

BURKINA FASO
Unité - Progrès - Justice

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE
ET SUPERIEUR (MESS)

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO (UPB)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL (IDR)



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR EN VULGARISATION AGRICOLE

Thème :

Analyse des effets de la mécanisation du semis direct sous
couverture végétale et de l'association culturale sur les
besoins en main d'œuvre et la gestion de l'enherbement
dans la Région du Centre-Nord du Burkina Faso.

Présenté par : CISSE Tayirou

Maître de stage : Dr Patrice DJAMEN

Directeur de mémoire : Dr Mamadou TRAORE

N° :2013/Vulga

Novembre 2013

DEDICACE

A mon père Sahadou CISSE et à ma mère Mariam CISSE

A mon oncle Brahima CISSE et ma tante Mme

Fatimata CISSE

A la grande famille CISSE

TABLE DES MATIERES

DEDICACE	i
REMERCIEMENTS	vi
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	viii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES	x
LISTE DES PHOTOS	x
RESUME	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCTION	1
Chapitre 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	4
1.1. Définition des concepts clés.....	4
1.1.1. Agriculture de Conservation	4
1.1.2. Réduction ou suppression du travail du sol (semis direct).....	5
1.1.3. Rotations et associations culturales	7
1.1.4. Couverture permanente du sol	8
1.2. Approches de vulgarisation.....	10
1.2.1. Parcelle de démonstration (PD)	10
1.2.2. Champ école paysan (CEP).....	10
1.3. Mécanisation du semis.....	10
1.4. Stratégie de mécanisation du semis	11
1.5. Semoir manuel de semis direct (canne planteuse)	12
1.5.1. Description de la canne planteuse.....	12
1.5.2. Fonctionnement de la canne planteuse.....	14
1.6. Potentialités spécifique et cumulée de la mécanisation du semis	14
1.7. Gestion de la main d'œuvre au sein des exploitations agricoles.....	14
1.8. Enherbement et impact sur la culture.....	15
Chapitre 2 : MATERIEL ET METHODES	16
I. Présentation de la zone d'étude.....	16
1.1. Situation géographique	16
1.1.1. Village de Yilou.....	16
1.1.2. Village de Sindri.....	16
1.2. Climat.....	17

1.3.	Sols.....	18
1.4.	Végétation.....	18
1.5.	Hydrographie	19
1.5.1.	Activités socio-économiques	19
1.5.1.1.	Agriculture	19
1.5.1.2.	Elevage	19
1.5.1.3.	Commerce.....	20
1.5.1.4.	Orpillage.....	20
1.5.1.5.	Artisanat.....	20
II.	Matériel	20
2.1.	Matériel végétal.....	20
2.1.1.	Spéculations utilisées	20
2.1.1.1.	Cycle de développement des deux spéculations	21
2.2.	Connaissance des outils utilisés	21
2.3.	Matériels techniques	21
2.4.	Fumure minérale.....	22
III.	Méthodologie	22
3.1.	Dispositif expérimental	22
3.2.	Suivi du test et collecte des données.....	24
3.3.	Mesure de performances des équipements utilisés et des systèmes	24
3.4.	Calculs économiques.....	25
3.4.1.	Calculs du produit brut.....	25
3.4.2.	Consommation intermédiaire.....	25
3.4.3.	Valeur ajoutée brute (VAB).....	25
3.4.5.	Valorisation brute du travail (Vw).....	26
3.4.6.	Amortissement.....	26
3.5.	Analyse des données.....	26
CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS		27
3.1.	Résultats.....	27
3.1.1.	Mécanisation du semis des cultures en pure et en association sur les temps de travaux.....	27
3.1.2.	Besoin en main d'œuvre des opérations culturales spécifiques	29
3.1.2.1.	Utilisation de la canne planteuse et la daba pour le semis.....	29
3.1.2.2.	Demande en main d'œuvre pour le démariage et le sarclage	29

3.1.2.3.	Demande en main d'œuvre pour l'utilisation d'intrants fertilisants.....	30
3.1.2.4.	Besoin en main d'œuvre pour la récolte.....	30
3.1.2.5.	Conclusion partielle sur le temps des opérations culturales.....	31
3.1.2.6.	Rendements grains sorgho.....	32
3.1.2.7.	Rendement grains du niébé en culture associée.....	34
3.1.2.8.	Rendement en paille de sorgho.....	34
3.1.3.	Performance des systèmes.....	35
3.1.3.1.	Performance des équipements et de la modalité culturale.....	35
3.1.3.2.	Densité des cultures sur les parcelles.....	36
3.1.3.3.	Performance économique des systèmes.....	37
a.	Produit brut (PB).....	38
b.	Consommation intermédiaire (CI).....	38
c.	Valeur ajoutée (VA).....	38
d.	Valorisation du temps de travail.....	38
3.1.4.	Appréciation paysanne des équipements de semis.....	39
3.1.4.1.	Avantages des deux équipements de semis.....	39
a.	Canne planteuse.....	39
b.	Daba.....	39
3.1.4.2.	Inconvénients des deux équipements de semis.....	39
3.1.5.	Gestion des adventices par la culture associée.....	40
3.1.5.1.	Indice de recouvrement du sol par la niébé.....	40
3.1.5.2.	Notation de striga.....	41
3.1.5.3.	Notation d'enherbement.....	42
3.1.6.	Appréciation paysanne des systèmes de culture.....	42
3.1.6.1.	Notation paysanne des systèmes de culture.....	42
3.1.6.2.	Avantages et contraintes des modalités culturales.....	43
3.1.7.	Stratégies de mécanisation du travail de semis avec l'introduction de la canne planteuse.....	44
3.1.7.1.	Stratégie d'introduction de la canne planteuse.....	44
3.1.7.2.	Notation paysanne des critères d'appréciation de la canne planteuse et la daba.....	44
3.1.8.	L'amortissement de la canne planteuse.....	45
3.2.	DISCUSSIONS.....	46

3.2.1. Evaluation des effets de la mécanisation de semis sur les temps de travaux.....	46
3.2.2. Influence de la mécanisation de l'AC sur la conduite des cultures	46
3.2.3. Gestion des mauvaises herbes en système d'AC	47
3.2.4. Pratique de l'association culturale pour une exploitation rationnelle des terres	48
3.2.5. Stratégie et durabilité de la mécanisation du semis en système d'AC dans les petites EA.....	48
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	50
Références bibliographiques	52

REMERCIEMENTS

Ce mémoire est l'œuvre de plusieurs efforts conjugués. Nous profitons de ces lignes pour exprimer notre profonde gratitude à tous ceux qui, de loin ou de près, ont contribué à sa réalisation. Nos remerciements les plus sincères vont particulièrement à :

- ✓ Tous les producteurs de Sindri et Yilou pour leur bonne collaboration dans la mise en place et le suivi des tests.
- ✓ Dr Patrice Djamen, notre maître de stage qui, malgré ses occupations, a accepté de nous recevoir comme stagiaire, facilité et guidé nos travaux ;
- ✓ Dr Mamadou Traoré, notre directeur de mémoire pour ses efforts, sa disponibilité, dans la facilitation et l'orientation de nos travaux ;
- ✓ Mr Douzet Jean-Marie, représentant de CIRAD à ACT, pour les amendements apportés tout le long de la rédaction du mémoire ;
- ✓ Tous le corps professoral de l'IDR pour les enseignements et les appui conseil reçus ;
- ✓ Dr Hadja Oumou Sanon, chercheur au département de production animale à l'INERA Ouagadougou pour les amendements apportés au présent travail et ses encouragement ;
- ✓ Mademoiselle Djeneba D'almeïda pour ses encouragements et son soutien moral ;
- ✓ Mr Bruno Ouédraogo, technicien à ACT pour ses multiples soutiens et guides pendant la conduite des activités de terrain ;
- ✓ Tous le personnel de l'ACT : Madame Bassono Judith (maman ACT), Madame Angeline Dabiré, Monsieur Etienne Sankima, pour leurs soutiens et encouragements durant notre séjour à Ouagadougou ;

