le terme générique de «fertilisants organiques», permettent d'apporter les différents éléments minéraux nécessaires aux cultures (Leclerc., 2009). Les pailles de céréales, les engrais verts et les engrais de ferme apportent des éléments nutritifs sous forme organique, assimilables après minéralisation, mais aussi sous forme minérale, directement assimilable par les cultures. Ils présentent en ce sens un rôle amendant et fertilisant (Maltas *et al.*, 2012.). C'est pourquoi la matière organique est considérée comme le paramètre fondamental de la fertilité du sol à long et à court terme (Nacro, 1997). A long terme, elle représente un stock d'éléments chimiques, N, P, K, véritable réserve d'éléments nutritifs qui conditionne significativement la fertilité à venir. A court terme, elle est la source quasi exclusive du flux de nutriments, qui contraint fortement la croissance des plantes à chaque instant (Nacro, 1997).

La gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de production doit donc intégrer l'utilisation de la fumure organique (Ouédraogo., 2011). En effet, les amendements organiques ont des effets positifs sur les composantes du rendement des cultures en général, et sur la production de biomasse (Tougma, 2006). Les rendements s'accroissent sensiblement lorsque les cultures reçoivent une fertilisation organique (Munyuli, 2002). Néanmoins, l'apport massif de matière organique surtout répété, contribuera à long terme à la déstructuration du sol et selon l'importance du phénomène, l'aération du sol et sa facilité à stocker et à évacuer les surplus d'eau seront à plus ou moins long terme diminuées. (Petit et Jobi, 2005).

## **1.3 Les principaux fertilisants organiques**

### **1.3.1 Le fumier**

Le fumier est le produit de la fermentation d'un mélange de pailles plus ou moins piétinées et de déjections animales, qui permet un recyclage efficace des éléments minéraux plus concentrés et plus assimilables que dans les résidus de départ (CIRAD et GRET, 2005). Le fumier solide correspond aux déjections des animaux (bovins, petits ruminants) et de la volaille lorsqu'ils sont en stabulation au niveau des concessions (enclos, poulailler, cours, ou simplement attachés aux piquets) (Bazié, 1995). Pour Barnett (1982), le fumier est l'excrément d'animaux contenant approximativement 2/3 d'excrément et 1/3 de litière, et qui ont subi des fermentations plus ou moins avancées à l'étable ou en tas. L'apport de fumier a des effets

bénéfiques sur le sol. En effet, les travaux de plusieurs auteurs (Barnett, 1982 ; Fuchs, 2011) ont montré que le fumier, en plus de sa contribution à la réduction des pertes de sol par érosion, augmente la fertilité et le pH, améliore la structure du sol en le rendant plus meuble. Aussi, le sol avec fumier présente des teneurs plus élevées en C et N que le sol ayant reçu des engrais minéraux (N'Dayegamiyé et *al.*, 1997). Ainsi, le fumier présente des valeurs fertilisantes positives et non négligeables les trois années suivant l'apport. Il stimule en quantité et en qualité l'activité la biomasse du sol, et augmentent la minéralisation de l'azote. En effet, l'activité des micro-organismes (activité enzymatique) et le niveau de minéralisation de l'azote sont favorisés (Huber. & Schaub, 2011).

Mais l'apport excessif du fumier peut avoir des conséquences défavorables pour le sol et les plantes. Selon Barnett (1982), en fonction du taux de graisse et de sel contenu dans le fumier et du type de sol, le fumier peut réduire l'infiltration et accroître le ruissellement. Il soutient aussi qu'à cause des sels tels que les chlorures de sodium (NaCl) et de potassium (KCl), le fumier peut provoquer la salinité à des doses de 50 à 100 t/ha ; chez les plantes, un excès de fumier (>300 kg/ha d'N soit un apport de 53 t de fumier/ha) peut provoquer la toxicité ammoniacale et celle des nitrates.



Figure 1: fumier de parc d'hivernage (source : cliché Cissé, 2013)

### 1.3.2 Les lisiers

Les lisiers sont des mélanges liquides de fèces et d'urines avec quelques déchets de litière ou d'aliments. On distingue les lisiers liquides, dont le taux de matière sèche est inférieur à 13%, et les lisiers pailleux, qui contiennent une quantité variable de litière et dont le taux de matière sèche moyen varie de 10 à 20 % (Znaïdi, 2002). Les lisiers liquides jouent un rôle fertilisant mais ne contribuent pas à la formation de la réserve organique du sol (Petit et Jobin, 2005).

### **1.3.3 Les purins**

Ce sont des exsudats liquides provenant du stockage des fumiers, comprenant éventuellement des urines (moins de 3% de matière sèche), ou constitués d'eau de pluies souillées lors de leur passage sur, ou à travers du tas de fumier (ITAB, 2001). Les purins jouent un rôle majeur dans la fertilisation des plantes. Ils apportent aussi aux micro-organismes une nourriture facilement disponible qui encourage le développement d'une activité biologique intense dans les sols (Petit et Jobin, 2005).

### **1.3.4 Le compost**

Le compost provient de la lente fermentation de divers produits animaux et végétaux. C'est le produit de la décomposition de la matière organique avec libération d'éléments minéraux et fabrication de l'humus (IFDC-Catalist, 2010). Il s'agit d'un sous-produit agricole obtenu par le compostage en tas ou en fosse des résidus végétaux et/ou animaux. Le compostage en tas est une technique qui consiste à réaliser un conditionnement des matières premières qui assurent une fermentation aérobie rapide sans aucun investissement en équipement (Bazié, 1995).

Le compostage en fosse consiste à réaliser une fermentation plus ou moins aérobie des résidus végétaux et animaux dans une fosse creusée dans le sol ou construite en partie ou en totalité au-dessus du niveau du sol.

L'apport de compost permet d'obtenir un amendement relativement assaini, applicable à l'ensemble des cultures, qui accroît le taux d'humus du sol et stimule la vie microbienne du sol.

En outre, le compostage offre plusieurs avantages :

- le contrôle des pertes en éléments fertilisants. Il n'est pas possible de supprimer totalement ces pertes qui restent inévitables, en azote gazeux notamment lors de la constitution du tas et des retournements, mais elles sont bien moindres que celles qui se font lors d'un épandage de fumier frais ;

- la désodorisation des effluents d'élevage. En effet, les micro-organismes du compostage recyclent l'azote ammoniacal responsable des odeurs indésirables ;

- la destruction de certains germes pathogènes et de certaines graines d'adventices. C'est la combinaison de la montée en température et de facteurs biochimiques de la dégradation qui assure cette destruction. C'est un avantage très important pour l'agriculture biologique ;

- la diminution des quantités de matière organique à stocker et à épandre. La diminution de la diminution masse est de 30 à 60 % en moins de 3 mois. (Huber & Schaub, 2011).

Néanmoins, Hubert et Schaub (2011) trouvent aussi que le compostage a des inconvénients et limites dont entre autres :

- la présence de certains parasites et pathogènes qui ne sont pas détruits ;
- la concentration des éléments traces métalliques (métaux lourds) présents dans les matériaux de départ ;
- la production de compost nécessite le transport des pailles vers l'étable, puis du fumier vers le champ. Il ne peut être produit en quantité importante que si l'on a en même temps des animaux, des pailles, des moyens de transport et de la main-d'œuvre (CIRAD et GRET, 2005).



Figure 2: compost issu de compostage de tas (source : cliché Koulibaly, 2012)

### **1.3.5 Les déchets urbains**

Les villes produisent beaucoup de déchets. En général, les éléments nutritifs contenus dans ces déchets sont recyclés comme fertilisant dans l'agriculture urbaine et périurbaine par les producteurs, le plus souvent en application directe, car la proportion compostée reste faible (CIRAD et GRET, 2005; Kaboré *et al.*, 2011). Les déchets ont des teneurs élevées en éléments nutritifs et en métaux lourds sous des formes avec une disponibilité très variées mais les risques de pollution des sols et de la nappe phréatique et aussi de contamination de la chaîne alimentaire à long terme existent (Compaoré et Nanéma, 2010).

### **1. 4 Fertilisation organo-minérale et ses effets sur les rendements des cultures**

Les apports de fumures minérales combinées avec l'application de la matière organique, induisent un accroissement de rendement tout en évitant l'acidification des sols observés avec l'application exclusive des engrais minéraux (Yougbaré, 2008). Selon Lompo (2005), l'utilisation de la matière organique comme le fumier combiné aux fumures minérales peut permettre une production agricole durable. Les fumures organo-minérales permettent d'avoir également le meilleur bilan azoté, un bilan positif en calcium, une stabilité ou une augmentation du taux de matière organique et de la capacité d'échange cationique (Lompo *et al.*, 1993, cités par Yougbaré, 2008). La fumure organique est donc un facteur important de maintien de la fertilité, et la quantité de matière organique présente dans le sol détermine

l'efficacité des engrais minéraux. Pour plus d'efficacité, il est recommandé la dose de 5 t/ha de fumier sec, tel qu'il se présente en fin de saison sèche (CIRAD et GRET, 2005). Ce qui équivaut à 33 charretées du grand plateau (150 kg) et 40 charretées du petit plateau (120 kg) (APIL, 2012). C'est une dose forte, équivalente à 20 t/ha de fumier humide à 20-25% de matière sèche. Les ressources organiques fournissent les nutriments, améliorent la capacité de rétention et le taux de recouvrement, réduisent l'érosion, augmentent l'infiltration et permettent une utilisation efficiente des nutriments apportés sous forme d'engrais (IFDC-catalist, 2010).

Cependant, la combinaison non contrôlée de la fumure organique aux engrais minéraux peut être néfaste à la production. Selon IFDC-catalist (2010), l'utilisation excessive de fumier de bonne qualité en combinaison avec les engrais minéraux est un gaspillage de fumier. L'offre des éléments nutritifs de la matière organique ajoutée à celle de l'engrais minéral, est si grande que l'efficacité agronomique de l'engrais minéral s'abaisse. Aussi, l'utilisation de matière organique de mauvaise qualité c'est-à-dire pauvre en éléments nutritifs avec un taux de minéralisation trop bas, cause la faim d'azote. Cette faim d'azote provient de l'utilisation d'une partie importante de l'engrais par les microbes pour minéraliser la matière organique au détriment de la culture. En outre, sur le long terme, les rendements chutent ainsi que l'efficacité des engrais quel que soit le mode de fertilisation (Piéri, 1989).

Il y a donc interaction entre physique, chimie et biologie du sol. L'ensemble est un pré requis à la fertilité des sols et à une bonne croissance des cultures ((Petit et Jobin, 2005).

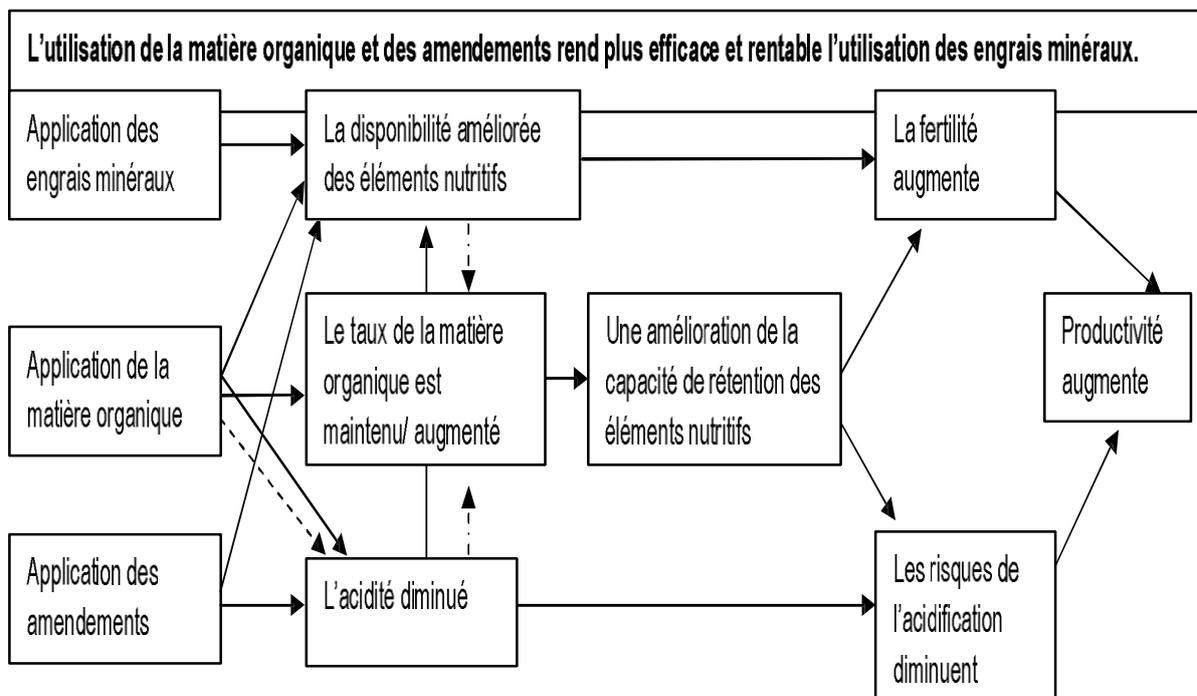


Figure 3: Importance de la fertilisation organo-minérale (source : IFDC-Catalist, 2010)

## 1.5 Importance et modes de gestion des résidus de récolte

### 1.5.1 Importance des résidus de récolte

Les résidus de récolte sont une source importante de matière organique. Bien gérés, ces résidus constituent un moyen de maintien de la fertilité. Selon Laboubet (2007), le retour au sol des résidus de récolte, à court terme, peut se manifester à travers différents effets dont l'amélioration de la stabilité structurale, la réduction des risques de battance, la diminution du compactage, la libération de produits toxiques pour certaines maladies, la fourniture d'azote et de potassium. A long terme, la restitution systématique des résidus de récolte va modifier l'évolution du stock d'humus du sol. Selon les situations pédoclimatiques considérées, cette évolution du stock d'humus du sol aura ou non un effet sur les productions végétales. En effet, l'utilisation des résidus en paillage durant la saison sèche permet d'améliorer la capacité d'infiltration de l'eau et la rétention en eau du sol, de diminuer l'érosion éolienne et hydrique, d'augmenter la CEC du sol, d'augmenter la fourniture lente d'éléments nutritifs aux plantes et de chélater le P fixé par les oxydes de fer et d'aluminium (Schlecht et Buerkert, 2004). Aussi, le paillage permet un ameublissement du sol et une augmentation de sa porosité, qui permettent une meilleure infiltration de l'eau (Zombré *et al.*, 1999). Les travaux de plusieurs auteurs (Badou *et al.*, 2013 et Koulibaly *et al.*, 2010) montrent que le recyclage des résidus de récolte en compost et en fumier ou leur enfouissement, augmente les rendements du coton, du maïs et du sorgho.

### 1.5.2 Modes de gestion des résidus de récolte

Au Burkina Faso, les résidus de récolte font l'objet de plusieurs modes de gestion dont :

- le paillage (ou mulching), qui est un procédé qui consiste à recouvrir le sol d'une couche de résidus culturaux (tiges de maïs, mil ou de sorgho) de façon à stimuler l'activité des termites. Ces derniers vont casser la croûte superficielle du sol en creusant des galeries sous les paillis ;



Figure 4: sol bien aéré et bien structuré grâce au mulching



Figure 5: culture de maïs sur résidus

(Source : <http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/navigation.aspx?sid=1045>)

- la production de fumier: les résidus de récolte servent aussi à la constitution de la litière des parcs, et leur décomposition en mélange avec les déjections animales aboutit au fumier (Djenontin *et al.*, 2003) ;

- le compostage. Les résidus de récolte sont utilisés pour produire un compost généralement riche en composés ligneux, et dont la matière organique est la plus stable (ITAB, 2001) ;



Figure 6: fosse fumière  
(Source : cliché Cissé, 2013)



Figure 7: fumier produit par parcage  
(Source : cliché Cissé, 2013)

- l'alimentation du bétail : les résidus de récolte servent à alimenter le bétail. Les résidus sont soit stockés dans des fenils ou sur des hangars et déstockés au fur et à mesure. Mais le bétail valorise aussi les résidus à travers la vaine pâture (Schwarz, 1996). Les éléments consommés par les animaux en vaine pâture sur les chaumes sont toujours recyclés. Globalement, il y a le plus souvent transfert en faveur des champs cultivés, car l'organisation du pâturage et du stationnement des animaux le favorise (CIRAD et GRET, 2005) ;

- le brûlis. Les tiges de coton pour une grande majorité des producteurs sont brûlées conformément aux recommandations de la lutte phytosanitaire (Millogo, 2002);

- enfouissement : l'une des destinations principales des pailles de céréales est l'enfouissement au sol. Selon Fritsch et Lemercier (2004), pour gérer au mieux les résidus de récolte enfouis il faut :

- ✓ détruire les résidus le plus finement possible;
- ✓ favoriser un enfouissement homogène, ce qui sous-entend une répartition homogène au champ lors de la récolte (éviter les tas ou andains de résidus)
- ✓ éviter d'enfouir profondément les résidus de récolte en fond de raie surtout dans les sols argileux ou hydromorphes (risque de fermentation anaérobie défavorable à la culture suivante) ;

- ✓ préférer les labours dressés ;
- ✓ accepter la de quelques pailles en surface après le labour.
- d'autres modes de gestion consistent en l'exportation des résidus de récoltes qui vont servir de sources d'énergie pour la cuisson des aliments et pour la fabrication des habitations et des clôtures (Djenontin *et al.*, 2003).

### **1.6 Incidence de la rotation culturale sur la fertilité des sols et les rendements des cultures**

La rotation est la répétition sur une même parcelle d'une succession ordonnée pluriannuelle de cultures. A contrario, si l'ordre et la nature des cultures ne sont pas conservés, on parle de succession de cultures (CIRAD et GRET, 2005).