- ✓ Nos aînés d'ACT/ABACO pour leurs conseils, appuis, encouragements et le suivi de nos travaux particulièrement Jules Sansan Da, Harouna Bougoum, Dieudonné Zerbo, Ibrahim Zerbo et Serge Ganou ;
- ✓ Mes camarades stagiaires : Boué Adama, Lankoandé Elisabeth, Lallogo Valery pour les bons moments passés ensemble dans une ambiance d'échanges de connaissances et de partage d'idées ;
- ✓ Je n'oublie pas mes amis : Sanou Daouda, Traoré Ousmane, Boly Djibril avec sa fiancée Rose de Lima, Soré Oumar, ainsi que mes camarades de classe pour leur solidarité et encouragement ;

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

ABACO : Agroecology-based aggradation-conservation agriculture

AC : Agriculture de Conservation

ACT : African Conservation Tillage Network

CES : Conservation des Eaux et des Sols

CIRAD : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

CPVQ : Conseil des Productions Végétales du Québec

DRREA : Direction Régionale de la Recherche Environnementale et Agronomique

FAO : Organisation des Nation Unies pour l'alimentation et l'Agriculture

IDR : Institut du Développement Rural

INERA : Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole

ITK : Itinéraire Technique

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

MESS : Ministère des Enseignements Secondaire et Supérieur

OMD : Objectifs du Millénaire pour le Développement

PHBM : Projet Haut Bassin du Mandrare II

PIB : Produit Intérieur Brut

PPAAO : Programme de Production Agricole de l'Afrique de l'Ouest

SCADD : Stratégie de la Croissance Accélérée pour le Développement Durable

SCAP: Smallholder conservation Agriculture Promotion in Western and Central Africa

SCV : Semis direct sous couvert végétal

UPB: Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : DESCRIPTION DE LA CANNE PLANTEUSE	13
TABLEAU 2 : LES TRAITEMENTS OBSERVES SUR LES PARCELLES	22
TABLEAU 3 : RECAPITULATIF ET DETAIL DES TEMPS DE TRAVAUX PAR OPERATIONS CULTURALES (HJ/HA).....	27
TABLEAU 4 : TEMPS DE SEMIS (HJ/HA) AVEC LA CANNE PLANTEUSE ET LA DABA	29
TABLEAU 5 : TEMPS DE SARCLAGE ET DU DEMARIAGE EN FONCTION DES TRAITEMENTS (HJ/HA).	30
TABLEAU 6: TEMPS D'UTILISATION D'INTRANTS FERTILISANTS (HJ/HA)	30
TABLEAU 7 : TEMPS DE TRAVAIL NECESSAIRE POUR LES TRAVAUX DE RECOLTE (HJ/HA)	31
TABLEAU 8 RENDEMENT NIEBE (KG/HA)	34
TABLEAU 9 : RENDEMENT EN PAILLE DU SORGHO (KG/HA).....	35
TABLEAU 10 : DENSITE (NOMBRE DE POQUETS/HA) DE SORGHO ET DE NIEBE	37
TABLEAU 11. PERFORMANCES ECONOMIQUES DES DIFFERENTS SYSTEMES.....	37
TABLEAU 12 : CONTRAINTES DES DEUX EQUIPEMENTS	40
TABLEAU 13 : TAUX DE RECOUVREMENT (%) PAR LA PLANTE DE COUVERTURE (NIEBE)	41
TABLEAU 14 : NOTATION DE STRIGA	41
TABLEAU 15 : NOTATION D'ENHERBEMENT	42
TABLEAU 16 : EVALUATION DES RENDEMENTS DES CULTURES (SORGHO, NIEBE) SUIVANT LES MODALITES D'ASSOCIATIONS ET LA CULTURE PURE PAR LES PRODUCTEURS	43
TABLEAU 17 : LES AVANTAGES ET LES CONTRAINTES DE LA CULTURE PURE ET DE L'ASSOCIATION CULTURALE.....	44
TABLEAU 18 : INTERET DE CHAQUE EQUIPEMENT POUR LE SEMIS DIRECT SOUS COUVERT VEGETAL.....	45

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Principes fondamentaux de l'AC.....	4
Figure 2 : Relation système semis direct, composantes de l'environnement et décisions agricoles (Mrabet, 2001a).....	6
Figure 3 : la canne planteuse	13
Figure 4 : Présentation de la zone d'étude	17
Figure 5 : Pluviométrie de la commune rurale de Guibaré entre 2004 et 2012.....	18
Figure 6 : Le dispositif du site de référence à Sindri.....	23
Figure 7 : Répartition du temps des travaux selon les opérations culturales.....	32
Figure 8 : Rendements grain sorgho	33
Figure 9 : Rendement en grain du sorgho et du niébé	36

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Des producteurs s'exerçant aux semis direct sur résidus de récolte avec la canne planteuse dans le village de Koumbia au Burkina Faso (Photo : P. DJAMEN, 2012).....	7
Photo 2 : Couverture du sol par le niébé en association avec le sorgho dans le village de Sindri (Photo : CISSE, 2012).....	8
Photo 3 : Parcelle couverte de résidus de culture de sorgho (photo : CISSE, 2012)..	9

RESUME

L'agriculture de conservation est une technique potentiellement intéressante pour relever le défi de la durabilité de l'agriculture. L'augmentation des temps de semis et les difficultés de contrôle de l'enherbement font partie des contraintes qui freinent son adoption dans la Région du Centre-Nord du Burkina Faso. L'objectif de cette étude est d'analyser les potentialités de la mécanisation du semis et de la pratique de l'association culturale dans la gestion de la main d'œuvre au sein des exploitations.

Un test avec quatre répétitions a été mis en place suivant un dispositif expérimental composé des blocs de Fisher dispersés et parfaitement randomisés. Il comprenait six traitements issus de la combinaison de trois facteurs : (i) équipement de semis (canne planteuse et daba), (ii) mode de culture (culture associée et culture en pure) et (iii) modalités d'association culturale (même poquet, poquets séparés). Les différences entre les traitements sont vérifiées avec le Test de Newman et Keuls.

Les résultats montrent que l'utilisation de la canne planteuse permet de réduire les temps de semis et de l'ensemble des opérations culturales de 47,6 et 13,4% respectivement. La canne planteuse apparaît nécessaire pour faciliter l'adoption de l'agriculture de conservation. Par ailleurs, il est apparu que la pratique des associations culturales réduit le taux d'enherbement. Cette réduction est plus forte lorsque les deux cultures en association sont semées dans des poquets séparés que dans le même poquet comme traditionnellement pratiqué par les producteurs. La réduction du niveau d'enherbement n'a pas engendré une baisse significative des temps de sarclage parce que la réalisation des travaux est plus facile en culture pure qu'en culture associée. Néanmoins, les performances technico-économiques des systèmes avec associations culturales sont plus élevées que celles de la culture pure. Il est important de développer de nouvelles pratiques d'entretien des cultures dans le cas des associations culturales.

Mots clés : agriculture de conservation, main d'œuvre, blocs de Fischer, canne planteuse, pratiques agricoles, Burkina Faso.

ABSTRACT

Conservation agriculture is a potentially useful technique for meeting the challenge of sustainable agriculture. Increased planting time and the difficulties of weed control are among the constraints to its adoption in the North Central Region of Burkina Faso. The objective of this study was to analyze the potential of mechanization of planting and the practice of intercropping in the management of labor on farms.

A test with four repetitions was set up following an experimental compound blocks Fisher perfectly dispersed and randomized. It included six treatments derived from the combination of three factors: (i) planting equipment (jab planter and daba), (ii) method of cultivation (intercropping and pure culture) and (iii) arrangements for intercropping (even poquet, separate planting holes). The differences between treatments are verified with the Newman-Keuls test.

The results show that the use of the jab planter reduces planting time and all farming operations 47.6 and 13.4% respectively. Jab planter is necessary to facilitate the adoption of conservation agriculture. Producers prefer the traditional hoe, but it is still a problem of technical expertise and availability of this equipment in local markets. Moreover, it appeared that the practice of intercropping reduced rate grassing. This reduction is stronger when both crops are sown together in separate planting holes at the same planting hole as traditionally practiced by producers. Reducing the level of weed did not cause a significant decrease in time weeding because the completion of the work is easier in pure culture in intercropping. However, the technical and economic performances of systems with cultural associations are higher than those of the pure culture. It is important to develop new maintenance practices cultures in the case of cultural associations.

Keywords: conservation agriculture, labor, blocks Fischer, jab planter, farming practices, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Au Burkina Faso le secteur primaire occupe plus de 86 % de la population totale et génère 40 % du PIB (agriculture 25 %, élevage 12 % et 3 % pour la foresterie et la pêche) (MAHRH, 2007). Ce secteur est dominé par l'agriculture. Il emploie presque toute la population rurale et une partie importante de la population urbaine. L'agriculture burkinabé est basée principalement sur les cultures céréalières dont les productions occupent une place importante dans les habitudes alimentaires des populations. Selon les statistiques de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) 90 % des besoins calorifiques de la population viennent de l'apport céréalier avec en moyenne 180 kg consommés par personne et par an (141 kg en ville, 186 kg à la campagne) (FAO, 2009).

Cette agriculture est aujourd'hui confrontée à de nombreux problèmes dont l'accentuation de la dégradation du capital sol causée par les activités anthropiques (SCADD, 2011). En effet, 34% du territoire, soit 9 234 500 ha des terres de production, sont dégradées pour des causes anthropiques (agriculture, élevage, tenures, bois-énergie, etc.) et climatiques. La progression de la dégradation des terres est estimée chaque année à 105 000 - 250 000 ha (SCADD, 2011).

La plupart des sols du Burkina Faso sont caractérisés par leur faible teneur en éléments nutritifs et la fertilité de ces sols s'avère un facteur plus limitatif à la production agricole que la pluviométrie. Les recherches effectuées avec ^{15}N montrent que les pertes d'azote par volatilisation sont énormes et peuvent atteindre plus de 50% de l'azote appliqué (Mughogho *et al.*, 1986; Bationo *et al.*, 1989; Christianson *et al.*, 1990; Christianson et Vlek, 1991; Bationo *et al.*, 1993). A ces problèmes de fertilité s'ajoutent d'autres contraintes telles que l'utilisation de méthodes archaïques culturales, et surtout les problèmes de main d'œuvre et d'équipement agricole (Traoré, 2010).

L'agriculture de conservation est une technique agricole visant des systèmes agricoles durables et rentables et tend à améliorer les conditions de vie des exploitants. Elle permet de pallier ces problèmes lorsque les trois principes fondamentaux sont appliqués simultanément : le travail minimal du sol, la couverture permanente du sol et la combinaison d'espèces cultivées dans le temps (rotations) ou dans l'espace (associations) (Djamen *et al.*, 2005 ; Triomphe *et al.*, 2007 ; FAO,

2008). Depuis 2009, African Conservation Tillage Network (ACT) et ses partenaires œuvrent pour la promotion de l'agriculture de conservation (AC) au Burkina Faso. La région du Centre-Nord du Burkina Faso fait partie des principales zones d'intervention de ACT.

L'introduction de la rotation et l'association des céréales avec des légumineuses fixatrices d'azote dans le cadre de l'AC peut permettre de réduire le recours aux engrais azotés minéraux, comme l'ont montré des résultats obtenus en station de recherche, et de diminuer la concurrence des adventices (INERA, 2004). Ces effets potentiels sont encore à vérifier dans la Région du Centre-Nord du Burkina Faso. Des études diagnostique menées dans la région du Centre-Nord ont montré que les associations culturales étaient déjà pratiquées par les producteurs bien avant les opérations de promotion de l'AC (ACT *et al.*, 2012). Il était apparu que les rendements de cultures associées étaient faibles et qu'une fois ses modalités améliorées, l'association culturale pouvait permettre de réduire l'enherbement et donc les travaux de sarclage qui sont des principales contraintes rencontrées par les producteurs dans la conduite de leurs cultures.

Les travaux de Bougoum (2012) ont montré que le semis sous paillage tendait à augmenter le temps de semis lorsqu'il était réalisé avec la daba traditionnelle. La mécanisation du semis avec l'introduction des équipements comme la canne planteuse qui est assez facile d'utilisation et relativement accessible aux producteurs est apparue comme une des pistes importantes à explorer pour réduire les temps de semis dans les systèmes d'agriculture de conservation. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude intitulée «**Effets de la mécanisation du semis direct sous couverture végétale et de l'association culturale sur les besoins en main d'œuvre et la gestion de l'enherbement dans la région du Centre-Nord du Burkina Faso** ».

L'objectif global de cette étude est de contribuer à l'analyse des potentialités spécifiques et combinées de la mécanisation du semis et de la pratique de l'association culturale dans la gestion de la main d'œuvre au sein des exploitations agricoles. De façon spécifique, il est question :

- D'évaluer les effets de la mécanisation du semis et des cultures en pure et en association sur les temps de travaux ;

- De réaliser une évaluation comparative du taux d'enherbement et des temps de travaux de sarclage sur les parcelles de sorgho en association et en culture pure ;
- De proposer des stratégies pour la mécanisation du travail de semis avec l'introduction de la canne planteuse.

Le présent document est subdivisé en quatre chapitres dont (i) la synthèse bibliographique, (ii) la présentation de la zone d'étude, (iii) la méthodologie et (iv) les résultats et discussions.

Chapitre 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Définition des concepts clés

1.1.1. Agriculture de Conservation

L'agriculture de conservation est un ensemble de techniques culturales destinées à maintenir le potentiel agronomique des sols, tout en conservant la productivité et la performance aux plans technique et économique. Cette agriculture écologiquement intensive est basée sur trois principes fondamentaux (Djamen *et al.*, 2005 ; Triomphe *et al.*, 2007 ; FAO, 2008) :

- La réduction ou la suppression du travail du sol ;
- La couverture permanente du sol ;
- Les rotations/associations culturales ;

La figure 1 résume les principes fondamentaux de l'agriculture de conservation.

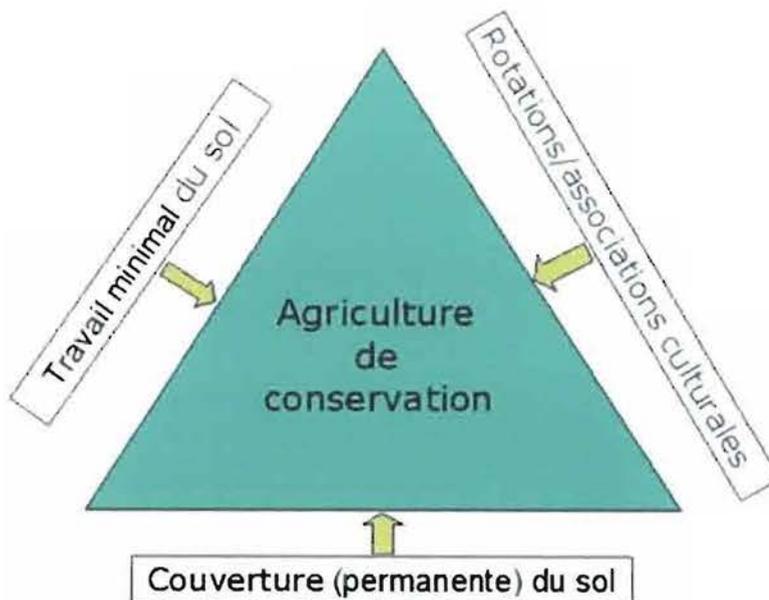


Figure 1. Principes fondamentaux de l'AC

Source : Djamen *et al.*, 2005

1.1.2. Réduction ou suppression du travail du sol (semis direct)

Le semis direct est un système conservatoire de gestion des sols et des cultures, dans lequel la semence est placée directement dans le sol qui n'est jamais travaillé (Mrabet, 2001b). Il comporte donc une seule opération, c'est-à-dire le semis. Les résidus de la récolte précédente ne sont pas enfouis par le labour mais laissés en surface. Tout en reconnaissant les avantages potentiels d'un tel système au niveau de l'installation rapide des cultures, de la réduction des temps de travaux et la réduction de l'érosion. EL-Brahli et *al.*, (1997) soulignent qu'il ne peut être durable que par la maîtrise de la propagation des mauvaises herbes.