Elle améliore la structure et la fertilité du sol, réduit la pression des mauvaises herbes et celle des parasites (Traoré, 2012), ce qui contribue à l'obtention de bons rendements. En outre, elle accroît la quantité de N, de C, de P et de K dans les sols et Clark *et al* (1998) ont affirmé qu'au bout de huit ans, la rotation des cultures biologiques augmente l'azote total du sol, le carbone organique du sol, le phosphore soluble, le potassium échangeable et le pH du sol (mesure de l'acidité). Aussi, les travaux de plusieurs auteurs (Traoré *et al.*, 2012 ; Talwana *et al.*, 2008 ; Bélair, 2005) ont montré que la rotation culturale permet de contrôler l'infestation par les nématodes. Selon Keith (2006) pour lutter contre les nématodes le système de rotation doit séparer les cultures sensibles à un nématode donné à l'aide de cultures qui ne le sont pas ou qui sont difficilement infectées par ce nématode.

Du point de vue environnementale, un bon programme de rotation a pour effet de diminuer le ruissellement de l'eau à la surface, de réduire le potentiel d'érosion et ainsi diminuer le risque de contamination des cours d'eau par les sédiments, les éléments nutritifs et les pesticides. Puisqu'un sol riche en matière organique est plus fertile, les cultures produisent de meilleurs rendements de haute qualité avec un programme de fertilisation et de phytoprotection respectueux de l'environnement ([http://www.ccse-swcc.nb.ca/index2.cfm?id\\_comm=3&title=3&lg=fr](http://www.ccse-swcc.nb.ca/index2.cfm?id_comm=3&title=3&lg=fr)).

### **Conclusion**

Cette synthèse bibliographique permet d'appréhender les notions de fertilité d'une manière générale ainsi que les pratiques permettant son maintien et/ou son évolution. Les paramètres de la fertilité évoluent avec les modes de gestion du sol. Ainsi, il ressort que:

- la fumure organique est indispensable à la stabilité structurale. Elle améliore les propriétés chimiques et biologiques du sol et le rendement;
- les fertilisants minéraux accélèrent le processus d'acidification;

- la rotation culturale influence la fertilité des sols;
- les résidus participent à l'amélioration et/ou au maintien de la fertilité pour peu qu'ils soient maintenus ou ramenés sur la parcelle sous forme transformée ou non.

Ces constats confirment que la notion de fertilité soutend une appréciation plus large basée sur la confrontation entre les caractéristiques pédologiques du milieu, les systèmes de production et les techniques agricoles appropriées.

## Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

### 2.1 Situation géographique

Cette étude a été menée dans les communes de Boni et de Houndé, dans la province du Tuy (figure 8). Située à 235 km de Ouagadougou et 117 km de Bobo-Dioulasso sur la route nationale n°1, la commune de Boni est comprise entre 11°21'26'' et 11°39'19'' de latitude Nord, et 3°29'36'' et 3°16'48'' de longitude Ouest, en zone soudano-sahélienne. Elle couvre une superficie de 378 km<sup>2</sup>, avec une population estimée à 16 377 habitants (INSD 2008).

La commune de Houndé est située à 263 km de Ouagadougou et à 105 km de Bobo-Dioulasso sur la route nationale n°1. Elle est comprise entre 11°30'0'' de latitude Nord et 3°31'0'' de longitude Ouest, et couvre une superficie de 1 244 km<sup>2</sup>. Sa population est de 76 998 habitants (INSD, 2008).

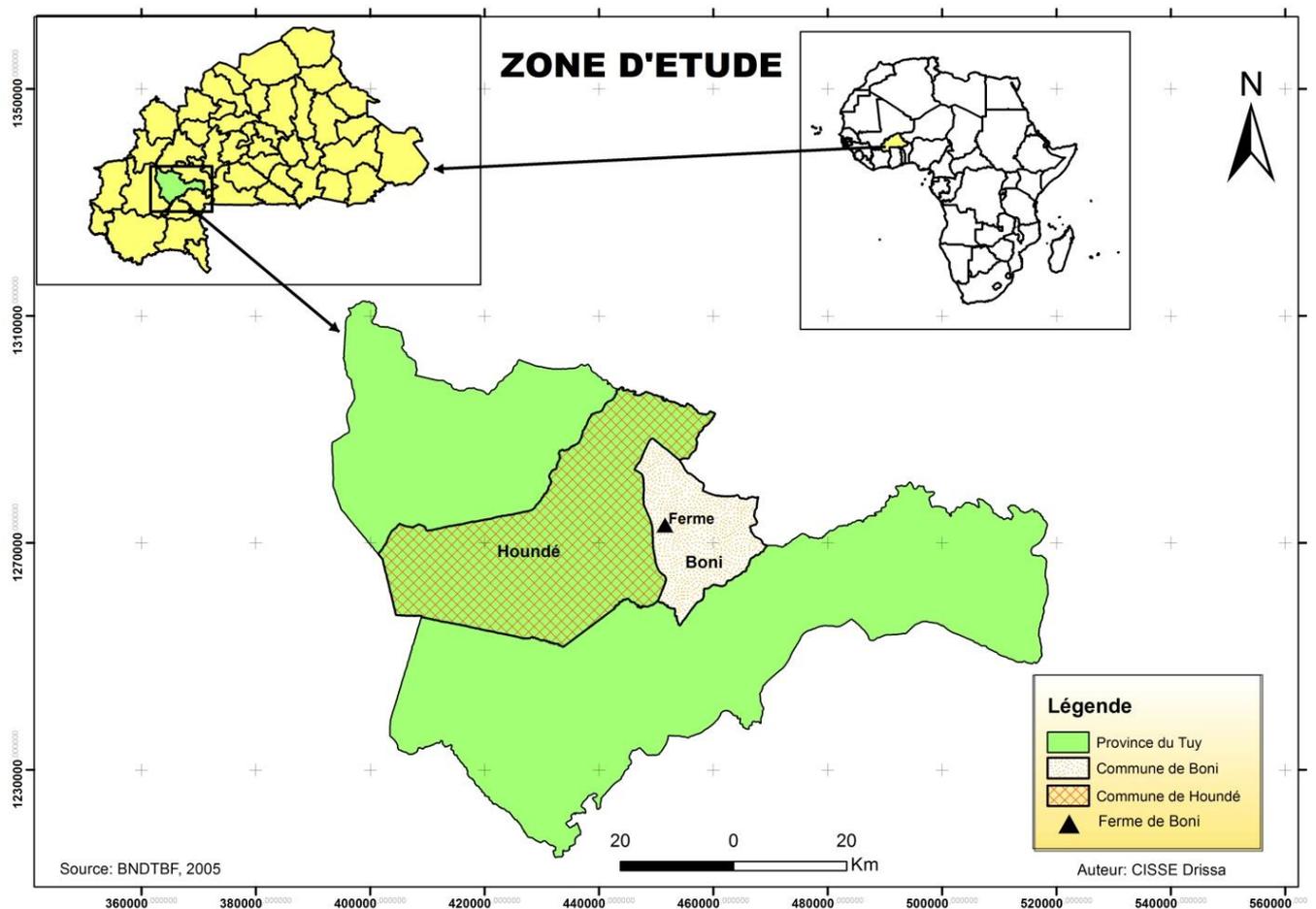


Figure 8: Zone d'étude

## 2.2 Climat

Les communes de Boni et de Houndé sont situées dans la zone Sud-soudanienne (Fontes et Guinko, 1995) avec un climat caractérisé par une alternance de saison humide qui va du mois de mai à octobre, et de saison sèche allant de novembre à avril (Badolo, 2009). La température moyenne est de 34°C. La variation de la température est importante entre la période froide (décembre à février) et la période chaude (mars à mai). L'harmattan et la mousson sont les deux types de vent qui balayent ces communes.

La pluviosité moyenne se situe entre 800 et 900 mm/an (Fontes et Guinko, 1995), et présente une variation interannuelle assez importante. La moyenne annuelle des trente dernières années est de 942 mm, avec un maximum de 1353 mm enregistré en 2001, et un minimum de 670,5 mm enregistré en 1983.

## 2.3 Ressources en sol

Selon BUNASOLS (2002), les types de sols dans les communes de Boni et de Houndé sont repartis dans les classes de sols suivants : les sols minéraux brut, les sols peu évolués, les vertisols, les sols brunifiés, les sols à sesquioxyde de fer et de manganèse, les sols ferralitiques et les sols hydromorphes. Les unités morphologiques sont des associations comprenant des sols dominants (> 50%) ; des sols associés (49-20%) et des inclusions (< 20%). Cette ressource en sol se dégrade au fil des années à cause de l'occupation et l'exploitation anarchique des terres (BUNASOLS, 2002).

## 2.4 Ressources végétales

Les deux communes appartiennent au secteur phytogéographique sud-soudanien (Fontes et Guinko, 1995). La végétation est composée de savane parc arborée à arbustive et des forêts galeries. Les espèces ligneuses, arborées ou arbustives les plus fréquemment rencontrées sont : *Vitellaria paradoxa* (Gaertn f.), *Faidherbia albida* (Del). Chev., *Combretum micranthum* (G. Don), *Parkia biglobosa* (Jacq. Benth), *Anogeissus leiocarpus* (DC) Wall., *Lannea microcarpa* (Engl & Krau. L. C.), *Khaya senegalensis* (Ders) A. Juss, *Bombax costatum* (Pellegr & Vuillet), *Azalia africana* Sm., *Pterocarpus erinaceus* Poir, *Prosopis africana* (Guill. & Perr.) Taub, *Terminalia sp* et *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch & Dalz. Le tapis herbacé est dominé par les espèces suivantes: *Loudetia togoensis* (Pilger) C.E. Hubbard; *Pennisetum pedicellatum* Trin; *Andropogon acinodis* CBCI et *A .gayanus* (Kunth).

Les espèces ligneuses exotiques introduites: *Eucalyptus camaldulensis* (Dehnh); *Cassia siamea* (Lam) ; *Azadirachta indica* (A. Juss); *Jatropha curcas* (Linn).

## 2.5 Secteur de production

### 2.5.1 Agriculture

L'agriculture constitue la principale activité dans la zone et occupe 95% de la population. Les principales spéculations sont : le coton, le maïs, sorgho (blanc et rouge), le mil, le sésame, le soja, le manioc, le niébé, l'arachide, le voandzou et des cultures maraîchères comme le chou, la tomate, la laitue, le piment, l'aubergine (Tapsoba, 2011).

### 2.5.2 Exploitation forestière

Elle repose d'une part, sur des produits forestiers non ligneux tels que le Karité, le Néré et le kapokier et d'autre part, sur le bois pour la fabrication d'objets d'art, du charbon, la construction, et le bois de chauffe (Bécher, 2004). La plus grande partie du charbon de bois est exportée vers les grands centres urbains comme Bobo-Dioulasso et Ouagadougou.

Ces activités couplées à l'augmentation de la population ont eu un impact négatif sur les ressources naturelles (figure 9).

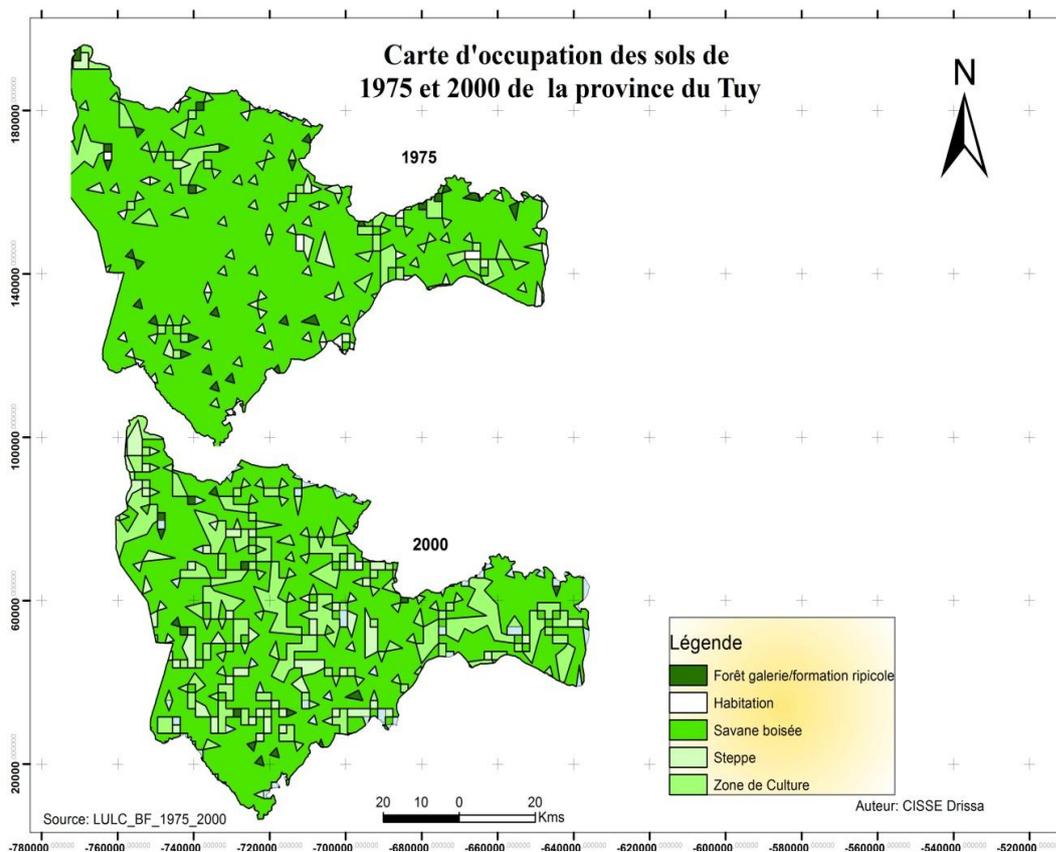


Figure 9: Occupation des sols de la province du Tuy de 1975 et 2000

## 2.6 Historique de la ferme et de l'essai

La ferme de multiplication semencière et d'expérimentation agronomique de la SOFITEX de Boni a été créée en 1965. Elle couvre une superficie de 103 ha dont 65 sont exploités pour la production de semence de coton, de céréale et de plantes fourragères. Le sol de la ferme est du type ferrugineux tropical.

L'étude sur les systèmes de culture en motorisation intermédiaire a commencé en 1982, et a subi plusieurs modifications :

- **1982** : mise en place de l'étude sur la ferme de Boni avec deux (02) systèmes de gestion des résidus au départ :

✓ Système I : gestion extensive des résidus de récolte (broyage et pâturage);

✓ Système II : gestion des tiges de sorgho et de maïs par transformation en fumier après broyage et enrichissement en étable puis transformation en fosse fumièrre arrosée. Le fumier obtenu est repartie en deux parties égales sur le coton et le maïs.

- **1983** : introduction d'un troisième système permettant de gérer les résidus de récoltes à partir du parc (technique du parc d'hivernage).

✓ Système III : les tiges de maïs et de sorgho transformées en fumier (après broyage et enrichissement) dans le parc d'hivernage, apport du Burkina phosphate (BP) au labour.

On a désormais trois systèmes de gestion de résidus qui sont SI, SII, SIII.

- **1985** : les tiges de maïs ne sont plus pâturées ou transformées en fumier mais enfouies directement par labour de fin d'hivernage. Désormais, le fumier des systèmes II et III est apporté uniquement sur le maïs.

- **1987** : les systèmes II et III sont modifiés ainsi qu'il suit:

✓ Système II : tiges de sorgho broyées et enrichies au parc d'hivernage avec apport du Burkina phosphate (BP) au broyage. La transformation des résidus en fosse fumièrre arrosée est supprimée.

✓ Système III : tiges de sorgho broyées et enrichies au parc d'hivernage avec apport du Burkina phosphate au labour.

- **1989** : application de 1 tonne/ha de chaux éteinte (53% CaO; 30-35% MgO) sur tout l'essai (chaulage 1989).

- **1995** : sous-solage de l'essai système et matérialisation de chaque sous-système selon les courbes de niveaux;

- **1996** : la gestion des tiges de sorgho par transformation en fosse fumièrre est réinstaurée.

On a les trois systèmes suivants:

✓ Système I : Gestion extensive des résidus de récolte. Les tiges de maïs et de sorgho sont pâturées ou exportées de la parcelle. Tous les trois ans sur le maïs, 300 kg/ha de phosphate naturel sont apportés au hersage;

✓ Système II : Gestion semi-intensives des résidus de récolte. En moyenne 4 t/ha de tiges de sorgho sont recyclées en compost après 45 jours de broyage par 20 bœufs dans un parc où on apporte 300 kg de phosphate naturel. Ce compost est appliqué tous les trois ans sur le maïs à raison de 6 t/ha et contient en moyenne: 28% de matière organique; 2,2% N; 1,9% P; 1,8% K et 0,3% S.

✓ Système III : Gestion intensive des résidus de récolte : 4 t/ha<sup>1</sup> de tiges de sorgho sont recyclées en fumier dans un parc d'hivernage sous l'action seule des eaux de pluies après 60 jours de broyage par 20 bœufs. Ce fumier de parc contient 28% de matière organique; 2,2% N; 1,1% P; 1,7% K et 0,3% S. Il est utilisé à raison de 6t/ha tous les trois ans sur le maïs avec 300 kg/ha de phosphate naturel.

## **Deuxième Partie : Méthodologie, Résultats, et Discussion**

### Chapitre III : Matériels et Méthodes

La présente étude comporte deux parties :

- étude de la gestion des résidus dans les systèmes de culture en motorisation intermédiaire ;
- enquête sur la gestion des résidus de culture en milieu paysan.

Les méthodologies utilisées pour ces deux investigations sont ci-dessous présentées

#### 3.1 L'essai système de culture de Boni

##### 3.1.1 Description du site

L'essai est implanté sur la ferme semencière expérimentale de la SOFITEX de Boni. Cette ferme est située à 302 m d'altitude avec comme coordonnées géographiques 3°26' de longitude Ouest 11°32' de latitude Nord. Le sol de type ferrugineux tropical est caractérisé par de très faibles teneurs en matière organique : 0,8 à 1,30 % en moyenne, avec une baisse moyenne annuelle évoluant de 2 à 4% au cours des cultures (Berger et *al.*, 1987). Ce sol est plus ou moins désaturé avec des pH moyens de 5,50 à 6,40 et une CEC inférieure à 5 cmol+/kg. Le climat est du type sud-soudanien avec une saison pluvieuse allant de mai à octobre et une saison sèche de novembre à avril. La pluviosité souvent mal répartie, est très irrégulière et varie de 723 à 1353 mm répartis sur 40 à 75 jours de pluie (figure10). Quant à l'indice de pluviométrie sur trente ans (1982-2012) elle présente une variation interannuelle assez importante avec une légère tendance à la baisse (figure 11).