Il existe des variantes au semis direct qui font appel à une préparation un peu plus élaborée du lit de semence. Le travail du sol se limite à un travail en bandes étroites vis-à-vis des rangs (CPVQ., 2000).

La pratique de semis direct présente de nombreux avantages que sont : le maintien de l'existence des sols (lutte contre l'érosion), l'amélioration de la capacité de production (fertilité et qualité) et la mise en valeur de la capacité productrice par des pratiques appropriées (Mrabet, 2001b). La Figure et la photo 1 présentent respectivement les différents avantages du semis direct sur les composantes de l'environnement avec l'utilisation de la canne planteuse.

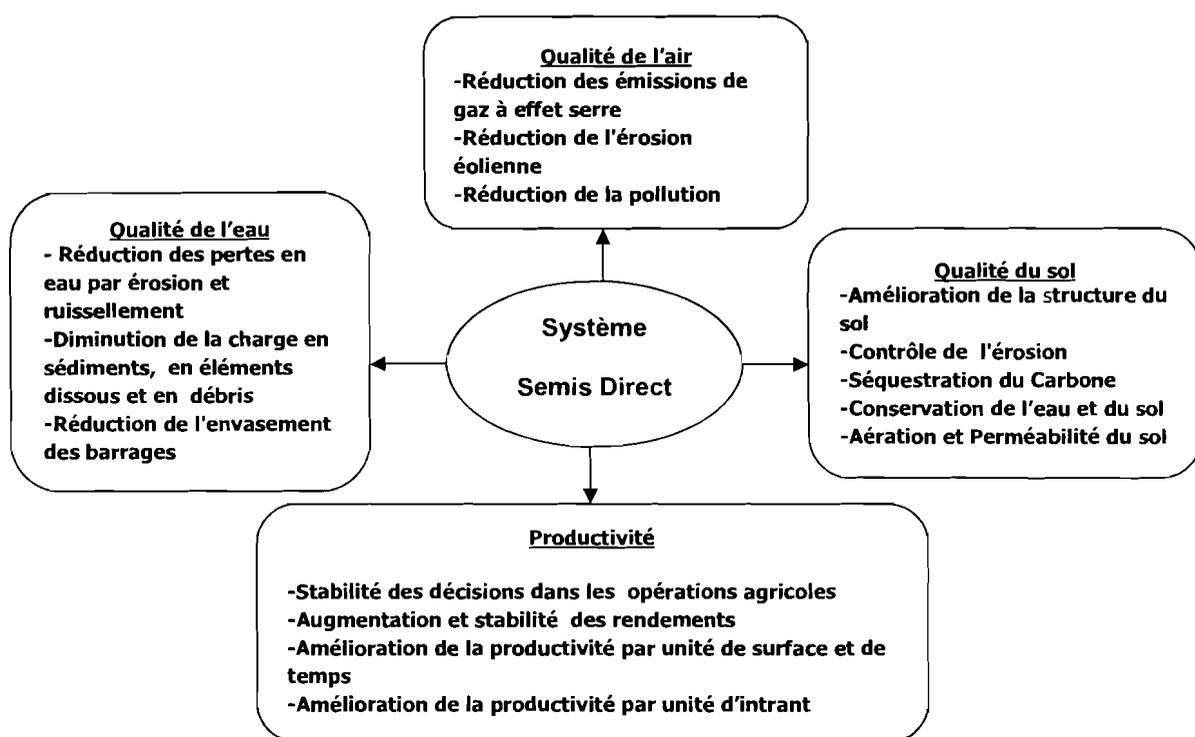


Figure 2 : Relation système semis direct, composantes de l'environnement et décisions agricoles (Mrabet, 2001a).

les feuilles de légumineuses ou de graminées vivantes, on parle alors de couverture vivante (Raunet *et al.*, 1999).

La couverture permanente du sol joue un rôle déterminant dans les systèmes de culture productifs et respectueux de l'environnement. Elle permet de protéger le sol contre les effets destructeurs de la pluie ou des rayons solaires d'où une réduction du ruissellement et de l'érosion. En outre, elle permet une séquestration de carbone contribuant à la réduction de l'émission des gaz à effet de serre. Elle contribue également à :

- augmenter la formation d'humus ;
- favoriser l'activité biologique dans le sol, en protégeant et en assurant la nutrition des macros et des micro-organismes qui y vivent ;
- créer un micro climat favorable pour le développement et la croissance optimale des racines des plantes et des organismes vivant dans le sol ;
- limiter la baisse du taux de matière organique du sol (Capillon *et Séguy.*, 2002).

La photo 2 représente une couverture du sol par les tiges de sorgho.



Photo 3 : Parcelle couverte de résidus de culture de sorgho (photo : CISSE, 2012)

La rotation des cultures implique l'alternance entre deux ou plusieurs cultures sur une durée déterminée. Elle permet : de lutter contre les organismes nuisibles (rupture du cycle vital) ; d'améliorer la structure du sol (systèmes racinaires variés) ; d'améliorer la fertilité (apport de nitrates par les légumineuses, engrais verts, composts, etc.) ; de faciliter le travail du sol (compactage réduit, érosion faible, etc.) (Traore *et al.*, 2009). La rotation culturale contribue significativement à l'amélioration de la productivité et à la conservation des ressources naturelles. En plus de la protection contre l'érosion, la rotation augmente le taux de matière organique du sol et améliore ses propriétés physiques. Elle permet aussi de lutter contre les maladies, les insectes et les mauvaises herbes (Bonté., 2010).



Photo 2 : Couverture du sol par le niébé en association avec le sorgho dans le village de Sindri (Photo : CISSE, 2012)

1.1.4. Couverture permanente du sol

Le sol est gardé couvert aussi bien en saison sèche qu'en saison pluvieuse. Il y'a deux types de couverture. La première est constituée des résidus de la récolte précédente : on parle dans ce cas de couverture morte. La seconde est formée par



Photo 1 : Des producteurs s'exerçant aux semis direct sur résidus de récolte avec la canne planteuse dans le village de Koumbia au Burkina Faso (Photo : P. DJAMEN, 2012)

1.1.3. Rotations et associations culturales

L'association des cultures implique la culture de deux plantes ou plus sur la même parcelle au même moment, en favorisant une interaction bénéfique entre différentes espèces ou variétés (Traore *et al.*, 2009). La complémentarité entre des plantes en cultures associées, sélectionnées de façon appropriée, améliore la stabilité générale du système, procurant notamment une résistance efficace contre les nuisibles, maladies et mauvaises herbes. Cette pratique a des effets positifs sur la porosité du sol et sa biodiversité, soutient les cycles des éléments nutritifs et donne de meilleurs rendements. Dans l'ensemble, cette pratique mène à une meilleure exploitation des ressources disponibles, une incidence moindre des insectes et adventices, une amélioration du niveau d'azote en présence d'une légumineuse (Traore *et al.*, 2009).

1.2. Approches de vulgarisation

Plusieurs approches de vulgarisation sont mobilisées par ACT pour promouvoir l'AC dans la région du Centre Nord à savoir les PD et CEP.

1.2.1. Parcelle de démonstration (PD)

Les parcelles de démonstration sont des parcelles d'application pour les producteurs. Elles bénéficient de l'encadrement rapproché des animateurs et des techniciens. Il convient de noter qu'une parcelle de démonstration est d'une superficie significativement réduite permettant de mieux évaluer les résultats des améliorations techniques apportées.

1.2.2. Champ école paysan (CEP)

Les champs écoles sont des parcelles choisies comme site d'apprentissage pour les membres de la communauté ou d'un groupe de producteurs. Le nombre de champs écoles mis en place dépend de l'importance des producteurs cibles mais aussi de la répartition géographique des zones de culture. Des visites d'apprentissage et d'échanges destinées au groupe de producteur sont organisées au niveau des champs écoles (PHBM, 2007).

1.3. Mécanisation du semis

La mécanisation agricole au sens large peut être définie comme l'utilisation des matériels à des fins agricoles (Houmy, 2008). La mécanisation peut se faire soit à l'extérieur de la ferme avec tous les travaux d'aménagement et de production à partir des travaux du sol jusqu'à la récolte ; soit à l'intérieur de la ferme et concerne toute la technologie pour la production animale et les opérations de transformation des produits agricoles (FAO, 2008). La mécanisation agricole englobe également la fabrication, la distribution et les réparations des machines agricoles.

La mécanisation agricole est la substitution de la main d'œuvre manuelle par celle mécanisée. Cette mécanisation intègre l'environnement technique, culturel, économique de l'utilisateur, ainsi que l'environnement écologique. Elle a pour objectif ultime de diminuer le coût de production et d'augmenter la productivité du travail et du capital mis en œuvre (Paccou, 2007).

Ainsi la mécanisation du semis consiste en l'utilisation d'un équipement manuel, à traction animale ou motorisée dans les opérations de semis dans le double but de gagner en temps et de juguler la contrainte liée au besoin de main d'œuvre. L'utilisation d'un équipement manuel, autrement appelé mécanisation manuelle est le type le plus répandu dans les petites exploitations agricoles des pays en voie de développement (Houmy, 2008). Elle correspond à l'utilisation de la force musculaire de l'homme moyennant des outils très simples. En agriculture de conservation, il existe des semoirs à traction animale ainsi que des semoirs manuels (la canne planteuse). La canne planteuse est un semoir manuel à rôle multiple : elle permet d'effectuer les opérations de semis en culture pure, d'effectuer l'association culturale dans le même poquet ou combiner le semis et d'appliquer l'engrais minéral en une seule opération. La mécanisation du semis trouve ses origines dans la volonté de réduire la pénibilité du travail, de contrôler l'érosion, de réduire les coûts de production et d'accroître les rendements (Dijkstra, 2002 ; Leturcq, 2008).

1.4. Stratégie de mécanisation du semis

La définition et les concepts de base de la stratégie de mécanisation agricole ont jusqu'à présent intéressé les auteurs intervenant dans le domaine agricole (Rijk, 1998). Cette stratégie est considérée comme un processus pour passer d'une situation donnée ressentie comme insatisfaisante à une situation future considérée comme une amélioration. Elle a pour finalité de créer un environnement adéquat dans lequel les agriculteurs et les utilisateurs finaux pourront choisir les équipements répondant à leurs besoins dans les filières durables d'approvisionnement et d'appui (Bishop, 1997).

L'agriculture de conservation se développe partout dans le monde. Cependant, la pratique du « semis direct » ou du « semis sous couvert végétal » qui en est un des principaux piliers (avec les association/rotations et la couverture du sol), reste très largement cantonné aux grandes exploitations agricoles disposant de moyens conséquents et de capacités d'investissements (Vadon *et al*, 2010).

1.5. Semoir manuel de semis direct (canne planteuse)

1.5.1. Description de la canne planteuse

La canne planteuse possède deux longs bras généralement en bois ; chaque bras porte à son centre un récipient (trémie) pouvant contenir la semence d'un côté et l'engrais de l'autre côté. Les poches présentent à leurs extrémités supérieures deux fermetures servant à empêcher le versement de la semence et de l'engrais, et les extrémités inférieures abritent un régulateur de semence et un régulateur de fertilisant. Ces régulateurs servent à laisser passer la semence et l'engrais qui seront introduits dans deux différents poquets distants de 2 cm. La figure 3 ainsi que le tableau 1 illustrent la canne planteuse et la description de ces différentes parties.

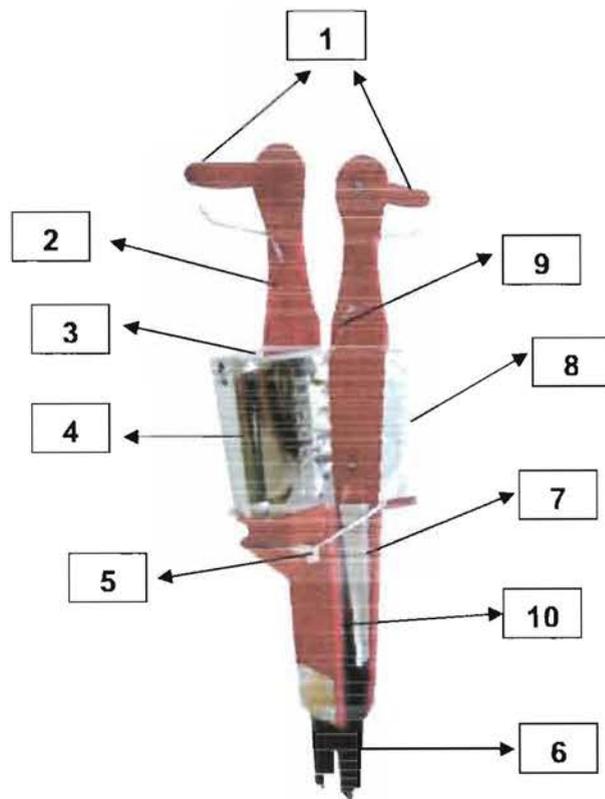


Figure 3 : la canne planteuse

Source : ACT, 2010.

Tableau 1 : Description de la canne planteuse

Les parties de la canne planteuse	Description
1	Poignée
2	Bras
3	Fermeture de trémie
4	Trémie d'engrais
5	Régulateur d'engrais
6	Rayonneur
7	Tube de semence
8	Trémie de semence
9	Chaine de contrôle
10	Tube de semence

1.5.2. Fonctionnement de la canne planteuse

La canne planteuse a été mise au point pour faciliter et accélérer les opérations de semis. C'est un outil manuel qui permet aux agriculteurs de réaliser le semis dans une position debout, à une vitesse plus rapide qu'avec les autres outils manuels (IIRR et ACT, 2005). La canne planteuse permet d'effectuer 0,7 à 1 ha de semis par jour, avec un gain de temps de 40 % pour le semis, une baisse de la pénibilité du travail de 51 % et un gain de temps d'épandage d'engrais de 91 % (Assimiou, 2012). Elle est constituée de deux longs leviers reliés par une charnière pour former un V avec un bout pointu. En fermant les leviers, le bout s'ouvre pour placer la semence et l'engrais dans le sol. La recharge de la trémie se fait simultanément grâce au mécanisme métrique. La canne est poussée dans le sol à chaque étape, permettant ainsi un espacement assez régulier entre les poquets.

1.6. Potentialités spécifique et cumulée de la mécanisation du semis

La potentialité spécifique de la mécanisation du semis consiste en l'utilisation de la canne planteuse dans les opérations de semis en culture pure. A ce niveau, seule une poche est utilisée, celle qui doit contenir la semence. Par contre les potentialités cumulées correspondent à l'utilisation simultanée des deux poches de la canne planteuse, l'une pour les semences mélangées (par exemple sorgho + niébé avec une densité de 4/5 pour le sorgho et 1/5 pour le niébé) et l'autre pour l'engrais.

1.7. Gestion de la main d'œuvre au sein des exploitations agricoles

La production agricole repose essentiellement sur une main d'œuvre familiale. Cependant près de 80% des exploitants ont recours à la main d'œuvre extérieure (Essecofy, 2011). Cette main d'œuvre extérieure est constituée de la main d'œuvre salariée et de la main d'œuvre mobilisée à travers le système d'entraide.

La main d'œuvre salariée peut être employée de façon permanente (durant toute la campagne agricole) ou temporaire (pour la réalisation de travaux spécifiques) (Essecofy, 2011).

L'AC est d'un grand intérêt pour les petites exploitations ; celles dont les moyens de production limités ne permettent pas de lever la forte contrainte de temps et de main-d'œuvre constituent une cible prioritaire (FAO, 2008). Ces insuffisances sont généralement dues à la pratique d'activités extra agricoles telles que : l'orpaillage,

l'artisanat, le commerce, qui peuvent se traduire par une faible production agricole. Cette faible participation des actifs aux activités agricoles conduit par moment à l'abandon de certaines opérations . L'application de l'agriculture de précision, qui est un concept nouveau de gestion des opérations culturales, constitue une piste pour apporter une réponse aux directives environnementales de réduction des intrants et pour rendre leur application plus précise dans l'objet d'obtenir des produits de meilleure qualité (Paccou, 2007).