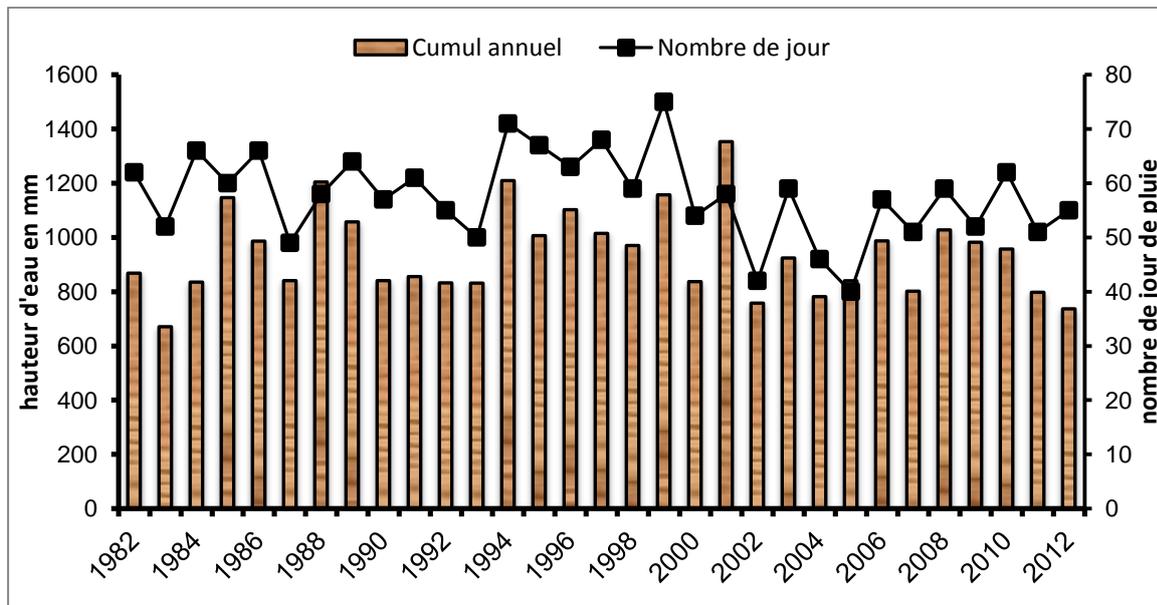


Figure 10: Pluviosité de la ferme de Boni de 1982 à 2012 (Source : SOFITEX-Boni)

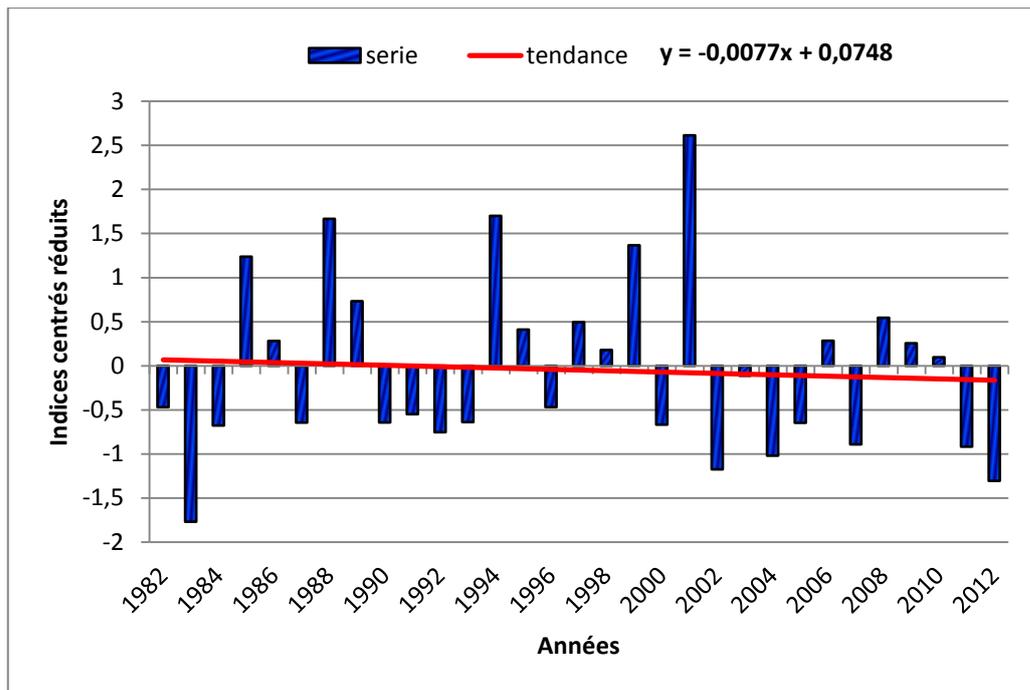


Figure 11: Evolution des cumuls pluviométriques annuels sur la série de 1982 à 2012 de la ferme de Boni

### 3.1.2 Matériels d'étude

#### - *Matériel végétal*

Le matériel végétal est composé du cotonnier, du maïs et du sorgho. Les caractéristiques de ces spéculations sont données dans le tableau I.

Tableau I: Matériel végétal utilisé

Spéculation	Nom scientifique	Variété	Cycle (jours)	Rendement potentiel (t/ha)
Coton	<i>Gossipium hirsutum L.</i>	FK 37	150	3-4
Maïs	<i>Zea mays L.</i>	SR 21	97	4-5
Sorgho	<i>Sorghum bicolor (L.) Moench</i>	Sariasso	105	2-3

#### - *Fumures minérales*

Les fumures minérales sont constituées d'urée, de chlorure de potasse et de Boracine. Le tableau II donne la répartition des fumures et les doses utilisées.

Tableau II: Doses de fumure minérales utilisées

Coton	100 kg/ha d'urée + 100kg/ha de sulfate de potasse + 4 Boracine
Maïs	160 kg/ha d'urée + 100 kg/ha de chlorure de Potasse
Sorgho	100 kg/ha d'urée

La fumure phosphatée de fond est assurée par le BP apporté tous les trois ans à raison de 300 kg/ha.

- ***Fumure organique***

Il est apporté du compost à raison de 6 t/ha sur la sole maïs du système II, et du fumier de parc à raison de 6 t/ha sur la sole maïs du système III.

Le compost est obtenu après recyclage de 4t/ha de tiges de sorgho broyées par 20 bœufs dans un parc avec ajout de 300 kg de BP. Le broyage des tiges de sorgho dure 45 jours et est suivi d'un compostage en tas.

Le fumier utilisé est issu du recyclage de 4 t/ha de tiges de sorgho dans un parc d'hivernage sous l'action seule des eaux de pluies après 60 jours de broyage par 20 bœufs.

### **3.1.3 Méthode**

Dans le but de déterminer les effets des modes de gestion des résidus de récolte sur le sol et les rendements des cultures, trois modes de gestions des résidus sont comparés. Le système I est considéré comme témoin du fait que le mode de gestion de résidus pratiqué est de type traditionnel.

- ***T1 (Système I)***: Mode de gestion extensive ou traditionnelle des résidus de récolte. Les tiges de maïs et de sorgho sont pâturées ou exportées de la parcelle. Tous les trois ans sur le maïs, 300 kg/ha de phosphate naturel sont apportés au hersage. Les résidus de coton sont brûlés en très petits tas épars sur la parcelle.

- ***T2 (Système II)*** : Mode de gestion semi-intensive des résidus de récolte. En moyenne 4 t/ha de tiges de sorgho sont recyclées en compost après 45 jours de broyage par 20 bœufs dans un parc où on apporte 300 kg de phosphate naturel. Ce compost est appliqué tous les trois ans sur le maïs à 6 t/ha et contient en moyenne: 28% de matière organique; 2,2% N; 1,9% P; 1,8% K et 0,3%.

- ***T3 (Système III)***: Mode de gestion intensive des résidus de récolte. Les 4 t/ha de tiges de sorgho sont recyclées en fumier dans un parc d'hivernage sous l'action seule des eaux de pluies après 60 jours de broyage par 20 boeufs. Ce fumier de parc contient 28% de matière organique; 2,2% N; 1,1% P; 1,7% K et 0,3% S. Il est utilisé à 6 t/ha tous les trois ans sur le maïs avec 300 kg/ha de phosphate naturel.

Sur les traitements 2 et 3, les tiges de maïs sont enfouies au sol par un labour de fin d'hivernage, tandis que les tiges de cotonniers sont coupées et brûlées en petits tas sur tous les traitements.

### **3.1. 3.1 Dispositif expérimental et conduite de l'étude**

#### **3.1.3.1.1 Dispositif expérimental**

L'essai système de culture de Boni est conduit selon un dispositif en blocs simples non randomisés comprenant un ensemble de 6 ha subdivisés en sous-parcelles de 5000 m<sup>2</sup>. Trois modes ou systèmes de gestion des résidus de récolte (système I, système II et système III) combinés à des apports de phosphate naturel (25% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 35% CaO) et d'engrais minéraux sont comparés. Trois traitements sont mis en place (systèmes II et III) avec un témoin (système I) qui ne reçoit pas de fumure organique (annexe n°I).

#### **3.1.3.1.2 Conduite de l'étude**

##### ***- Travail du sol et semis***

Sur les systèmes II et III, les tiges de maïs sont enfouies au sol par un labour de fin d'hivernage tandis que les tiges de cotonniers sont coupées et brûlées en petits tas sur toutes les sous-parcelles des trois systèmes.

Un labour du sol au tracteur à partir de mai, précède les semis effectués généralement du 20 mai au 10 juin. Le labour est effectué pour tous les traitements à 15-20 cm de profondeur.

Après labour des parcelles, les semis sont effectués à plat aux écartements de 0,80m (entre les lignes) x 0.40 m (entre les poquets). Au démariage on laisse 2 pieds par poquet pour le coton et le maïs, et 3 pieds par poquet pour le sorgho. La densité pour le coton et le maïs est de 62500 plants par hectare. Celle du sorgho est 93750 plants par hectare.

##### ***- Apport de la fumure organique***

Le compost et le fumier issus des différents modes de transformation (compostage et technique du parc d'hivernage) sont épandus sur les soles maïs et enfouis par un labour de début de saison. Le compost est épandu sur la sole maïs du système II, et le fumier est épandu sur la sole maïs du système III.

##### ***➤ Apport des engrais minéraux***

Il a été apporté 100 kg d'urée, 100 kg de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et 4 kg de Boracine sur le coton. Le maïs a reçu 160 kg d'urée et 100 kg de KCl. Le sorgho a reçu 100 kg d'urée (Tableau III).

Tableau III: Période et mode d'apport des engrais annuels

Cultures	Doses totales en kg/ha	Apports en kg/ha	
		Levées (20 JAS*)	45 JAS
Coton	Urée= 100 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 100 Boracine = 4	Urée= 50 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 100 Boracine = 4	Urée= 50
Maïs	Urée= 160 KCl = 100	Urée= 80 KCl = 100	Urée= 80
Sorgho	Urée =100	Urée =100	

\* JAS : Jour après semis

Toutes ces fumures minérales sont annuelles et appliquées le long de la ligne et recouvertes de terre le même jour.

- Apport 20 jours après la levée ;
- Apport à 45 jours après la levée.

➤ **Fumure phosphatée**

La fumure phosphatée de fond est assurée par le BP et les apports sont réalisés par épandage avant le labour tous les 3 ans, sur les trois systèmes comme suit:

- ✓ système I: apport de 300kg/ha à la volée avant le labour ;
- ✓ Système II : apport de 300 kg/ha à la volée dans le parc d'hivernage durant le broyage des tiges;
- ✓ Système III: apport de 300 kg/ha avant le labour et mélangé au fumier juste avant l'épandage.

**- Lutte contre les mauvaises herbes et les insectes nuisibles**

Pour l'entretien, un désherbage manuel est effectué deux semaines après semis. Ensuite, deux sarclages dont le premier manuel et le second attelé, sont effectués au 45<sup>ème</sup> JAS. Un buttage est effectué au 60<sup>ème</sup> JAS. En fonction de l'enherbement des parcelles, des sarclages manuels sont effectués par la suite.

Le traitement insecticide est appliqué au 86<sup>ème</sup> jour après semis sur le cotonnier.

### 3.1.3.2 Mesures et observations

#### - Prélèvement des sols

Les sols ont été prélevés aux profondeurs de 0-20 et 20-40 cm à l'aide d'une tarière pour les analyses physico-chimiques. Pour l'année 2008, les échantillons de sol ont été prélevés uniquement à la profondeur 0-20 cm. On réalise 10 sondages par sous-parcelle ayant une superficie de 5000 m<sup>2</sup> et l'on constitue un échantillon moyen pour les couches 0-20 cm et 20-40 cm.

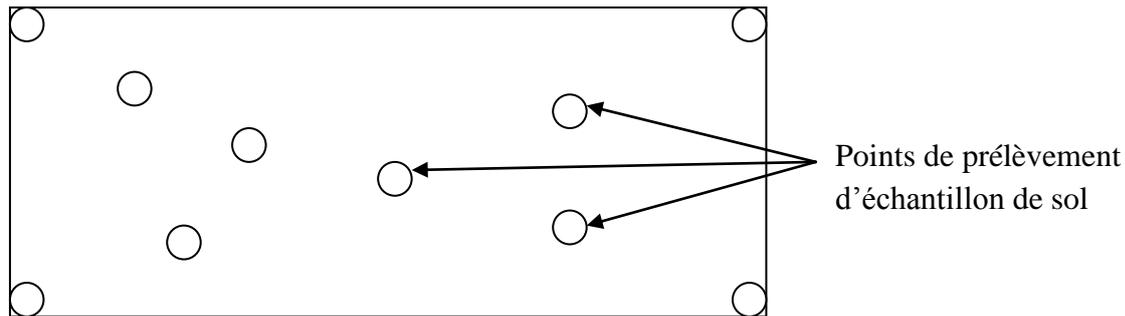


Figure 12: Représentation schématique des sondages pour les prélèvements de sol

#### - Analyses des paramètres chimiques

Pour cette étude, l'analyse des paramètres chimiques a été faite dans le laboratoire Sol-Eau-Plante de Farako-bâ sur les sols prélevés. Les échantillons ont été tamisés à 2 mm (pour les pH, C et P) et ensuite à 0,5 mm (pour le, N, K et le P total). Les paramètres analysés sont le pH<sub>eau</sub>, le pH<sub>KCl</sub>, le carbone organique (C), l'azote (N) total, le phosphore (P) total et assimilable et le potassium (K) total.

##### ➤ pH<sub>eau</sub> et pH<sub>KCl</sub>

La mesure du pH est faite par la méthode électrométrique au pH-mètre à électrode de verre. Les échantillons sont préparés dans le rapport sol/solution de 1/2,25 (Afnor, 1981); les solutions utilisées sont l'eau pour le pH eau et KCl pour le pH<sub>KCl</sub>. La terre est soumise à des opérations de remouillage avec l'eau ou la solution de KCl pour essayer de rétablir la gamme probable des pH qu'elle avait à l'état naturel. (Koulibaly *et al.*, 2010).

##### ➤ Azote total

La méthode de détermination utilisée est celle de Kjeldahl (Hillebrand *et al.* 1953) qui comporte deux phases :

- la minéralisation qui transforme toutes les formes d'azote du substrat {sol ou végétal} en azote ammoniacal sous l'action oxydative de l'acide sulfurique concentré à ébullition en présence d'un catalyseur (pastille mercurique ou K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-HgO). On peut d'autre part, si leur quantité est importante, transformer les nitrates et les nitrites en ammoniacque en ajoutant du fer réduit avant la

minéralisation.

- le dosage : un aliquot de minéralisation, introduit dans un ballon de Kjeldahl et en présence d'ion NaOH, est distillé permettant ainsi le déplacement de l'ammoniac qui est recueilli dans un bûcher contenant une solution d'acide borique  $H_3BO_3$  2% et un indicateur coloré. Le dosage est effectué par  $H_2SO_4$  N/10 (BUNASOLS, 1987).

#### ➤ *Carbone*

Le carbone organique est déterminé par la méthode Walkley et Black (1934). Le sol est soumis à une oxydation par une solution normale de bichromate de potassium en excès ( $K_2Cr_2O_7$ ) en présence d'acide sulfurique. Le bichromate de potassium transforme le carbone du sol en gaz carbonique ( $CO_2$ ). La quantité de bichromate de potassium réduite est proportionnelle à la teneur en carbone. L'excès de bichromate est ensuite titré par une solution de sel de Mohr [ $Fe(SO_4)_2(NH_4)_2$ ] en présence de diphénylamine dont la couleur passe du bleu-foncé au bleu-vert. On obtient alors la quantité de bichromate réduite par différence entre le volume de sel de Mohr utilisé pour un échantillon blanc et celui de l'échantillon analysé.

L'oxydation du carbone n'étant pas complète, on corrige le résultat obtenu par le facteur 1,33.

Une condition à l'application de la méthode de Walkley-Black est que la prise d'essai doit avoir une teneur en carbone comprise entre 10 et 25 mg. La teneur en matière organique est calculée en multipliant la valeur du carbone obtenu par 1,724. (BUNASOLS, 1987).

#### ➤ *Potassium total*

Pour le potassium total, 2,5 g de sol séché à l'air et tamisé à 0,5 mm sont soumis à une minéralisation avec de l'acide sulfurique  $H_2SO_4$ -Se et de l'acide salicylique  $C_7H_6O_3$  en présence de peroxyde  $H_2O_2$ , le sélénium étant utilisé comme catalyseur. Le potassium est déterminé ensuite au spectrophotomètre de flamme (BUNASOLS, 1987).

#### ➤ *Phosphore*

L'extraction du phosphore total se fait par une attaque perchlorique à chaud de 1g de sol broyé. Le dosage est effectué par colorimétrie en présence de vanado-molybdate. La mesure de l'extinction est faite à 430 nm.

Le phosphore assimilable est déterminé par la méthode de Bray<sup>2</sup> utilisant le fluorure d'ammonium 0,03 N et l'acide chlorhydrique 0,025N comme solution d'extraction. Le phosphore acido-soluble, une bonne partie du phosphore lié à l'aluminium et au fer, sont extraits par cette solution mixte.

Le dosage se fait par colorimétrie en utilisant l'acide ascorbique qui réduit le complexe phosphomolybdique formé par ajout de molybdate d'ammonium au bleu de molybdène. (BUNASOLS, 1987).

- **Mesures agronomiques**

Elles ont concerné l'évaluation des rendements effectuée sur chaque sous-parcelle qui est récoltée entièrement.

✓ Maïs : Les épis sont récoltés et déspathés à la main, séchés dans des cribs pendant 20 à 30 jours avant d'être égrenés à l'égreneuse. Les grains sont ensuite ensachés dans des sacs en jute et pesés.

✓ Le sorgho : les panicules sont récoltées à la main et séchées sur des aires de séchage sur des bâches pendant 15 à 20 jours. Les panicules sont ensuite battues à la main. Les grains sont ensachés dans des sacs en jute et pesés.

✓ Le coton graine de chaque sous-parcelle est récolté manuellement puis pesé.

- **Calcul de l'efficacité agronomique des fumures organiques (EAF)**

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

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

### **3.2. Enquête sur la gestion des résidus de récolte en milieu paysan**

Afin de déterminer et d'analyser les pratiques de valorisation des résidus de récolte par les producteurs, une enquête a été menée pour collecter des données qualitatives et quantitatives.

#### **3.2.1 Matériels**

##### **3.2.1.1 Zone d'enquête**

L'enquête a été menée dans sept villages des communes de Boni et de Houndé dont le choix repose sur leur proximité de la ferme de Boni qui abrite l'essai système de culture depuis 1982.

##### **3.2.1.2 Matériel de collecte de données**

Pour la collecte des données auprès des producteurs un questionnaire a été élaboré et utilisé à cet effet. Les principaux centres d'intérêt de l'enquête portent sur les caractéristiques des

producteurs (niveau d'instruction, niveau d'équipement), la production céréalière et cotonnière (superficie cultivées), la gestion des résidus de récolte, les modes d'acquisition de la fumure organique, les techniques de gestion de la fertilité organique des sols (quantité fumure organique apportées, mode d'apport) et les contraintes liées à la gestion des résidus.

### **3.2.2 Méthodes**

#### **3.2.2.1 Méthode d'échantillonnage**

Toutes les catégories de producteurs de la zone d'étude ont été enquêtées en tenant compte de la typologie des exploitations. Trois types d'exploitations ont été retenus :

- les manuels : ce sont les exploitants non équipés mais pouvant bénéficier de certaines opérations mécanisées comme le labour. Ils constituent 11% de l'échantillon ;
- les attelés : ce sont les exploitants équipés en traction bovine avec un nombre d'attelage variable (pouvant atteindre 6 attelages). Ils constituent 82% de l'échantillon ;
- les motorisés: ce sont les exploitants qui disposent d'un tracteur. Ils constituent 7% de l'échantillon.

#### **3.2.2.2 Méthode de collecte des données**

Dans un premier temps une pré-enquête dans la zone de l'étude a permis d'inventorier les producteurs répondant aux critères d'échantillonnage. Ce travail préliminaire a permis de constituer un échantillon représentatif de 100 producteurs repartis dans sept villages. Le questionnaire a été testé auprès d'un groupe de 30 producteurs. Ensuite la collecte des données auprès de l'échantillon de producteurs. Il a été effectué en leur administrant individuellement un questionnaire d'enquête (annexe IX).

Les principaux paramètres évalués sont :

- les modes de gestion des résidus de récoltes ;
- les modes d'acquisition de la fumure organique ;
- les techniques de gestion de la fertilité organique des sols (quantité de fumure organique apportée et mode d'apport) ;
- les contraintes liées à la gestion des résidus.

### **3.3 Traitement et analyse des données**

Analyses statistiques des données:

Les données collectées sur l'étude système de culture de Boni notamment les rendements des cultures ont été soumis à une analyse de variance (ANOVA). La séparation des moyennes a été réalisée par le test de Student-Newman-Keuls lorsque le test d'analyse de variance est

significatif au seuil de 5 %. Le logiciel utilisé pour traiter les données est GenStat Discovery Edition 9.

La détermination de l'indice de pluviométrie a été effectuée avec le logiciel Instat+ v3.36.

Le dépouillement et le traitement des données d'enquête ont été réalisés à l'aide du logiciel SPSS version 20.

## Chapitre IV : Résultats

### 4.1 Effets des modes de gestion des résidus de récolte sur les caractéristiques chimiques du sol et les rendements

#### 4.1.1 Effets des modes de gestion des résidus sur les caractéristiques chimiques du sol

Les résultats de l'analyse des caractéristiques chimiques des sols sont présentés dans le tableau IV. Ces résultats montrent que la plupart des caractéristiques chimiques des sols ont évolué de 2006, 2008 et 2012, et ce, quelle que soit la gestion des résidus de récolte.

Tableau IV: caractéristiques chimiques des sols (couche 0-20 cm) de 2006, 2008 et 2012

Années	Traitements	g/kg			mg/kg			pH <sub>eau</sub>	pH <sub>kcl</sub>
		C	N	C/N	P.tot <sup>1</sup>	P_ass <sup>2</sup>	K_tot <sup>3</sup>		
2006	T1	5,60	0,49	12	158,6	6,01	1588	6,36	5,56
	T2.	7,70	0,59	13	283,89	9,60	2289	6,20	5,28
	T3.	7,10	0,59	12	148,44	5,81	1589	6,34	5,59
2008	T1	5,40	0,43	13	117,00	2,41	2313	5,51	4,21
	T2.	5,10	0,43	12	118,00	1,90	2313	5,15	4,01
	T3.	5,20	0,43	12	127,00	1,76	2659	5,67	4,33
2012	T1	5,60	0,42	11	119,00	2,24	2337	5,53	4,20
	T2.	4,80	0,45	11	216,00	1,33	2313	5,96	4,86
	T3.	6,30	0,66	10	192,00	3,18	3252	5,80	4,71

<sup>1</sup>P. total <sup>2</sup>P. assimilable <sup>3</sup>K. total

#### 4.1.1.1 Evolution du carbone de l'azote et du rapport C/N

Les taux d'azote et de carbone des sols ont baissé entre 2006 et 2008 pour l'ensemble des modes de gestion des résidus. Ces baisses étaient de 3,57% en gestion extensive des résidus contre 33,76% en gestion semi-intensive et 26,76% pour les teneurs en carbone. Les taux d'azote ont baissé de l'ordre 12,24% en gestion extensive, 27,12% en gestion semi-intensive et intensive des résidus de récolte. En 2012, les taux de carbone des sols ont augmenté en gestion intensive de 21,15% alors qu'ils ont légèrement baissé en gestion semi-intensive.

Durant cette même période, le taux d'azote des sols ont connu une légère hausse en gestion semi-intensive (4,65%) et une forte hausse en gestion intensive (53,5%) alors qu'en mode de gestion extensive des résidus de récolte le taux a baissé de 2,32%.

Pour l'azote, ces taux moyens sont de 0,044%, 0,049% et 0,056% respectivement en gestion extensive, en gestion semi-intensive et en gestion intensive des résidus de récoltes. Les teneurs en carbone des sols étaient de 0,55%, 0,58% et 0,62% respectivement en gestion extensive, en gestion semi-intensive et en gestion intensive des résidus de récoltes.

#### **4.1.1.2 Evolution du phosphore total et du P assimilable**

Le tableau IV montre que les teneurs en phosphore total et assimilable des sols ont subi d'importantes baisses de 2006 à 2012. Le phosphore total des sols a baissé de 26,23%, 58,43% et 14,44% respectivement en gestion extensive, semi-intensive et intensive des résidus de récolte de 2006 à 2008. De 2008 à 2012 le P total a augmenté de 1,71% en gestion extensive des résidus, 83,05% en gestion semi-intensive et 51,18% en gestion intensive.

Les teneurs moyennes en P. total et assimilable des sols de 2006 à 2012, sont de 155,81mg/kg et 3,58 mg/kg en gestion intensive, 205,96 mg/kg et 4,27 mg/kg en gestion semi-intensive et 131,53 mg/kg et 3,55 mg/kg en gestion extensive des résidus de récolte. Les teneurs en phosphore assimilable des sols ont chuté de 60% en gestion extensive, 80,21% en gestion semi-intensive et 70% en gestion intensive des résidus de récolte de 2006 à 2008. Aussi, de 2008 à 2012, ces teneurs ont connu une baisse en gestion extensive et semi-intensive de 7,05% et 30%. Par contre la teneur en phosphore assimilable du sol a augmenté de 80,68% en gestion intensive de 2008 à 2012.

#### **4.1.1.3 Evolution du potassium total**

Les teneurs moyennes des sols en K total de 2006 à 2012 étaient de 2079,33 mg/kg en gestion extensive, 2305 mg/kg en gestion semi-intensive et 2500 mg/kg en gestion intensive. Les teneurs en potassium total des sols ont augmenté sous les trois modes de gestion des résidus de récolte de 2006 à 2008. Ces teneurs, de 2008 à 2012, ont connu une nouvelle hausse en gestion extensive et semi-intensive de 1,04% et 22,30%. Par contre la teneur en potassium total du sol n'a pas évoluée en gestion intensive de 2008 à 2012.

#### **4.1.1.5 Effet sur le $pH_{eau}$ et $pH_{KCl}$**

Les valeurs du  $pH_{eau}$  variaient de 6,20 à 6,36 en 2006. En 2008, soit deux années après, ces  $pH_{eau}$  ont baissé de 13,36%, 17% et 10,57% respectivement en mode de gestion extensive, gestion semi-intensive et gestion intensive des résidus de récolte. De 2008 à 2012, les  $pH_{eau}$  des sols des différents modes de gestion des résidus ont connu une légère hausse de 0,36%, 16% et 2,3% respectivement en gestion extensive, semi-intensive et intensive.

L'évolution des valeurs de  $pH_{KCl}$  a été similaire à celles du pH eau. De 2006 à 2008, ils ont chuté de 24,28% en gestion extensive, 24,05% en gestion semi-intensive et 22,54% en gestion intensive. De 2008 à 2012 ils ont augmenté légèrement en gestion semi-intensive et intensive de 21,2% et 8,8%. Par contre en gestion extensive, le  $pH_{KCl}$  a encore baissé légèrement de 0,24%.

De 2006 à 2012 les  $pH_{\text{eau}}$  moyens des sols sont de 5,8 en gestion extensive, 5,77 en gestion semi-intensive et 5,93 en gestion intensive.

#### 4.1.2. Effets des modes de gestion des résidus de récolte sur les rendements

##### 4.1.2.1 Effet du mode de gestion des résidus sur le rendement moyen de coton graine

Les rendements moyens cumulés en coton graine obtenus sous les trois modes de gestion de résidus de récolte sont consignés dans le tableau V. En 2006, les rendements obtenus en gestion intensive et semi-intensive dépassent celui obtenu en gestion extensive de 22,52% et 12,96% respectivement. Le rendement obtenu en mode de gestion intensive dépasse de 8,72% celui obtenu en mode de gestion semi-intensive. En 2009, soit deux ans après, la différence de rendements entre les modes de gestion intensive et extensive est de 277 kg (soit 22,76% du rendement obtenu en gestion extensive). Le rendement obtenu en mode de gestion semi-intensive dépasse de 12,82% celui obtenu en mode de gestion extensive. Les rendements de 2012, obtenus en gestion intensive et semi-intensive dépassent celui obtenu en gestion extensive de 23,13% et 13,09% respectivement. Le rendement obtenu en mode de gestion intensive dépasse de 10,03% celui obtenu en mode de gestion semi-intensive.

Entre 2006 et 2012 on observe une tendance à la baisse des rendements quel que soit le mode de gestion des résidus. Le rendement a baissé de 6,28%, 6,40%, et 6,74% respectivement en gestion intensive, semi-intensive et extensive des résidus de récolte. Cette tendance à la baisse du rendement des différents modes de gestion des résidus est observé sur 30 ans de culture continue (figure: 13)

Tableau V: Rendements cumulés (kg/ha) en coton graine

Mode de Gestion	Rendement (Kg/ha)		
	25 ans (1982-2006)	28 ans (1982-2009)	31 ans (1982-2012)
T1. Gestion extensive des résidus	1261b	1217b	1176b
T2. Gestion semi-intensive des résidus	1421ab	1373ab	1330ab
T3. Gestion intensive des résidus	1545a	1494a	1448a
Probabilité	0,019	0,02	0,019
Signification	S	S	S

NB: Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keul

S: *Significatif*.

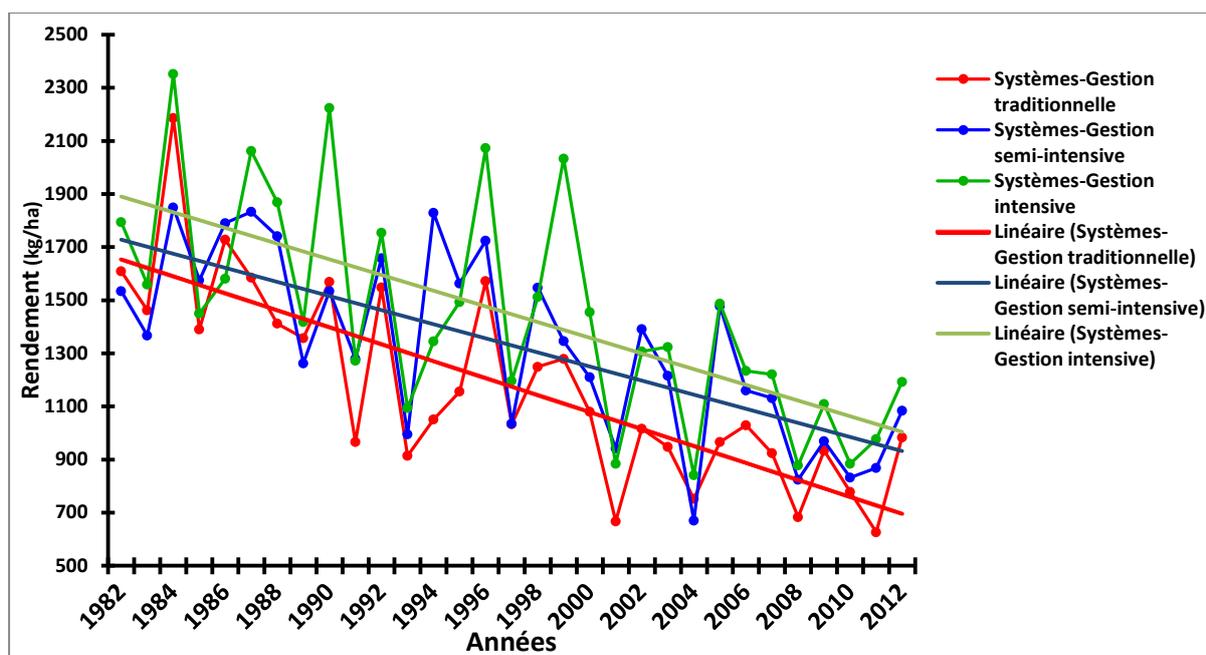


Figure 13: Evolution des rendements du coton

#### 4.1.2.2 Effet du mode de gestion des résidus sur le rendement moyen de maïs

Le tableau VI présente les résultats des rendements en maïs grain obtenus selon les modes de gestion des résidus de récolte. L'examen de ce tableau montre que les rendements cumulés sur 25, 28 et 30 ans de culture continue, ont été influencés de façon significative par les différents modes de gestion des résidus de culture.

Par rapport à la gestion extensive des résidus, le recyclage des tiges de sorgho en compost en gestion semi-intensive, a permis d'accroître les rendements de + 48% en moyenne contre un accroissement de + 62% en mode de gestion intensive des résidus.

Les rendements en maïs grain ont baissé en moyenne de 6% entre 2006 et 2012.

Tableau VI: Rendement cumulé (kg/ha) en maïs grain

Mode de Gestion	Rendement (Kg/ha)		
	25 ans (1982-2006)	28 ans (1982-2009)	31 ans (1982-2012)
Gestion extensive des résidus	1528b	1459b	1402a
Gestion semi-intensive des résidus	2250ab	2156ab	2082b
Gestion intensive des résidus	2444a	2368a	2293b
Probabilité	0,001	< 0, 001	< 0, 001
Signification	HS	THS	THS

NB : Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keul

HS: Hautement Significatif; THS: Très Hautement Significatif

Globalement on remarque une baisse des rendements du maïs à long terme quel que soit le mode de gestion des résidus de récolte (figure 14).