L'introduction de l'AC dans une exploitation nécessite un nouveau plan de gestion de la main d'œuvre agricole car, dès les premières années, les besoins en main d'œuvre auront tendance à augmenter (Zerbo, 2012).

1.8. Enherbement et impact sur la culture

La combinaison d'espèces ou de variétés cultivées dans l'espace ou dans le temps vise à améliorer l'exploitation du profil de sol et limiter la spécialisation et la diffusion des parasites (Serpantié, 2009). En effet, les parasites causent des dommages considérables sur les cultures. La gestion des adventices nécessite une maîtrise de leurs cycles de développement ainsi que de leurs modes de multiplication. La gestion et le contrôle des adventices doivent être intégrés aux itinéraires techniques. L'objectif n'est en aucun cas de tendre vers l'éradication, mais de maîtriser leur développement pour limiter la concurrence sur les cultures (Pieur *et al.*, 2009).

En agriculture de conservation, les plantes de couverture et les rotations culturales sont les composantes principales utilisées pour combattre les adventices, les ravageurs, et les maladies (Archambeaud et Thomas, 2010).

Chapitre 2 : MATERIEL ET METHODES

I. Présentation de la zone d'étude

La présente étude a été conduite dans la Région du Centre Nord du Burkina Faso et plus précisément dans la commune rurale de Guibaré. Le projet SCAP est intervenu dans la région au niveau de trois villages de la commune à savoir les villages de Sindri, Tongtenga et Yilou. Ces villages d'intervention du projet SCAP ont été choisis en tenant compte de la diversité des situations socio-économiques et agro-écologiques.

1.1. Situation géographique

La commune rurale de Guibaré (figure 4) est située à 46 Km de Kongoussi dans la province de Bam. Cette commune est située à 13°06'00" de longitude et couvre une superficie de 672 Km².

1.1.1. Village de Yilou

Le village de Yilou (figure 4) est situé dans la commune rurale de Guibaré. Il est traversé par la route nationale (RN) n°22 et se trouve à 70 Km de Ouagadougou, 36 Km de Kongoussi et 10 Km de Guibaré (chef-lieu du département) (PDRD, 2009).

1.1.2. Village de Sindri

Le village de Sindri (figure 4) également situé dans la commune rurale de Guibaré est distant de 2 Km au Sud-ouest de Guibaré et 37 Km au Sud de Kongoussi chef-lieu de la province (PDRD, 2009).

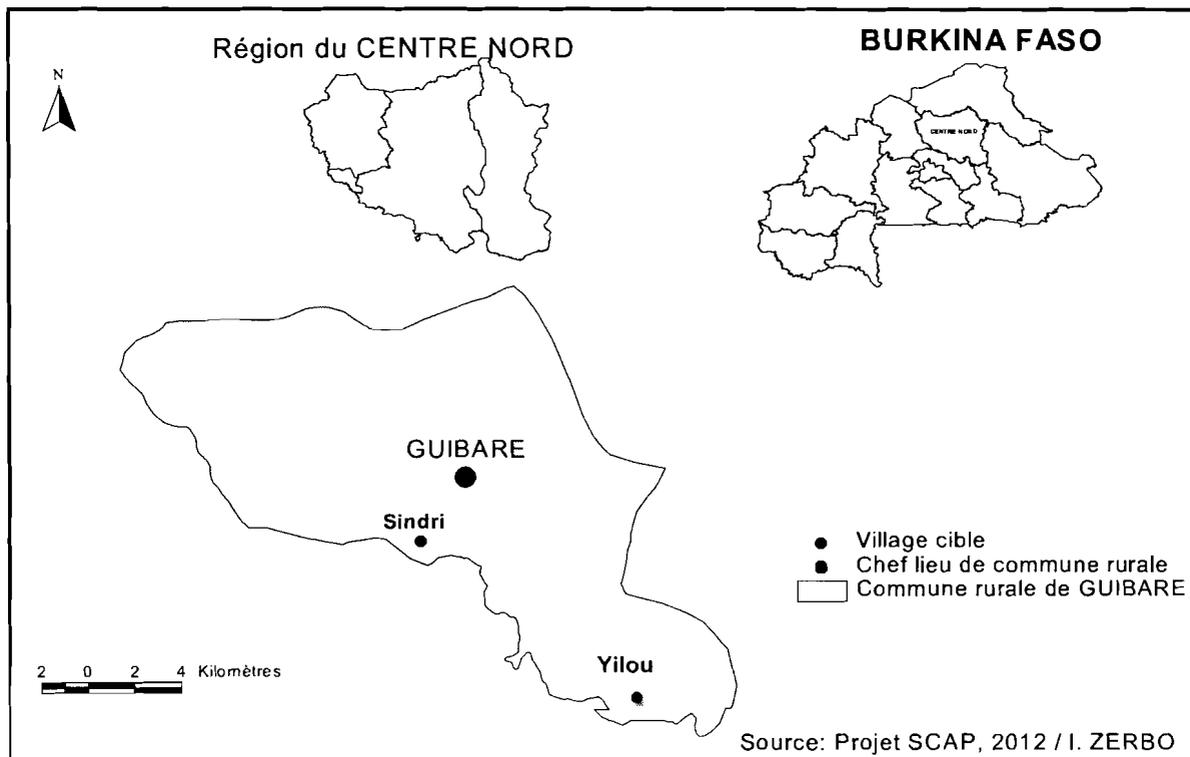


Figure 4 : Présentation de la zone d'étude

1.2. Climat

La commune rurale de Guibaré est située dans la zone sud-soudanienne avec un climat de type soudano-sahélien (Fontes et Guinko, 1995). Cette zone abrite deux saisons à savoir :

- Une saison sèche qui s'étend d'octobre à mai, avec des températures pouvant atteindre 40°C.
- Une saison de pluies généralement plus courte de quatre mois allant de juin à septembre.

Les précipitations sont irrégulières avec une répartition inégale dans l'espace et dans le temps dans la même campagne et d'une campagne à l'autre. On observe souvent des poches de sécheresse en début de saison pluvieuse et des inondations fréquentes pendant les mois de juillet et août surtout pour des terres de bas-fonds (PDRD, 2009). La pluviométrie annuelle de la zone de Guibaré est généralement inférieure à 900 mm (figure 5).

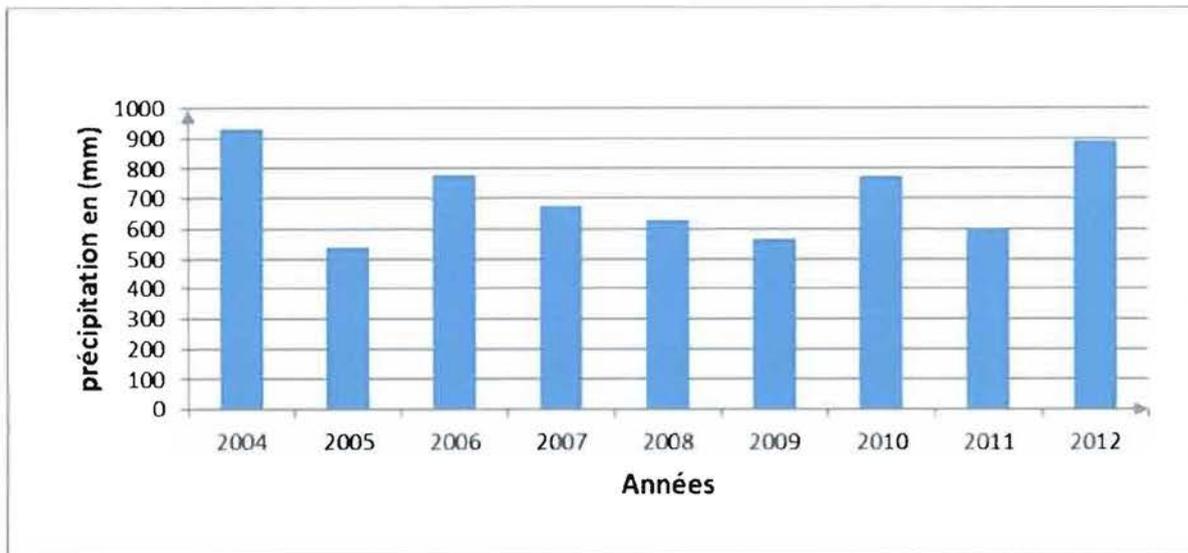


Figure 5 : Pluviométrie de la commune rurale de Guibaré entre 2004 et 2012

Source : PDRD Guibaré, 2009 et ACT, 2012

1.3. Sols

La commune rurale de Guibaré est caractérisée par des sols pauvres en phosphore, en azote et en matière organique. Les sols sont généralement soumis à une très forte érosion hydrique et éolienne à laquelle s'ajoute aussi la dégradation due à l'activité humaine (PDRD, 2009). Les principaux types de sols rencontrés sont :

Les sols sableux et gravillonneux peu épais qui occupent la majeure partie du territoire, et les sols profonds très riches (Bado et Zongo, 2009).