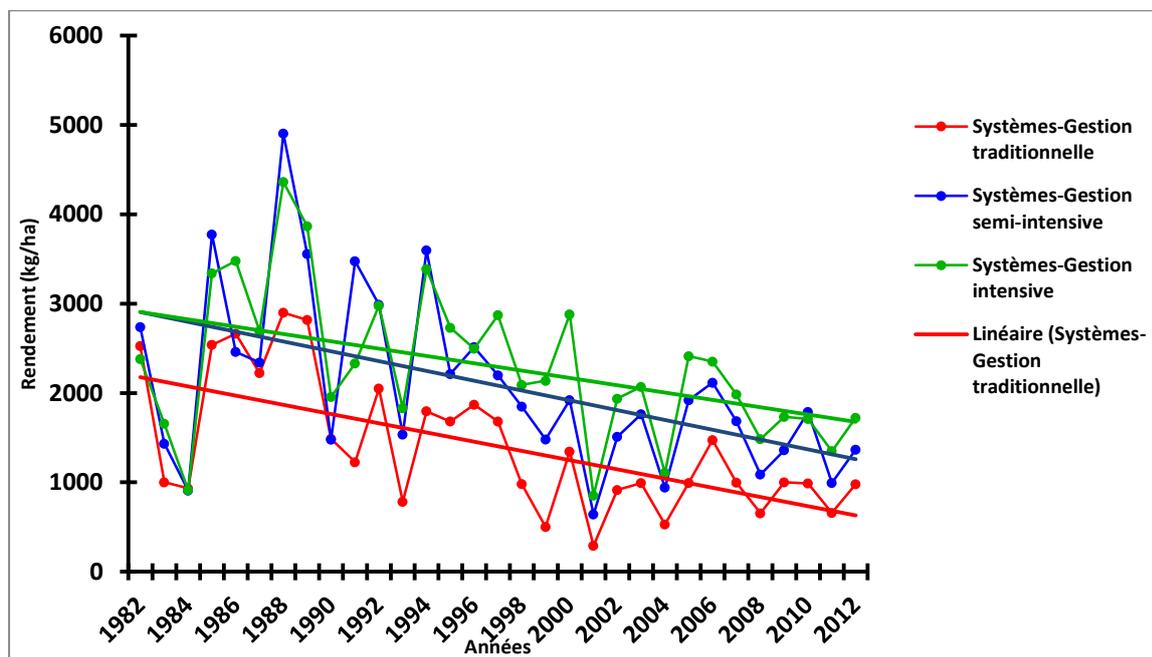


Figure 14: Evolution des rendements du maïs

#### 4.1.2.3 Effet du mode de gestion des résidus sur le rendement moyen du sorgho

Les rendements cumulés du sorgho présentés dans le tableau VII montrent que le mode de gestion intensive des résidus permet d'obtenir les meilleurs rendements, quelle que soit la durée de mise en culture. En effet, les rendements obtenus en mode de gestion intensive en 2006, 2009 et 2012 dépassent les rendements obtenus en gestion semi-intensive respectivement de 8,62%, 9,83% et 10,13%. L'analyse de variance montre qu'il ya une différence significative entre les modes de gestion extensive et intensive des résidus après 25 ans de culture continue. En 28 années de culture continue, la gestion extensive des résidus de récolte a induit une baisse significative des rendements par rapport à la gestion intensive des résidus. Enfin en 31 ans de culture l'analyse de variance montre que les modes de gestion extensive et intensive des résidus sont significativement différents alors que les modes de gestion extensive et semi-intensive ne présentent pas de différence.

Mais la tendance générale des rendements est à la baisse en 31 ans de culture pour l'ensemble des modes de gestion des résidus de récolte (figure 15).

Tableau VII: Rendement cumulé (kg/ha) en sorgho

Mode de Gestion	Rendement (Kg/ha)		
	25 ans (1982-2006)	28 ans (1982-2009)	31 ans (1982-2012)
Gestion extensive des résidus	881 a	858 a	837 a
Gestion semi-intensive des résidus	1047 ab	1019 a	1004 a
Gestion intensive des résidus	1276 b	1277b	1264b
Probabilité	0,012	0,002	< 0,001
Signification	S	HS	THS

NB : Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keul

S: Significatif; HS: Hautement Significatif THS: Très Hautement Significatif

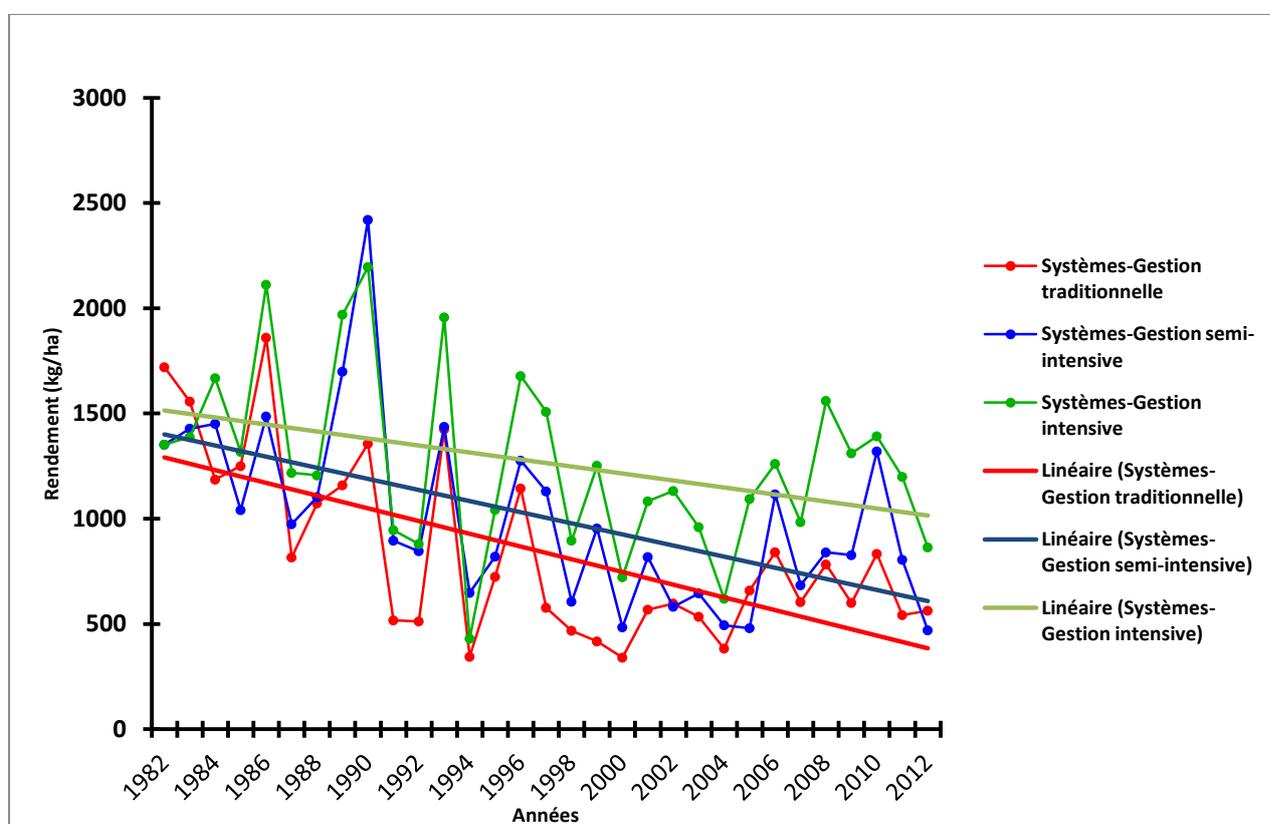


Figure 15: Evolution des rendements du sorgho

#### 4.1.2.4 Efficacité agronomique des modes de gestion des résidus

L'efficacité agronomique des modes de gestion des résidus étudiés a été calculée et présentée dans le tableau VIII: Ce tableau met en exergue la différence de comportement entre les modes de gestion des résidus. L'analyse des efficacités montre qu'à long terme (25, 28 à 31 années de culture), l'action du mode de gestion intensive des résidus reste le plus stable avec une efficacité agronomique dépassant largement le mode de gestion semi-intensive.

L'efficacité agronomique des modes de gestion des résidus est plus importante sur le maïs (32 à 38,86) que sur le sorgho (15,85 à 33,78) et le cotonnier (11,2 à 18,79).

Tableau VIII: Efficacité agronomique des formes de gestion des résidus sur la production des cultures

Cultures	Modes de gestion de résidus	Efficacité Agronomique		
		25 ans	28 ans	31 ans
Coton	Gestion semi-intensive	11,26	11,36	11,59
	Gestion intensive	18,38	18,54	18,79
Maïs	Gestion semi-intensive	32,09	32,33	32,66
	Gestion intensive	37,48	38,39	38,86
Sorgho	Gestion semi-intensive	15,85	15,8	16,63
	Gestion intensive	31	32,81	33,78

## 4.2 Gestion des résidus de récolte en milieu paysan

### 4.2.1 Caractéristiques générales des exploitations

La figure 13 résume les niveaux d'instruction des producteurs de la zone d'étude. Les producteurs non alphabétisés représentent 44%. Ceux qui sont scolarisés du niveau primaire représentent également 44%. Les scolarisés du niveau secondaire constituent 12% des enquêtés.

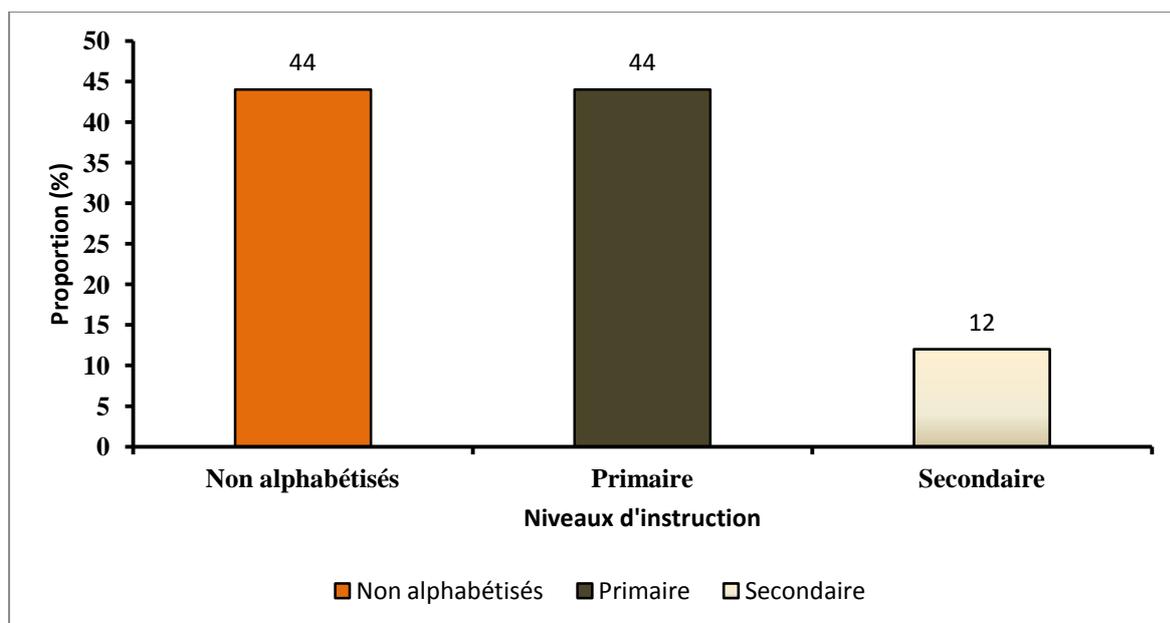


Figure 16: Niveaux d'instruction des producteurs

#### 4.2.2 Cheptel et niveau d'équipement

Le tableau IX, indique que 81,81% des manuels ne disposent pas d'animaux. Tous les producteurs en attelés disposent d'un cheptel constitué des bœufs de trait et/ou des animaux d'élevage. Mais 18,3% de ces attelés n'ont que des bœufs de trait. Tous les motorisés disposent de bovins et d'autres animaux d'élevage.

Par ailleurs le tableau indique que 9% des producteurs ne disposent pas d'animaux, 15% ont uniquement des bœufs de trait et 76% disposent d'autres animaux en plus des bœufs de traits.

Tableau IX: cheptel et niveau d'équipement des producteurs

Cheptel	Niveau d'équipement			Total
	manuel	attelé	motorisé	
Sans animaux	9	0	0	9
Bœufs de traits	0	15	0	15
Bovins + autres animaux d'élevage	2	67	7	76

Source : données d'enquête

#### 4.2.3 Superficies emblavées en fonction du niveau d'équipement et des cultures

Les superficies emblavées par culture selon le niveau d'équipement sont présentées dans le tableau X. Il ressort que les manuels se caractérisent par de faibles superficies de maïs qui sont le plus souvent inférieures à 2 ha pour 82% de ces producteurs. Chez la plupart des attelés (65%), les superficies de maïs varient de 5 à 8 ha. Les motorisés ont des superficies beaucoup plus importantes qui dépassent 9 ha pour 57,14%.

Les superficies cultivées en sorgho n'excèdent pas 2 ha pour 91% des manuels et 73,17% des attelés, alors que des superficies plus importantes dépassant 5 ha sont emblavées par les motorisés.

Pour le coton, plus de la moitié des attelés (63,41%) ont des superficies variant de 3 à 9 ha et plus, alors que chez 82% des manuels, les superficies vont de 0 à 2ha. Chez les motorisés, près de 57,14% des producteurs ont plus de 9 ha.

Dans l'ensemble le sorgho est la culture la moins produite avec 79% des producteurs qui ont entre 0 et 2ha. Par ailleurs, les manuels se caractérisent par de faibles superficies, quelle que soit la culture.

Tableau X: Superficie des cultures et niveau d'équipement

		Niveau d'équipement			Total
		manuel	attelé	motorisé	
<b>Superficie de Maïs</b>	≤2 ha	9	23	1	33
	3 à 5 ha	2	43	1	46
	6 à 8 ha	0	10	1	11
	≥9 ha	0	6	4	10
<b>Superficie de Sorgho</b>	pas de sorgho	2	5	0	7
	≤2 ha	8	60	4	72
	3 à 5 ha	1	15	3	19
	6 à 8 ha	0	1	0	1
	≥9 ha	0	1	0	1
<b>Superficie de Coton</b>	pas de coton	3	9	2	14
	≤2 ha	6	21	0	27
	3 à 5 ha	2	38	1	41
	6 à 8 ha	0	7	0	7
	≥9 ha	0	7	4	11

Source : données d'enquête

#### 4.2.4 Modes de gestion des résidus

Les résultats obtenus (annexe IV) montrent que les résidus de récolte font l'objet de plusieurs modes de gestion.

Les tiges de cotonnier sont enfouies dans le sol en début de saison pluvieuse par 49% des enquêtés ; ces tiges sont coupées et brûlées au champ par 23% des producteurs, et transformées par compostage par seulement 8%.

Les tiges de maïs sont utilisées pour alimenter le bétail par 35% des producteurs enquêtés; elles sont directement pâturées au champ par les animaux (20% des producteurs) ou sont utilisées comme litière par 16% des producteurs.

Les tiges de sorgho sont essentiellement utilisées pour l'alimentation du bétail (42 % des producteurs), pâturées dans les parcelles (26% des producteurs) ou comme litière (17% des producteurs).

#### 4.2.5 Pratiques paysannes de la fertilisation organique

Le tableau XI montre que l'apport de fumure organique par la plupart des producteurs, (72%) n'excède pas 2,35 tonnes. La superficie fumée avec cette quantité varie de 0,5 à 6 ha. En effet, 28% des producteurs utilisent cette quantité sur 0,5ha, alors que 25% l'épandent sur 1,5 ha. Cette même quantité est épandue sur 3ha par 10% des producteurs. Néanmoins, 18% des producteurs utilisent en moyenne 5,8 tonnes de fumure organique sur des superficies allant de

1,5 à 5 ha. Parmi les 18 producteurs qui épandent cette quantité, 4 l'épandent sur une superficie de 1,25 ha.

Tableau XI: Répartition des producteurs selon la superficie fumée et la quantité de fumure organique apportée

quantité moyenne de fumure organique apportée (tonne)	Superficie moyenne recevant la fumure (en ha)					
	≤0,5	1,25	1,75	3	5	≥6
2,35	28	25	4	10	4	1
4,1	2	6	1	1	0	0
5,8	1	4	1	6	6	0

Source : données d'enquête

#### 4.2.6. Types et modes d'acquisition de la fumure organique utilisée

Les types de fumures organiques utilisées ainsi que leurs modes d'obtention par les producteurs sont présentés dans le tableau XII. Les résultats montrent que les producteurs utilisent plusieurs types de fumure organique. Le mode d'acquisition est aussi diversifié. Mais le compost de fosse fumièrre acquis par production personnelle, est le plus utilisé. En effet, 64% des enquêtés utilisent le compost de fosse fumièrre, et 75% de ces utilisateurs de compost de fosse fumièrre le produisent eux-mêmes. Aussi, 19% des producteurs enquêtés utilisent le fumier d'étable. Le fumier de parc est le type de fumure organique qui est à la fois le moins produit et le moins utilisé.

Tableau XII: Répartition des producteurs selon le type de fumure utilisé et le mode d'acquisition

Type de fumure organique utilisé	Mode d'acquisition de la fumure organique			Total
	production personnelle	achat	production personnelle+ achat	
fumier d'étable	11	1	7	19
compost de fosse fumièrre	48	0	16	64
compost de tas	11	2	1	14
fumier de parc d'hivernage	3	0	0	3
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>3</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Source : données d'enquête

#### 4.2.7 Contraintes de la gestion des résidus de récolte

Les contraintes d'utilisation des résidus de récolte pour la production de la fumure organique sont présentées dans le tableau XIII. Ces résultats montrent que les producteurs sont confrontés à plusieurs contraintes quant à l'utilisation des résidus pour produire de la fumure organique. Parmi ces contraintes, le manque de moyen de transport, le manque d'équipement adéquat de production et le manque d'eau respectivement évoqué par 33, 14 et 12% des producteurs sont les plus importants. Seulement 7% des producteurs disent n'avoir pas de problème d'utilisation des résidus de récolte pour produire de la fumure organique.

Le manque de moyen de transport, le manque de moyen financier et le manque d'eau sont les principales contraintes chez les manuels. Ces contraintes sont évoquées respectivement par 36, 36% et 27,27% et 9%. Pour les attelés, les contraintes majeures sont le manque de moyen de transport (33% des attelés), le manque d'eau (15% des attelés). Chez les motorisés, c'est le manque de moyen de transport et le manque d'équipement adéquat qui sont les contraintes majeures (57,14 % des motorisés).

Tableau XIII: Répartition des producteurs selon le niveau d'équipement et les contraintes de gestion des résidus

Contraintes d'utilisation des résidus de récolte pour produire de la fumure organique	Niveau d'équipement			
	Manuel	Attelé	Motorisé	Total
Manque de moyen de transport	4	27	2	33
Manque d'eau	0	12	0	12
Non maîtrise des techniques de production	0	6	1	7
Problème de main d'œuvre	1	2	0	3
Manque de moyen financier	3	7	0	10
Difficulté d'obtention de bouse de vache	1	5	0	6
Manque d'équipement adéquat	1	11	2	14
Temps de décomposition long	1	6	1	8
Aucune contrainte	0	6	1	7
Total	11	82	7	100

Source : données d'enquête

#### 4.3 Perception paysanne des effets de la fumure organique sur la fertilité des sols et le rendement

Le tableau XIV présente la perception paysanne des effets de la fumure organique sur la fertilité des sols et le rendement. Au regard des données du tableau, 63% des producteurs affirment que la fumure organique augmente la fertilité du sol, 27% trouvent qu'en plus de

l'augmentation de la fertilité du sol, la fumure organique maintient la fertilité. Un troisième groupe (8% des producteurs) reconnaît qu'en plus des effets ci-dessus cités par les deux premiers groupes, la fumure organique permet au sol de résister à la sécheresse. L'ensemble des producteurs sont unanimes que l'apport de la fumure organique permet d'accroître le rendement des cultures.

Tableau XIV: appréciation des effets de la fumure organique sur le sol et le rendement

		<b>Effet de la fumure organique sur le sol</b>			
		augmente la fertilité du sol	maintien la fertilité	augmente et maintient la fertilité	augmente la fertilité et résiste à la sécheresse
		%			
<b>Effet de la fumure organique sur le rendement</b>	accroît le rendement	63	2	27	8

Source : données d'enquête

## Chapitre V: Discussion

### 5.1 Effets de la gestion des résidus sur l'évolution des propriétés chimiques du sol

En gestion extensive des résidus de récolte, il a été noté une baisse plus importante des teneurs en éléments chimiques du sol avec l'apport quasi-exclusif d'engrais minéraux par rapport aux restitutions organiques associées à la fumure minérale pratiquées en gestion semi-intensive et intensive des résidus de récolte. Ceci montre bien que la fumure minérale sans aucune restitution organique, affecte davantage négativement, les caractéristiques chimiques du sol (Koulibaly *et al.*, 2010). Ce résultat met en exergue la nécessité d'apporter au sol des fertilisants organiques et minéraux, rapportée par de nombreux auteurs (IFDC-Catalist, 2010 ; Yougbaré, 2008 ; Lompo, 2005 ; Sédogo, 1993 ; Piéri, 1989).

Le recyclage des résidus entraîne des hausses de teneurs en Phosphore assimilable. Ces observations ont été faites par N'Dayegamiyé *et al.* (1997) et Lompo *et al.* (2008), qui travaillant sur des sols différents, ont montré que l'application de la fertilisation minérale et les résidus de cultures amélioraient le stock de phosphore par rapport au témoin sans apport. L'apport de l'engrais minéral seul, accentue la tendance d'acidification du sol. Cette acidification a été observée par Sédogo (1993) qui conclut que l'application continue de la fumure minérale entraîne à long terme une acidification des sols. Ce fort taux d'acidité pourrait affecter la minéralisation de la matière organique du sol (Traoré, 2012).

Par ailleurs, en 30 ans de mise en culture, les résultats de l'analyse des sols montrent que les teneurs des sols en C, N, P assimilable et K total ont baissé en gestion semi-intensive par rapport à celles des sols en gestion intensive (-1,5g/kg de C, -0,21g/kg de N, -1,85mg/kg de P. ass, -939 mg/kg de K tot.). Ce qui pourrait s'expliquer par le fait que les teneurs en éléments chimiques du compost sont fortement affectées au cours de sa production. Selon Weil et Duval (2009) au cours du compostage, il y a une perte de 50% du carbone, 30 à 70% d'azote et 50% de potasse. Les pertes d'azote augmentent d'ailleurs avec la durée du compostage et le nombre de retournement. Aussi, en plus de fertiliser, les fumiers nourrissent l'activité biologique du sol et à travers la litière qu'ils contiennent, les fumiers permettent l'accumulation d'une réserve organique dans le sol (Petit et Jobin, 2005).

En outre, les fumiers améliorent à moyen et long-terme, les caractéristiques de la fertilité du sol (N'Dayegamiyé A.1990). Le fumier contient des éléments nutritifs à la fois sous formes minérale et organique. Les éléments sous forme organique doivent être minéralisés avant d'être disponibles aux cultures et à long terme, on observe un effet résiduel sur les rendements et sur l'enrichissement du sol en éléments minéraux majeurs (N, P, K, Ca, Mg) et mineurs (Zn,

Mn, Cu). Après quelques apports de fumier, il a été observé un effet significatif de la fumure sur les teneurs en carbone et azote des couches superficielles (0-20 cm) du sol (Maltas et *al.*, 2012 ; N'Dayegamyé, 1990 ; Boissezon et Bonzon, 1986). Ces auteurs ont conclu que les éléments minéraux apportés par le fumier se répartissent donc mieux que les matières organiques dans les différentes couches du profil. De même, on constate un effet très positif de l'enfouissement de fumier sur la matière organique, sur l'augmentation du pH et la capacité d'échange cationique du sol (Boissezon et Bonzon, 1986).

L'analyse de l'efficacité agronomique des modes de gestion des résidus, montre qu'à long terme, la gestion intensive des résidus reste le plus stable avec une efficacité agronomique dépassant largement le mode de gestion semi-intensive. Ce qui pourrait s'expliquer par le fait que l'apport prolongé de fumier permet à la fois d'augmenter la matière organique totale et la fraction stable (l'humus), et d'améliorer le pourcentage de macroagrégats du sol (N'Dayegamyé et Côté, 1996). L'apport de fumier favorise le maintien de la fraction active, et permet également une importante accumulation de la fraction stable de la matière organique. Toute chose qui augmente la vie dans le sol, et détermine le potentiel de croissance optimale des plantes. Ce constat explique pourquoi dans la pratique agricole, les fumiers sont considérés comme amendement organique.

## **5.2 Modes de gestion des résidus et rendement des cultures**

Les résultats obtenus en 31 ans de mise en culture continue, montrent que le mode de gestion intensive des résidus augmente le rendement comparativement au mode de gestion semi-intensive. En effet, avec le cotonnier, les rendements du coton, du maïs, et du sorgho obtenus en gestion intensive, sont supérieurs à ceux obtenus en gestion semi-intensive. Le recyclage des résidus en fumier associé à la fumure minérale, est donc la meilleure formule de fertilisation qui augmente durablement les rendements comparativement à la fertilisation minérale associée au compost. En apportant de la fumure organique sous forme de fumier, on apporte non seulement des nutriments, mais on stimule davantage l'activité biologique du sol et le recyclage des nutriments (Petit et Jobin, 2005). Par la litière qu'ils contiennent, les fumiers permettent l'accumulation d'une réserve organique du sol, considérée comme le paramètre fondamental de la fertilité du sol à long et à court terme (Nacro 1997). A long terme, elle représente un stock d'éléments nutritifs qui conditionne la fertilité du sol. A court terme, elle est la source quasi exclusive du flux de nutriments. La perte des éléments nutritifs majeurs pendant le compostage (Weil et Duval, 2009), pourrait donc expliquer que la combinaison fumier + fumure minérale ait un effet beaucoup plus marqué que celle qui associe compost à la fumure minérale.

Les résultats obtenus confirment ceux de Badou *et al.* (2013) et Koulibaly *et al.* (2010) qui ont montré que le recyclage des résidus de récolte en fumier augmente mieux les rendements du coton, du maïs et du sorgho, que les résidus recyclés en compost ou enfouis directement. L'utilisation de la matière organique comme le fumier, combinée aux fumures minérales, peut donc permettre une production agricole durable (Ouédraogo, 2011).

Néanmoins, on constate une diminution continue du rendement moyen avec la durée de mise en culture pour chaque mode de gestion des résidus. Ces résultats indiquent l'effet de l'âge de mise en culture des sols sur les rendements des cultures. Il est admis dans la littérature, que les rendements sont affectés par l'exploitation continue des terres (Koulibaly *et al.*, 2010; CIRAD et GRET, 2005). Les travaux de Koulibaly *et al.* (2010) montrent que l'exploitation continue des terres affecte la plupart des caractéristiques chimiques du sol dont l'importance s'accroît au fur et à mesure que le processus dure, avec pour conséquence une baisse des rendements quel que soit le mode de gestion des résidus. CIRAD et GRET (2005) soutiennent que les teneurs en matière organique des sols sous des cultures annuelles peuvent diminuer de 40 à 50 % en moins de 20 ans surtout en agriculture minière. Ce qui pourrait avoir des conséquences sur les capacités des sols à stocker les éléments nutritifs, dans la mesure où la matière organique représente une très grande partie de la capacité de stockage des éléments. Ce bas niveau de la matière organique combiné à l'état acide des sols favoriserait l'accentuation de la toxicité aluminique. En outre, la rétention en eau et la structure des sols seront affectées. Par conséquence, l'enracinement des cultures sera mauvais, ce qui contribue davantage à une mauvaise alimentation des plantes en eau et en éléments minéraux (CIRAD et GRET, 2005).

L'importance de la fertilisation organique est perçue en milieu paysan. Pour les producteurs enquêtés, la fumure organique permet de maintenir et d'augmenter la fertilité du sol, d'accroître le rendement des cultures, et permet au sol de résister à la sécheresse. Cela confirme les résultats de Munyuli (2002), Tougma (2006) et Laboubet (2007) selon lesquels les rendements s'accroissent sensiblement lorsque les cultures reçoivent une fertilisation organique. Plus il y aura de matières organiques dans le sol, plus le stock d'azote organique sera important, et plus les quantités d'azote minéralisées par les microorganismes seront élevées; d'où l'importance de l'intégration de l'utilisation de la fumure organique dans les modes de gestion de la fertilité des sols en culture continue.

Les principaux modes de gestion sont la coupe et le brûlis des résidus sur les parcelles, l'enfouissement au début ou en fin de saison humide, le compostage par fosse fumière, l'alimentation du bétail, la vaine pâture, la litière de parc. L'ensemble de ces pratiques de

gestion sont évoquées dans la littérature et sont plus ou moins recommandées en gestion intégrée de la fertilité des sols. Djenontin *et al.* (2003), montrent que les résidus de récolte servent à la constitution de la litière des parcs, et leur décomposition en mélange avec les déjections animales aboutit au fumier. Le compostage des résidus permet d'obtenir un compost généralement riche en composés ligneux, dont la matière organique est stable (ITAB, 2001). Les résidus de récolte selon Schwarz (1996) servant à alimenter le bétail en stabulation, permet au producteur de récolter les déjections qui entrent dans la composition des matières premières nécessaires pour la production du compost. Mais le bétail valorise aussi les résidus à travers la vaine pâture. Les éléments consommés par les animaux en vaine pâture sur les chaumes sont toujours recyclés, mais à condition que cette vaine pâture soit organisée de sorte à favoriser le transfert des déjections en faveur des champs cultivés (CIRAD et GRET, 2005). Millogo (2002) a montré que les tiges de coton sont brûlées conformément aux recommandations de la lutte phytosanitaire. L'enfouissement selon Fritsch et Lemerrier (2004), est le meilleur mode de gestion des résidus de récolte et pour le réussir, il faut détruire les résidus le plus finement possible, favoriser un enfouissement homogène, éviter d'enfouir profondément les résidus de récolte en fond de raie surtout dans les sols argileux ou et accepter la présence de quelques pailles en surface après le labour.

### **5.3 Relations cheptel, équipement et superficies emblavées par les producteurs**

Les résultats de l'enquête révèlent une relation entre le cheptel, l'équipement des producteurs et les superficies emblavées. Ainsi les manuels sont ceux qui disposent le moins de cheptel et qui se caractérisent par de petites superficies (2 ha pour la majorité). Les attelées pour la plupart, du fait de la présence d'animaux surtout de traits, ont des superficies emblavées comprises entre 3 et plus de 9 ha. Les motorisés se caractérisent par des superficies beaucoup plus importantes allant de 6 à plus de 9 ha pour la plupart. Cela démontre que l'équipement est un facteur déterminant pour la production agricole dans la zone. Plus l'exploitation est équipée, plus les superficies exploitées sont importantes. La mécanisation permet donc l'accroissement de la capacité productive des exploitations (Ouédraogo, 2000).

### **5.4 Gestion paysanne de la fertilité organique des sols**

Les producteurs admettent que, de nos jours, l'utilisation exclusive des engrais minéraux ne permet pas de maintenir et d'augmenter les niveaux de production satisfaisant dans le temps. Cela confirme les résultats des travaux de plusieurs auteurs (Bado *et al.*, 1994; N'Dayegamiyé et Côté, 1996 ; Bandré et Batta, 1998 ; Bado, 2002 ; Mills et Fey., 2003 ; ONU, 2006) selon

lesquels l'utilisation exclusive de la fumure minérale pour une production continue et longue, ne permet pas de maintenir la fertilité des sols car contribuant à la destruction de certaines microflore et microfaunes du sol et à la diminution des teneurs en matière organique (MO) ; ce qui participe d'ailleurs à la dégradation des sols (ONU, 2006). Il est donc nécessaire voire indispensable, d'enrichir le sol en matière organique qui remplit des rôles importants dans la nutrition des plantes, dans la structuration du sol et du maintien de la vie microbienne.

L'un des moyens d'augmenter et/ou de maintenir un taux de matière organique suffisant dans le sol est d'épandre de la fumure organique régulièrement en quantité suffisante. Nous nous intéressons ici aux pratiques des agriculteurs enquêtés en termes d'utilisation de la fumure organique et le constat est qu'il ya un impact faible de l'utilisation de fumure organique sur la surface cultivée. Selon les résultats de l'enquête 66% des producteurs n'apportent de la fumure organique que sur 1,25 ha au plus. En termes de dose de fumure organique sur la surface couverte, pour 99% des producteurs enquêtés, elle est inférieure au référentiel technique recommandé par CIRAD et GRET (2005) qui est de 5 à 6 tonnes/ha. Les apports sont soit limités aux zones jugées peu fertiles qui ont été repérées lors des activités de l'année précédente (apport localisé), soit faits selon un programme de rotation pluriannuel. Dans ce cas le champ est divisé en parties égales sur lesquelles le producteur apporte une quantité de fumure.

Si l'utilisation de la fumure organique est en deçà des normes techniques et que l'apport se fait par localisation ou par programme, cela est dû à différents paramètres qui jouent sur la quantité de fumure organique disponible et mobilisable par les producteurs.

L'une des principales matières premières entrant dans la fabrication de la fumure organique sont les déjections des animaux. Toutes les déjections des animaux peuvent être utilisées mais nous nous intéressons ici aux déjections des bovins qui sont le plus utilisées pour la fabrication de la fumure organique.

La quantité de fumure organique qui peut être produite dépend tout d'abord du nombre de bovins que possède l'agriculteur. Les résultats de notre enquête montrent que 52 % des producteurs ne disposent que de 2 à 4 bovins. L'une des contraintes de la production de la fumure organique est la disponibilité en quantité suffisante de déjections et les producteurs, pour s'adapter, utilisent plusieurs approches pour produire la fumure organique:

- utilisation des déjections des étables contenant peu de résidus de récolte. La fumure organique est essentiellement de la poudrette (les fumiers d'étable);

- incorporation des résidus de récolte en quantité assez élevée pour obtenir de la fumure assez riche en tiges mais dans ce cas, ils n'utilisent pas tout le potentiel de déjections. Les résidus de récolte (tiges de sorgho et de maïs) constituent un apport important dans la fabrication de la fumure organique tant sur le plan quantitatif que qualitatif. En effet, d'une part les résidus de récolte représentent un apport en carbone intéressant pour équilibrer le mélange et avoir un rapport C/N convenable (N'Dayegamiyé *et al.*, 1997) et d'autre part, l'incorporation des résidus de récolte permet d'augmenter la quantité de fumure organique. Pour les producteurs enquêtés, les quantités de tiges ramassées après les récoltes dépendent de différents facteurs comme la disponibilité des moyens de production (équipement et main d'œuvre notamment). Parmi les agriculteurs qui ramassent les tiges, ce sont premièrement les tiges de maïs et de sorgho qui sont ramassées pour nourrir les animaux pendant la saison sèche. Le surplus est ensuite incorporé dans la fosse fumièrè. Les tiges de coton sont très peu utilisées et généralement enfouies en début de saison après la vaine pâture.

Mis à part la « matière première » indispensable à la fabrication de fumure organique, il y a d'autres éléments qui influent sur la quantité et la qualité de la fumure.

La méthode de fabrication de la fumure organique chez les producteurs enquêtés repose essentiellement sur l'utilisation de la fosse fumièrè et des étables fumièrès qui sont des techniques vulgarisées par la recherche (Zougmoré *et al.*, 2000). La technique de parc d'hivernage est la moins utilisée. Parmi les producteurs enquêtés, 60% des agriculteurs possèdent des fosses fumièrès et connaissent les techniques de fabrication recommandées par les techniciens. Aussi, 76% des producteurs possèdent des étables fumièrès. Mais seuls 3% pratiquent la technique du parc d'hivernage. Pourtant, ces zones ont bénéficié d'appuis (Projet Fertipartenaire, Organisation Catholiques pour le Développement et la Solidarité,OCADES) qui ont renforcé les capacités techniques des producteurs en matière de production de fumure organique. Cependant, les fosses fumièrès demandent un travail toujours conséquent pour l'agriculteur pour une quantité de fumure obtenue relativement faible et très en deçà de ses besoins.

Par ailleurs, le problème des moyens de transport s'est révélé être l'un des facteurs majeurs limitant la gestion efficace des résidus de récolte et l'utilisation de la fumure organique par les producteurs, bien que la question de la disponibilité de l'eau ait aussi été évoquée. La charrette permet d'assurer d'une part le transport des résidus de récolte (et voire des déjections) pour leur stockage à la ferme, et d'autre part, le transport dans les champs, de la fumure organique produite. Cet équipement semble assez déterminant car même avec ou sans bovins, un

agriculteur peut produire de la fumure organique, mais la charrette est nécessaire pour ramasser les déjections d'animaux dans la nature, ramener les résidus de récoltes des champs et transporter la fumure de la fosse à la parcelle. L'absence de charrette est la contrainte la plus partagée par les producteurs enquêtés. Une proportion assez élevée (33%) des enquêtés l'ont retenu comme contrainte à l'utilisation des résidus de récolte pour la production de la fumure organique. Girard (2010) a relevé la même contrainte chez les producteurs des Banwa. CIRAD et GRET (2005) résumant la difficulté de production du fumier en ces termes: « il ne peut être produit en quantité importante que si l'on a en même temps des animaux, des pailles, des moyens de transport et de la main-d'œuvre. C'est pourquoi, malgré toutes les qualités du fumier, son usage est loin d'être général dans les pays tropicaux ».