1.4. Végétation

La végétation de la commune rurale de Guibaré est caractérisée par la savane arbustive composée, la savane herbeuse, les steppes arbustives et des végétations clairsemées dues à l'aspect semi-aride du climat. Les espèces les plus rencontrées sont les espèces ligneuses (*Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Lannea microcarpa*, *Faidherbia albida*, *Tamarindus indica*, *Adansonia digitata*, etc).

A ces espèces ligneuses s'ajoutent de vastes superficies de *Acacia senegal* ainsi qu'un tapis herbacé très important composé de *Andropogon gayanus*, *Andropogon acinodis*, *Loudetia togoensis*, *Schoenefeldia gracilis*, *Hyptis specigera*, *Cassia tora* et *Cassia occidentalis* (PDRD, 2009).

1.5. Hydrographie

La commune de Guibaré fait partie du bassin versant du Nakarnbé où les ressources en eau de surface sont assez importantes. Le réseau hydrographique est composé de cours et de voies d'eau temporaires rencontrés sur l'ensemble de l'espace communal. Ces cours d'eau tarissent en saison sèche et ont un caractère intermittent ce qui, couplé à leur ensablement continu, rend difficile l'abreuvement du bétail et la réalisation des activités de maraîchage en saison sèche (PDRD, 2009). Ces cours d'eau représentent une potentialité non négligeable pour le développement des activités agro-sylvo-pastorales.

1.5.1. Activités socio-économiques

1.5.1.1. Agriculture

Elle correspond à la principale activité économique de la population de Guibaré. L'ensemble des exploitations agricoles pratiquent une agriculture extensive de subsistance.

La jachère a pratiquement disparu dans la zone sous l'effet de la forte pression démographique et de l'exploitation extensive du capital foncier.

Cependant, il existe certaines techniques agricoles telles la CES (Conservation des Eaux et des Sols) permettant une revalorisation des terres. Ces techniques sont entre autres le zaï, les demi-lunes et les cordons pierreux.

Les principales cultures vivrières pratiquées sont le sorgho blanc, le mil, le niébé, le maïs et le riz. Comme cultures de rente, il y a l'arachide, le sésame, le coton, et le voandzou. Dans la province du Bam, le sorgho (54%) et le mil (33%) occupent les premières places en termes de superficies emblavées (PDRD, 2009)).

1.5.1.2. Elevage

L'élevage constitue la deuxième activité économique pourvoyeuse de revenus après l'agriculture. Il est pratiqué de manière extensive et est caractérisé par les petits ruminants et les volailles qui dominent dans les effectifs. En terme d'effectifs, les volailles représentent 48% de la production suivies des caprins avec environ 23%, viennent ensuite les ovins, les bovins, les porcins, les asins, et les équins (PDRD, 2008).

Les difficultés rencontrées par les éleveurs sont liées à la méconnaissance des nouvelles techniques modernes d'élevage. A cela s'ajoutent l'insuffisance de

pâturage et de fourrage, l'insuffisance d'eau pour l'abreuvement, l'insuffisance de parcs de vaccination et l'habitat inadapté.

1.5.1.3. Commerce

La commune rurale de Guibaré est animée par trois grands marchés qui se tiennent tous les trois jours, Guibaré centre, Kondoula et Yilou, et des marchés secondaires. Ces marchés sont une occasion de rencontres et d'échanges de produits divers. Cependant, la dégradation des voies de communication pendant l'hivernage, la faible capacité d'accueil des marchés des villages et les faibles revenus des populations freinent le développement des marchés, etc.

1.5.1.4. Orpillage

Dans la commune de Guibaré, il existe une dizaine de sites aurifères. Une grande majorité de la population s'adonne à cette activité pratiquée pendant la saison sèche. Bien que l'activité procure des revenus relativement importants, elle présente cependant de nombreux inconvénients dont les problèmes de santé, le risque d'éboulements, l'abandon des activités agricoles, le départ des bras valides.

1.5.1.5. Artisanat

C'est une activité qui est pratiquée à grande échelle pendant la saison sèche et concerne entre autres : la confection des nattes, des seccos destinés à la toiture des cases, à l'installation des greniers et hangars, le tissage destiné à la confection de pagnes traditionnels, la poterie et la forge.

II. Matériel

2.1. Matériel végétal

2.1.1. Spécimens utilisés

Le matériel végétal utilisé pour tester les différents traitements est constitué d'une céréale (sorgho) et d'une légumineuse comme plante de couverture (niébé). Le choix de ces spécimens tient compte des conditions pédoclimatiques de la zone et des préférences des producteurs.

De la semence certifiée et améliorée en provenance de l'INERA a été utilisée. Les deux spéculations qui ont été utilisées dans l'expérimentation sont le sorgho (*Sorghum bicolor*, variété Kapelga) utilisé comme culture principale et le niébé (*Vigna unguiculata*, variété K VX) qui est la culture associée.

2.1.1.1. Cycle de développement des deux spéculations

Kapelga est une variété locale de sorgho blanc, mis au point au DRREA du Centre et adaptée pour la zone comprise entre les isohyètes 600 et 900 mm. Elle a un cycle semis maturité de 100 à 105 jours. Elle est rustique avec une bonne adaptation aux systèmes de culture (en culture pure et en culture associée). Son rendement moyen en milieu paysan est de 1,2 t/ha.

La variété K VX est communément appelé niébé fourrager, à une bonne potentialité de production de graine de fourrage. Elle est adaptée pour une pluviométrie annuelle comprise entre 300 et 1200 mm. Son cycle de production va de 65 à 70 jours (INERA, 2004).

2.2. Connaissance des outils utilisés

La daba est utilisée comme un facteur distinct dont on déterminera la performance dans la gestion du temps de travail et les besoins en main d'œuvre des exploitations agricoles. C'est un outil traditionnel du paysan sahélien, elle est rudimentaire, ancienne, produite et consommée dans un cadre d'économie locale. Elle permet d'effectuer les opérations de semis dans une position courbée.

La canne planteuse, nouvel équipement qui a été introduit récemment dans la zone, est un semoir manuel à rôle multiple. C'est un équipement de l'agriculture de conservation, il permet d'effectuer les opérations de semis sous couverture du sol en culture pure (monoculture) ou en culture associée (dans les mêmes poquets) et également d'épandre de l'engrais simultanément et dans des poquets séparés au moment des semis.

2.3. Matériels techniques

Les matériels techniques utilisés sur le site de référence et chez les producteurs expérimentateurs sont entre autres une fiche de suivi des cultures pour la campagne agricole 2012, des machettes et couteaux pour la récolte des panicules et des

échantillons de tiges, une balance pour la pesée des récoltes et des sacs pour le stockage des récoltes.

2.4. Fumure minérale

Les fumures minérales sont apportées aux producteurs par ACT, ces intrants sont : le NPK, il est appliqué deux semaines après le semis ; et la dose recommandée par la station de recherche INERA est de 100 kg/ha ; et l'urée épandue 45 jours après le semis à la dose de 50 kg/ha.

III. Méthodologie

3.1. Dispositif expérimental

Les dispositifs expérimentaux sont des Blocs de Fisher parfaitement randomisés. Le test fut installé sur le site de référence à Sindri avec 6 traitements et 4 répétitions/traitement (Tableau 2). Le test a également été mis en place dans les villages de Yilou et de Sindri auprès des producteurs volontaires qui disposaient de la paille de sorgho/mil sur leurs parcelles avec une seule répétition par producteur. La quantité de paille exigée est de 4 t/ha. Le test comporte des facteurs communs et des facteurs distincts.