Le type de fumure organique utilisé par les producteurs est un facteur qui limite l'efficacité de la fertilisation organique dans la zone. En effet, l'enquête révèle que le compost est le type de fumure organique le plus utilisé (66% des producteurs enquêtés) à des doses inférieures aux normes. Aussi, selon Weil et Duval (2009), il y a une perte de 50% du carbone, 30 à 70% d'azote et 50% de potasse au cours du compostage. La perte de l'azote augmente avec la durée du compostage et le nombre de retournement.

## Conclusion Générale

La présente étude conduite en vue d'améliorer la productivité des cultures par une gestion durable de la fertilité des systèmes de production à base de coton et de céréales, permet de tirer les conclusions suivantes:

- la restitution des résidus de récoltes sous forme de fumier associée à la fumure minérale permet de maintenir à long terme les propriétés chimiques des sols comparativement aux résidus transformés en compost associé aux engrais minéraux et la fertilisation minérale exclusive.

- le mode de gestion intensive des résidus de récolte améliore mieux les rendements du coton, du maïs et du sorgho. Mais, les rendements des cultures baissent avec la durée de mise en culture, et ce, quel que soit le mode de gestion des résidus.

- les enquêtes en milieu paysan ont montré que les résidus de récoltes font l'objet de plusieurs modes de gestion par les producteurs. Les tiges de cotonnier sont pour la plupart enfouies en début de saison pluvieuse, tandis que les tiges de maïs et de sorgho sont le plus souvent utilisées pour alimenter le bétail. Le type de fumure le plus utilisé est le compost de fosse fumièr. Compte tenu des contraintes de gestion des résidus (manque d'eau et d'équipement adéquat), seulement une petite portion des résidus des trois cultures est utilisée pour la production de compost. Ce qui explique les faibles quantités de fumure organique produites et utilisées par les producteurs.

Le mode gestion intensive des résidus des récoltes est celui qui donne les meilleurs rendements : le recyclage des résidus en fumier associé à la fumure minérale, est donc la meilleure formule de fertilisation. Elle est à même d'assurer durablement la production agricole. Toutefois, du fait des divers usages des résidus de culture, le maintien de la fertilité organique des sols ne peut être assuré avec les quantités de fumure organique produites et utilisée actuellement par les producteurs.

En vue d'améliorer la gestion de la fertilité organique des sols à l'ouest du Burkina Faso, il est donc important :

- que la Recherche initie des démonstrations et des visites commentées sur les techniques de gestion des résidus de récolte pratiquées à la ferme de Boni, en vue de leur vulgarisation à grande échelle en milieu paysan ;
- que les travaux se poursuivent afin de trouver la meilleure forme de valorisation des résidus de récoltes, techniquement et économiquement à la portée des petits producteurs.

## **Bibliographie**

**Afnor, 1981.** Détermination du pH. NF ISO 103 90. In AFNOR Qualité des sols, Paris, 339-348.

**APIL, 2012.** La voix du développement. Bulletin trimestriel d'information numéro 09, Ouagadougou, Burkina Faso 9 p.

**Autfray P., Fagaye Sissoko F., Gatien Falconnier G., Alassane Ba A., & Dugu P., 2012.** Usages des résidus de récolte et gestion intégrée de la fertilité des sols dans les systèmes de polyculture élevage : étude de cas au Mali-Sud. Cahier Agriculture, 21 (84): 225-234.

**Bado B. V., 2002.** Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de Ph D, Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, option sols et génie agroalimentaire/ Université de Laval, 197 p

**Badolo H., 2009.** Monographie de la région des Hauts Bassins. Ministère de l'Economie et des Finances, Ouagadougou, Burkina Faso, 154 p.

**Badou A., Akondé P. T., Adjanohoun A., Adjé I. T., Aïhou K. et Igué A. M., 2013.** Effets de différents modes de gestion des résidus de soja sur le rendement du maïs dans deux zones agroécologiques du Centre-Bénin, Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, Numéro spécial Fertilité du maïs pp 34-38.

**Balesdent J., 1996.** Un point sur l'évolution des réserves organiques des sols en France, Association Française de l'Etude des Sols, Etude et Gestion des Sols, 3 (4), 245-260

**Balesdent J., Petraud J. P. & Feller C., 1991.** Effet des ultrasons sur la distribution granulométrique des sols. Science du sol, 29: 95-106.

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

**Barnett M. G., 1982.** Utilisation des fumiers et des lisiers sur les cultures : les conséquences agronomiques, in *Rapport de colloque sur les fumiers*, Québec, Canada, 83 p.

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

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

**Bazié G., 1995.** Analyse agro-économique des activités de fertilisation: utilisation du Burkina-Phosphate et de "l'engrais coton" sur l'arachide et utilisation de la fumure organique sur les

cultures. Cas de quelques exploitations du village de Yakin dans la province du Zoundwéogo. Mémoire d'Ingénieur, option Agronomie. Institut du Développement Rural, Université de Ouagadougou, Ouagadougou, Burkina Faso, 122 p.

**Béahir A B., 2004.** Evaluation des potentialités de production de la forêt classée de Bansé (Zone sud soudanienne du Burkina Faso). Mémoire D.E.A en sciences biologiques appliquées, Université de Ouagadougou, Ouagadougou, Burkina Faso, 74 p.

**Bélaïr G., 2005.** Les nématodes, ces anguillules qui font suer les plantes par la racine. *Phytoprotection*, **86**(1), 65-69.

**Benmansour M., Duchemin M., Nourira A. et Gallichand J., 2006.** Emploi combiné des radioéléments, de la modélisation et des mesures aux champs pour étudier l'érosion hydrique des sols en milieu agricole (Maroc-Canada). Rapport, Agence Universitaire de la Francophonie et Réseau Érosion & GCES, Actions en réseau, Convention P2-2092RR621. IRDA, CNESTEN, 25 p.

**Berger M., Belem P.C., Dakouo D. et Hien V., 1987.** Le maintien de la fertilité des sols dans l'ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage. *Coton Fibres Trop.* Vol XLII. fsc. 3: 201-211.

**Blanchard M., 2010.** Gestion de la fertilité des sols et rôle du troupeau dans les systèmes coton-céréales-élevage au mali sud: savoirs techniques locaux et pratiques d'intégration agriculture élevage. Thèse de Doctorat Sciences de l'Univers et Environnement, Ecole Doctorale - Sciences, Ingénierie et Environnement, Université Paris-Est, Créteil, Val De Marne, 301 p.

**Boissezon P. de, Bonzon B., 1986.** Effets de l'apport de fumier sur les caractéristiques chimiques d'un sol ferrallitique ivoirien, *Cah. ORSTOM, s&. Pedoi..* vol. XXII, no 3. 1986: 329-355

**BUNASOLS, 1987.** Méthodes d'analyse physique et chimique des sols, eaux et plantes. Document technique n°3. 159 p.

**BUNASOLS., 2002.** Etude morpho-pédologique des provinces du Houet et du Tuy. *Bunasol*, Ouagadougou, Burkina Faso, 76 p.

**CILSS, 2001 :** Les aptitudes agricoles et pastorales des sols dans les pays du CILSS. CILSS, Ouagadougou, Burkina Faso, 173 p.

**CIRAD et GRET. 2006.** Mémento de l'agronome. CIRAD, GRET et Ministère des Affaires Etrangères, Paris, France, 1698 p.

**Clark, M.S., W.R. Horwath, C. Shennan et Seow K. M., 1998.** Changes in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices ». *Agronomy Journal*, 90: 662-671.

**Compaoré E. et Nanéma L. S., 2010.** Compostage et qualité du compost de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso *Tropicultura* (28), 4: 232-237.

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

**Damigou L., 2003.** Approche participative et utilisation du logiciel QUEFT pour la gestion de la fertilité des sols. Mémoire d'Ingénieur agronome, Université de Lomé, Lomé, Togo, 85 p.

**Délégation de la Commission Européenne, 2006.** Profil environnemental du Burkina Faso, Délégation de l'Union Européenne, Ouagadougou, Burkina Faso, 51 p.

**Djaby B., 2010.** Modélisation spatiale des flux organiques et minéraux assurant la productivité durable des systèmes culture-élevage dans le sahel nigérien. Thèse de doctorat en science et gestion de l'environnement, Université de Liège, Belgique, 366 p.

**Djenontin J.A., Amidou M., Baco N. M. et Wennink B., 2003.** Valorisation des résidus de récolte dans l'exploitation agricole au nord du Bénin: Production de fumier et enfouissement des résidus de récolte pour la gestion de la fertilité des sols; *in organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux. Acte du colloque international*, Montpellier, France, 11p:

**Doamba W. S. M. F., 2007.** Effet du zaï forestier sur l'évolution de la biodiversité et des paramètres physiques, chimiques et biologiques du sol. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option Agronomie. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 111 p.

**FAO, 1982.** Recyclage des résidus agricoles organique en Afrique : Acte du séminaire tenu à Lomé du 24 au 28 Novembre 1980, bulletin pédologique n° 47, FAO, Rome, Italie, 249 p.

**FAO, 2002.** Guide diagnostic participatif des contraintes et des potentialités pour la gestion des sols et des éléments nutritifs des plantes, FAO, Rome, Italie, 103 p.

**FAO, 2003.** Gestion de la fertilité des sols pour la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne. FAO, Rome, Italie, 51 p.

**FAO, 2004:** The state of food and agriculture 2003-2004- agricultural biotechnology. Meeting the need of the Poor? FAO agricultural series N° 35, FAO, Rome, Italie, 209 p

**Fontès J et Guinko S, 1995.** Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Notice explicative. Ministère de la coopération française, projet campus (88 313 101), Toulouse (France). 67 p.

**Genot V., Colinet G., Brahy V. et Bock L., 2009.** L'état de fertilité des terres agricoles et forestières en région wallonne (adapté du chapitre 4 - sol 1 de « L'État de l'Environnement wallon 2006-2007 »), *Biotech. Agron. Soc. Envir.* 13(1) : 121-138.

**Girard P., 2010.** Analyse de la durabilité des systèmes de production à l'UGCPA-BM et proposition d'un plan d'action agro-environnemental. FARM/UGCPA\_BM, 61 p.

**Giroux M., Sarr J.B., Nyiranneza J. et N'Dayegamiye A., 2009.** Effets des épandages d'engrais minéraux et organiques sur l'évolution des propriétés physiques et de la teneur en matière organique des sols sous cultures commerciales, Cahier no 8, Observatoire de la qualité des sols du Québec site de Saint-Lambert de Lauzon. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, Québec, Canada, 28 p.

**Hanspeter L., Rima M.S., Christine H. et Mats G., 2011 :** pratiques de la gestion durable des terres : directive et bonnes pratique pour l'Afrique subsaharienne. TerrAfrica, 249 p.

**Hien V., Sédogo M. et Lompo F., 1993.** Etude des effets des jachères de courte durée sur la production et l'évolution des sols dans différents systèmes de culture du Burkina Faso. In *La* ed Floret C. et Serpantié G (ed) *La jachère en Afrique de l'Ouest*, Paris, France, pp.221-232.

**Huber G. & Schaub C., 2011.** La fertilité des sols : L'importance de la matière organique. Agriculture & Territoire, Chambre d'agriculture BAS-RHIN, France, 46 p.

**Hillebrand, W.F., Lundell, G.E.F, Bright, H.A and Hoffman, J.I., 1953.** Applied inorganic analysis, 2 nd ed. John Wiled and Sons, Inc., New York, USA, 1034p.

**Ibrahima A., Abib F. C., Ndjouenkeu R. & Ntoupka M., 2010.** Impact de la gestion de la matière organique sur le statut minéral des sols et des récoltes dans les savanes soudano-guinéennes de Ngaoundéré, Cameroun. Actes du colloque «Savanes africaines en développement : innover pour durer », Cirad, Montpellier, France, 10 p.

**INSD, 2008** : Résultats du recensement général de la population et de l'habitat. Institut National de la Statistique et de la Démographie, Ouagadougou, Burkina Faso, 55 p.

**IFDC-Catalist, 2010**. La gestion de la matière organique du sol, fiche technique n°8, IFDC, Kigali, Rwanda, 24 p.

**ITAB, 2001**, « Guide des matières organiques », tome 1, 87 p.

**Jaza Folefack A.J., 2008**. The Influence of Compost Use on the Production of Lettuce (*Lactuca sativa*) in the Urban and Peri-urban Areas of Yaoundé (Cameroon). *Tropicultura* (26), 4, 246-253

**Kaboré T. W., Hien E., Zombré P., Coulibaly A., Houot S. et Masse D., 2011**. Valorisation de substrats organiques divers dans l'agriculture péri-urbaine de Ouagadougou (Burkina Faso) pour l'amendement et la fertilisation des sols : acteurs et pratiques. *Biotech. Agron. Soc. Envir.* 15(2), 271-286

**Keith R. B., 2006**. Rotation des cultures dans les exploitations biologiques in *Organic Production*. North Carolina Cooperative Extension Service, Caroline du Nord, Etats-Unis, 18 p

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

**Laboubée C., 2007**. Retour au sol des matières organiques nécessaires à leur maintien en état en sols agricoles. GIE ARVALIS/ONIDOL, France, 47 p.

**Leclerc B., 2009**. La fertilisation organique en agriculture biologique. Agronomie, fiche n°6 4 p.

**Lompo D. J-P., 2005**. Gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture de l'Ouest du Burkina Faso: évaluation des effets agronomiques et de la rentabilité économique de trois formules de fumures. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option Agronomie, Institut du Développement Rural. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 50 p.

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

- Lompo F. 2009.** Effets induits des modes de gestion de la fertilité sur les états du phosphore et solubilisation des phosphates naturels dans deux sols acides du Burkina Faso. Thèse de Doctorat d'Etat ès-Sciences naturelles, spécialité agro-pédologie, Université de Cocody, Côte d'Ivoire, 254 p.
- MAEE, 2011.** L'action extérieure de la France contre la dégradation des terres et la désertification. Ministère des Affaires Etrangères, Paris, France, 12 p.
- Maltas A., Charles R., Bovet V., et Sinaj S., 2012.** Effet à long terme des engrais organiques sur le rendement et la fertilisation azotée des cultures. Recherche Agronomique Suisse 3 (3): 156–163.
- Mando A, Zougmore R, Zombré NP, Hien V., 2000.** Réhabilitation des sols dégradés dans les zones semi-arides de l'Afrique subsaharienne. In : Floret C, Pontanier R, eds. *La jachère en Afrique Tropicale ; de la jachère naturelle à la jachère améliorée. Le point des connaissances.* Paris, John Libbey Eurotext, 2001 : 311-39
- MEF, 2010.** Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable 2011-2015. Ministère de l'Economie et des Finances, Ouagadougou, Burkina Faso, 108 p.
- Mills A.J. et Fey M.V., 2003.** Declining soil quality in South Africa: effects of land use on soil organic matter and surface crusting. *South Afr. J. Sci.*, 99,429-436.
- Munyuli B. M. T., 2002.** Contribution à la promotion de la culture du blé (*Triticum aestivum* L.) au Sud Kivu, République Démocratique du Congo: Evaluation du potentiel de rendement de deux génotypes d'origine burundaise, dans différentes zones agro-écologiques locales. *Tropicultura* (20), 4: 210-216.
- Nacro H. B., 1997.** Hétérogénéité de la matière organique dans un sol de savane humide (Lamto, Côte d'Ivoire): caractérisation chimique et étude, *in vitro*, des activités microbiennes de minéralisation du carbone et de l'azote. Thèse de Doctorat, spécialité Ecologie; Université Pierre et Marie Curie-Paris VI, Paris, France, 328 p.
- Naitormbaïdé M., 2012.** Incidence des modes de gestion des fumures et des résidus de récolte sur la productivité des sols dans les savanes du Tchad. Thèse de Doctorat Unique en développement rural, option Systèmes de Production végétale, spécialité Sciences du sol ; Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 192p.

**N'Dayegamiyé A.1990.** Effets à long terme d'apports de fumier solide de bovins sur l'évolution des caractéristiques chimiques du sol et de la production de maïs-ensilage. *Can. J. Plant Sci.* 70: 767-775

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

**N'Dayegamiyé A., Goulet M. et Laverdière M. R., 1997.** Effet à long terme d'apports d'engrais minéraux et de fumier sur les teneurs en C et en N des fractions densimétriques et des agrégats du loam limoneux Le Bras. Canada. *Journal. Soil Science.* 77: 351–358.

**Nyiranneza J., N'Dayegamiyé A., Chantigny M. H. & Laverdière M. R., 2012.** Les systèmes de cultures qui laissent peu de résidus de récolte sont-ils durables à long terme? Cas du maïs-ensilage alterné avec les céréales. *In* journée d'information scientifique sur les grandes cultures, Drumonville, Québec, Canada, 45p.

**ONU, 2006.** L'amélioration de la durabilité de la production du coton en Afrique de l'Ouest et du Centre, ONU, New York, Etats Unis, 118 p.

**Ouattara A., 2011.** Etude de l'association de la fumure minérale et du compost dans une rotation coton-maïs en zone cotonnière ouest du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option Agronomie. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 50 p.

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

**Ouédraogo D., 2000.** Efficacité de la mécanisation sur les performances techniques et socio-économiques des exploitations agricoles de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option Agronomie. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 91 p.

**Ouédraogo E. 2004.** Soil quality improvement for crop production in semi-arid West Africa. PhD Thesis, Wageningen University and Research Center, Wageningen, Pays-Bas, 209 p.

- Ouédraogo H., 1997.** Etude diagnostique de la fertilité des sols cultivés dans le terroir de Pouswaka, province du Boulgou. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option Agronomie. Institut du Développement Rural, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 74 p.
- Ouédraogo M. L., 2011.** Evaluation des systèmes de cultures associées dans les zones agroforestières de la forêt classée de Dindéresso dans l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur en Vulgarisation Agricole. Institut du Développement Rural Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 69 p.
- Petit J. et Jobin P., 2005.** La fertilisation organique des cultures: *Les bases*. Fédération d'agriculture biologique du Québec, Québec Canada, 52 p.
- Piéri C., 1989.** Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Ministère de la coopération /CIRAD, 444 p.
- Roose E., Ndayizigiye F., Sekayange I. et Nsengimana J., 1992.** La gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols (GOCES): 'Une nouvelle stratégie pour l'intensification de la production et la restauration de l'environnement en montagne. *In: Réseau Erosion, Bulletin* 12.Montpellier : 140 – 160
- Sadio S., 2007.** Techniques de conservation des sols et de gestion intégrée de la fertilité en appui au programme de sécurité alimentaire, guide pratique de terrain. FAO, Rome, Italie, 96 p.
- Schlecht, E., Buerkert, A. 2004.** Organic inputs and farmer's management strategies in millet fields of western Niger. *Geoderma*, 121, 271-289
- Schwarz A. , 1996.** Pratiques paysannes et gestion de la fertilité des terres sur les exploitations cotonnières dans l'ouest du Burkina Faso, *Cah. Sci. hum.* 32 (1): 153-775)
- Sebillotte M. 1989.** Fertilité et systèmes de production, Institut de Recherche Agronomique, Paris, France, 369 p.
- Sédogo P. M., 1993.** Evolution des sols ferrugineux lessives sous culture: incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de Doctorat, *Mention Sciences Naturelles (Agro-écopédologie)*, Université d'Abidjan, Faculté des Sciences et Techniques, Abidjan, Côte d'Ivoire, 353 p.
- Soltner D., 2003.** Les bases de la production végétale. Tome I. Le sol et son alimentation. Collection Sciences et techniques agricoles. 23e édition, 472p.

- Talwana H.L., Butseye M.M. et Tusiime G., 2008.** Occurrence of plant parasitic nematodes and factors that enhance population build-up in cereal-based cropping systems in Uganda. *Afr. Crop Sci. J.*, **16**(2), 119-131
- Tessier M., 2005.** Quelques notions de fertilisation. CDAQ, Québec, Canada, 50 p.
- Tougma W. S., 2006.** Effet de la fertilisation organique et minérale sur la production en biomasse et en huile essentielle de la citronnelle (*Cymbopogon cytratus* (D.C) stapf) dans la région des cascades (Ouest du Burkina Faso). Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option Agronomie. Institut du Développement Rural Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 71 p.
- Touré A., 2008.** Profil de l'environnement de l'Afrique au sud du Sahara. Centre de suivi écologique, Dakar, Sénégal, 23 p.
- Traoré K. et Toé A. M., 2008.** Capitalisation des initiatives sur les bonnes pratiques agricoles au Burkina Faso. Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique et des ressources halieutiques, Ouagadougou, Burkina Faso, 99 p.
- Traoré M., Lompo F., Bouma T., Ouattara B., Ouattara K. et Sédogo M., 2012.** Influence de la rotation culturale, de la fertilisation et du labour sur les populations de nématodes phytoparasites du sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **16**(1), 59-66
- Traoré S.S.H., 2012.** Etude des impacts agro-pédologiques des apports continus et en rotation de fertilisants organo-minéraux sur le cotonnier en stations de recherche : cas de Sana et Farako-Bâ. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option Agronomie. Institut du Développement Rural Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 66 p.
- Volebele H., 2011.** Etat des lieux et analyse de l'érosion en vallée de la Lèze. Rapport de stage, Toulouse. SMIVAL, INP-ENSAT, 78 p.
- Wei X., Hao M., Shao M. & Gale W.J., 2006.** Change in soil properties and availability of soil micronutrients after 18 years of cropping and fertilization. *Soil. Till Res.* 91, 1-2, 120-130.
- Weil A. et Duval J., 2009.** Amendement organique : fumiers et composts. *In* Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée, Equiterre, 19 p.
- Woodfine A., 2009.** L'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets en Afrique subsaharienne au moyen des pratiques de gestion durable des terres. TerrAfrica, 90 p.

**Yougaré H., 2008.** Evaluation de la fertilité des terres aménagées en cordons pierreux, zaï et demi-lunes dans le bassin versant du Zondoma, Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option Agronomie. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 71 p.

**Zombré N. P., Mando A. et Ilboudo J. B. 1999.** Impact des conservations des eaux et des sols sur la restauration des jachères très dégradées au Burkina Faso. In La jachère en Afrique de l'Ouest. Rôles, Aménagements et Alternatives. Floret et Pontanier (éd., 2000), vol. 1: 771-777.

**Zougmore R., Bonzi M. et Zida Z., 2000.** Etalonnage des unités locales de mesures pour le compostage en fosse de type unique étanche durable ; INERA-SARIA, Koudougou, Burkina Faso, 2p.

**Zougmore R., Ouattara K., Mando A., & Ouattara B., 2004.** Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso. Science et changements planétaires/Sécheresse, 15 (1): 41-48

#### **Web graphie**

<http://www.fao.org/docrep/006/x9681f/x9681f06.htm> Besoin d'action pour la gestion durable de la fertilité du sol (consulté le 19/05/2013)

[http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_6/colloques2/38713.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/colloques2/38713.pdf): **Feller C., Lavelle P., Albrecht A. & Nicolardot B.** La jachère et le fonctionnement des sols tropicaux: Rôle de l'activité biologique et des matières organiques. Quelques éléments de réflexion (consulté le 12/07/2013)

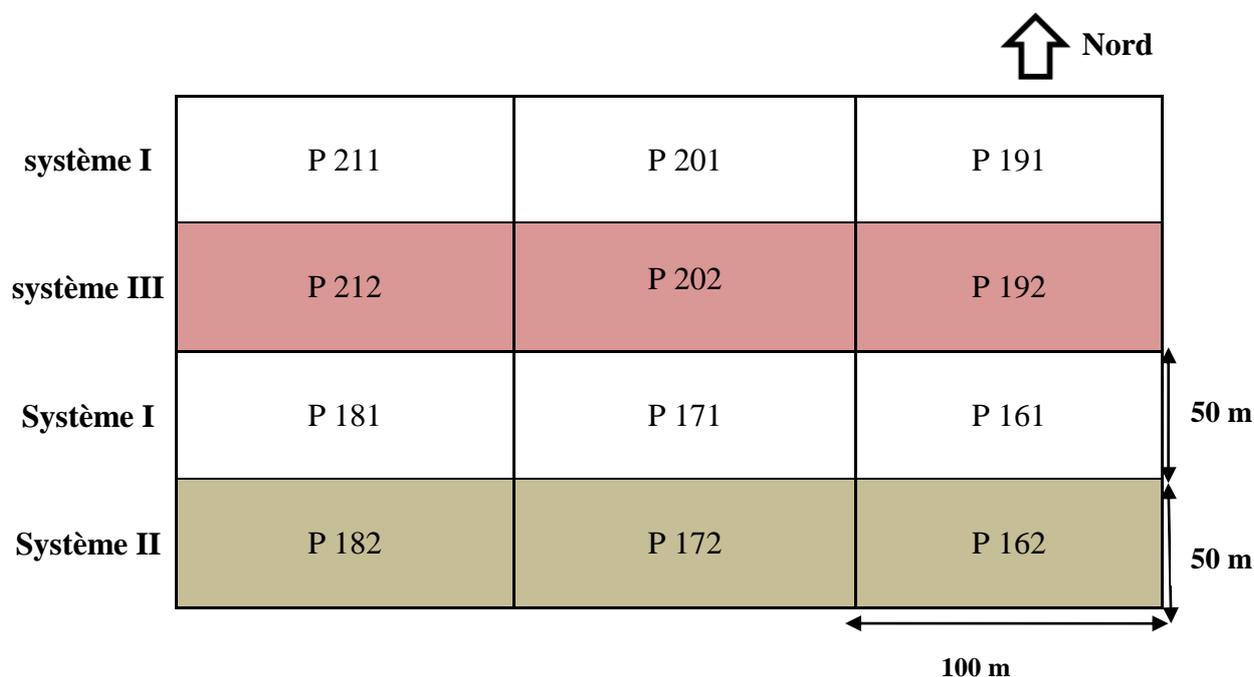
[http://www.organiccentre.ca/NewspaperArticles/na\\_understanding\\_soiltest\\_dj\\_f.asp](http://www.organiccentre.ca/NewspaperArticles/na_understanding_soiltest_dj_f.asp) **Jans D., 2012.** Comprendre votre rapport d'analyse du sol (consulté le 18/09/2013)

[http://www.ccse-swcc.nb.ca/index2.cfm?id\\_comm=3&title=3&lg=fr](http://www.ccse-swcc.nb.ca/index2.cfm?id_comm=3&title=3&lg=fr) sur La rotation des cultures pour la conservation des sols, la protection de l'eau et la réduction des gaz à effet de serre (consulté le 12/07/2013).

[www.bas-rhin.chambagri.fr/fileadmin/.../Fiche\\_residus\\_10\\_2004.PDF](http://www.bas-rhin.chambagri.fr/fileadmin/.../Fiche_residus_10_2004.PDF): **Fritsch L. et Lemercier G., 2004.** Pour une bonne gestion des résidus de récolte, Fiche ferti-mieux (consulter le 26/08/2013)

## Annexes

### Annexe I : Dispositif expérimental de l'essai système de Boni



### Annexe II : Répartition des producteurs selon le nombre de bovin disponible

Nombre de bovin	Effectifs	Pourcentage	Pourcentage cumulé
pas de bovin	10	10,0	10,0
1 à 4	52	52,0	62,0
5 à 10	14	14,0	76,0
11 à 15	14	14,0	90,0
16 à 20	5	5,0	95,0
25 et plus	5	5,0	100,0
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100,0</b>	

Source : données d'enquête

### Annexe III : Répartition des producteurs selon la disponibilité de fosse fumièrè et d'étable fumièrè

		Effectifs	Pourcentage	Pourcentage cumulé
Fosse fumièrè	Disponible	68	68,0	68,0
	non disponible	32	32,0	100,0
Etable fumièrè	Disponible	76	76,0	76,0
	non disponible	24	24,0	100,0

Source : données d'enquête

**Annexe IV:** Répartition des producteurs selon le mode d'utilisation des tiges des cultures et le niveau d'équipement

		<b>Niveau d'équipement</b>		
		<b>manuel</b>	<b>attelé</b>	<b>motorisé</b>
<b>Utilisation des tiges de coton</b>	Pas de résidus	2	9	2
	Couper et brûler sur la parcelle	6	17	0
	Enfouir au début de saison humide	2	42	5
	Composter par fosse fumière	0	6	0
	Alimenter le bétail	0	3	0
	Pâture	1	3	0
	composter + Enfouir au début de saison humide	0	2	0
	<b>Utilisation des tiges de maïs</b>	Couper et brûler sur la parcelle	2	1
Enfouir en fin de saison humide	1	0	1	
Enfouir au début de saison humide	0	1	0	
Composter par fosse fumière	2	4	0	
Alimenter le bétail	0	34	1	
Pâture	5	14	1	
litière + composter par fosse fumière	0	15	1	
Alimenter le bétail + pâture	0	11	3	
Alimenter le bétail + enfouir en fin de saison	0	1	0	
composter par fosse fumière + pâture	1	1	0	
<b>Utilisation des tiges de sorgho</b>	pas de résidus	1	4	0
Couper et brûler sur la parcelle	2	2	0	
Composter par fosse fumière	2	2	0	
Alimenter le bétail	0	40	2	
Pâture	4	9	1	
litière + Composter par fosse fumière	0	15	2	
Alimenter le bétail + pâture	1	9	2	
Composter + pâture	0	1	0	
Alimenter le bétail + Enfouir en fin de saison	1	0	0	

Source : données d'enquête

**Annexe V** : Répartition des producteurs selon la pratique du parc d'hivernage et le niveau d'équipement

<b>Pratique de la technique du parc d'hivernage</b>	<b>Niveau d'équipement</b>		
	<b>manuel</b>	<b>attelé</b>	<b>motorisé</b>
Pratiquée	0	2	1
Non pratiquée	11	80	6

Source : données d'enquête

## Annexe VI : Fiche d'enquête

Enquête sur les pratiques paysannes en matière de gestion des résidus de récolte

Date : Mois : \_\_\_\_\_ Année : \_\_\_\_\_

Nom et prénom(s) de l'enquêteur : \_\_\_\_\_

### I. INFORMATIONS GENERALES

1.1. Localisation : Région : \_\_\_\_\_ Province : \_\_\_\_\_

village : \_\_\_\_\_

1.2. Nom et prénom(s) du producteur : \_\_\_\_\_

1.3. Adresse du répondant (N° Téléphone) : \_\_\_\_\_

1.4. Sexe : Masculin  Féminin :

1.5. Age : ≤25 ans  26-45 ans  45 ans et plus

1.6. Niveau d'instruction : sans niveau  alphabétisé  Primaire

secondaire 1<sup>er</sup> cycle  Secondaire 2<sup>nd</sup> cycle  supérieur

1.7 Niveau d'équipement : manuel  attelé  motorisé

Si attelé : gros attelage  Petit attelage

1.8 Cheptel : nombre bovins \_\_\_\_\_ nombre ovins \_\_\_\_\_ nombre caprins \_\_\_\_\_  
nombre asins \_\_\_\_\_ nombre équins \_\_\_\_\_

### II. Cultures sur l'exploitation

2.1. Quelles sont les céréales que vous produisez habituellement ?

Maïs  Sorgho  mil  autre (à préciser)

2.2. Quelle est la superficie moyenne des spéculations que vous avez produites au cours des cinq (05) dernières années?

Maïs : ≤ 2ha  3-5ha  6-8ha  9ha et plus

Sorgho : ≤ 2ha  3-5ha  6-8ha  9ha et plus

Coton: ≤ 2ha  3-5ha  6-8ha  9ha et plus

Autres (à préciser) : \_\_\_\_\_

### III- gestion des résidus de récolte et de la fertilité

**3.1 Formations reçues :** Pas de formation reçue  Technique de compostage

Technique de parc d'hivernage  Technique d'utilisation de la fumure organique

Autres (préciser)  \_\_\_\_\_

**3.2 Quelles sont les quantités de résidus de récoltes produites sur l'exploitation (en charrette)?**

Tiges de coton: \_\_\_\_\_; tiges de maïs : \_\_\_\_\_ tiges de sorgho: \_\_\_\_\_

**3.3 Présence de fosse fumière:** Oui  non

**3.4 Présence d'étable fumière:** Oui  non

**3.5 Que faites vous des résidus de récoltes?**

**Tiges de coton** : - couper et brûler sur la parcelle  couper et brûler hors de la parcelle

Enfouis après récolte par labour de fin de saison  Enfouis en début de saison par labour

Transformer en compost en fosse fumière  Transformer en fumier de parc d'hivernage

Utiliser pour alimentation du bétail  Pâturer surplace  autres (à préciser)  \_\_\_\_\_

**Tiges de maïs** : Couper et brûler sur la parcelle  Couper et brûler hors de la parcelle

Enfouis après récolte par labour de fin de saison  Enfouis en début de

saison par labour  Transformer en compost en fosse fumière

Transformer en fumier de parc d'hivernage  Utiliser pour alimentation du bétail

Pâturer surplace  Autre (à préciser)  \_\_\_\_\_

**Tiges de sorgho** : Couper et brûler sur la parcelle  Couper et brûler hors de la parcelle

Enfouis après récolte par labour de fin de saison  Enfouis en début de

saison par labour  Transformer en compost en fosse fumière

Transformer en fumier de parc d'hivernage  Utiliser pour alimentation du bétail

Pâturer surplace  Autre (à préciser)  \_\_\_\_\_

### **3.6 Quel type de fumure organique utilisez-vous ?**

Fumier d'étable  Compost de fosse fumière  Compost de tas

Fumier de parc d'hivernage  Fumier d'étable+ compost de fosse fumière

Fumier d'étable+compost de tas  Compost de fosse fumière+compost de tas

Fumier de parc d'hivernage+ compost de fosse fumière

Fumier de parc d'hivernage+ fumier d'étable

Fumier de parc d'hivernage+ compost de tas  Autre (à préciser)  \_\_\_\_\_

### **3.7 Comment obtenez-vous la fumure organique ?**

Production personnelle  achat  production personnelle + achat

Autre (à préciser)  \_\_\_\_\_

### **3.8 Pratiquez-vous la technique du parc d'hivernage ? Oui Non**

Si oui, décrivez-la : .....

.....

.....

### **3.9 Quelle est la quantité de fumure que vous apportez par an ?**

Moins de 20 charrettes  20 -30 charrettes  30-40 charrettes  40 charrettes et plus

### **3.10 Quelle est la superficie recevant la fumure organique ? \_\_\_\_\_ ha**

### **3.11 Sur quelle culture est prioritairement apportée la fumure organique? Coton**

maïs  Sorgho  autres (à préciser)

**3.12 Comment déterminez-vous le besoin d'apporter la fumure organique sur une parcelle?** .....

**3.13 Avez-vous déjà visité la ferme de Boni?** Oui  non

**3.14 Avez-vous déjà visité l'étude système de Boni?** Oui  non

**3.15 Auprès de qui demandez-vous conseil pour la production de la fumure organique ?**

Agent d'agriculture  agent technique coton  la recherche

Autres producteurs  autre (à préciser)  \_\_\_\_\_

**IV- Effet de la fumure organique sur la fertilité des sols et le rendement**

**4.1: Sur les parcelles fumées par la fumure organique, quels sont vos rendements?**

coton \_\_\_\_\_ maïs \_\_\_\_\_ sorgho \_\_\_\_\_ mil \_\_\_\_\_

**4.2: l'utilisation de la fumure organique a eu quel effet sur vos sols?** .....

.....  
.....

**4.3 L'utilisation de la fumure organique a eu quel effet sur les rendements de vos**

**cultures ?** Rien  augmente le rendement  baisse le rendement

Autre (à préciser)  \_\_\_\_\_

**4.4 Si augmentation de rendement, de combien pour:** le coton \_\_\_\_\_

le maïs \_\_\_\_\_ le sorgho \_\_\_\_\_ autre (à préciser) \_\_\_\_\_

**V. Quelles difficultés rencontrez-vous dans la production de la fumure organique ?**

.....  
.....  
.....  
.....

**VI. Comment comptez-vous améliorer la gestion des résidus de récolte?**

.....  
.....  
.....