Tableau 2 : Les traitements observés sur les parcelles

	Semis dans les mêmes poquets		Semis dans les poquets séparés
	Sorgho	Sorgho + niébé	Sorgho + niébé
Semis avec la daba	T1	T3	T5
Semis avec la canne planteuse	T2	T4	T6

- T1 : semis à la daba sorgho en culture pure (dbsgmp) ;
- T3 : semis à la daba, même poquet, sorgho + niébé (dbsnmp) ;
- T5 : semis à la daba, poquets séparés, sorgho + niébé (dbsnps) ;
- T2 : semis avec canne planteuse, sorgho en culture pure (cpsgmp) ;
- T4 : semis avec canne planteuse, même poquet, sorgho + niébé (cpsnmp) ;
- T6 : semis avec canne planteuse, poquets séparés, sorgho + niébé (cpsnps).

Les dimensions de chaque parcelle élémentaire sont de 10 m pour la longueur, 4 m pour la largeur, ce qui donne une surface de 40 m² par parcelle élémentaire ; les écartements entre les parcelles élémentaires sont de 1 m et de 2 m entre les blocs (Figure 6).

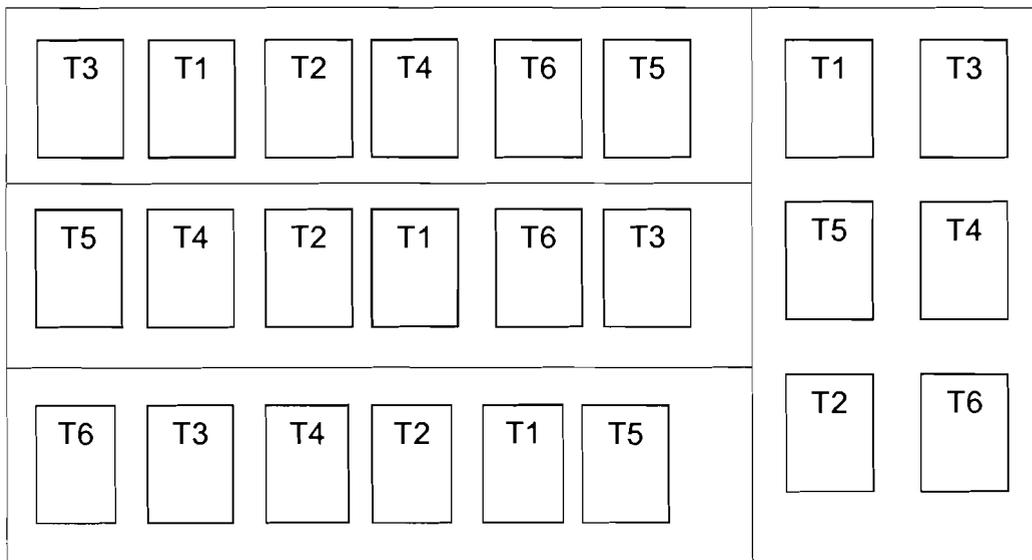


Figure 6 : Le dispositif du site de référence à Sindri

Chez les producteurs expérimentateurs, un seul bloc est mis en place par producteur. Les dimensions des parcelles sont de 10 m x 10 m, ce qui donne une superficie de 100 m² avec un écartement de 2 m entre deux parcelles consécutives.

Les facteurs communs pour ce test sont le paillage (toutes les parcelles du site de référence et chez des producteurs expérimentateurs sont paillées. La quantité de paille est de 20 kg pour les parcelles de 40 m² et 50 kg pour les parcelles de 100 m², ce qui correspond à 4 tonnes de paille à l'hectare et le semis direct). Les pailles proviennent d'une part de la campagne agricole précédente effectuée sur les mêmes parcelles et d'autre part d'autres champs.

Le dispositif comporte trois facteurs distincts qui sont le mode de semis (le semis direct), le mode de culture (culture en pure et en association) et le mode d'association (association dans les mêmes poquets et association dans les poquets séparés).

La canne planteuse, avant de commencer le semis, est calibrée afin que la quantité de semences déposée par poquet soit en moyenne de 4 à 6 graines. Dans tous les traitements, le semis s'est effectué en ligne. L'écartement entre lignes de sorgho est

de 80 cm. Dans le cas des traitements avec semis dans des poquets séparés (T5 et T6), le niébé est semé dans les interlignes du sorgho c'est-à-dire à 40 cm de part et d'autre des lignes du sorgho, deux semaines après le semis du sorgho. Dans le cas des traitements avec semis dans le même poquet (T3 et T4), les semences de sorgho et de niébé ont été mélangées dans la canne planteuse dans les proportions 4/5 pour le sorgho et 1/5 pour le niébé.

3.2. Suivi du test et collecte des données

Toutes les opérations culturales (travaux préliminaires, paillage, semis, application de fumure minérale, sarclage ainsi que les récoltes) sont effectués par les producteurs sous la supervision d'un technicien d'agriculture et du stagiaire.

La collecte des données est faite à différents niveaux, à savoir : au niveau des parcelles, des fiches de suivi sont utilisées pour déterminer l'état des cultures, les dates de levée des cultures, le taux de levée, les phénomènes observés sur les parcelles et sur les cultures, le comptage des nombres de poquets de sorgho et du niébé par parcelle, les dates et temps de travaux des opérations culturales. A cela s'ajoute la notation d'enherbement et de Striga, les indices de recouvrement du sol par la culture associée, les mesures du poids du sorgho et du niébé ainsi que la paille après les récoltes.

Auprès des producteurs, des entretiens en focus groupes ont été réalisés notamment sur l'appréciation comparée de la canne planteuse par rapport à la daba dans la gestion du temps et la pénibilité du travail. A ce niveau, les appréciations sont notées sur 10 par les producteurs ayant utilisé les deux équipements de semis. Il y a aussi eu l'appréciation par les producteurs de l'association culturale par rapport à la culture pure. Enfin, l'expertise des producteurs quant à l'association culturale dans les poquets séparés par rapport à leur pratique ancienne qu'est l'association dans le même poquet est également déterminée.

3.3. Mesure de performances des équipements utilisés et des systèmes

La performance économique de chacun des équipements de semis est calculée ainsi que celle des systèmes appliqués dans l'expérimentation. Les indicateurs de performance suivants ont permis de comparer les équipements et les traitements. Les calculs ont porté sur le produit brut (PB), la productivité brute du travail (Pw),

l'amortissement des matériels de semis. Il y a également la densité des cultures par parcelle élémentaire, l'indice de recouvrement du sol par la culture associée et le taux d'enherbement (NE) et notation de striga (NS). Les deux notations sont faites à l'aide des indicateurs suivants : les valeurs de NE varient de 1 à 5. NE = 1, les mauvaises herbes (MH) sont très rares, taux de recouvrement du sol par les MH est inférieur à 5% ; NE = 2, 25 % de la surface est recouverte de MH ; NE = 3, 50% de recouvrement ; NE = 4, 75 % de recouvrement par les MH et NE = 5, 100 % du sol est couvert par les MH. Les valeurs de NS varient de 0 à 3. NS = 0, aucun pied de striga sur parcelle de 10 m² ; NS = 1, très peu de striga, c'est-à-dire 1 à 2 pieds de striga / 10 m² ; NS = 2, infestation moyenne, 3 à 10 pieds de striga / 10 m² ; NS = 3, forte infestation de striga, plus de 10 pieds / 10 m².

3.4. Calculs économiques

3.4.1. Calculs du produit brut

Le produit brut correspond à la valeur de la production brute par parcelle élémentaire multiplié par le prix du marché.

$$\text{PB} = \sum (\text{produit } i \times \text{prix unitaire du produit } i) \quad (\text{Penot et al., 2010})$$

3.4.2. Consommation intermédiaire

La consommation intermédiaire est l'ensemble des biens et services (main d'œuvre) intégralement consommés au cours d'un cycle de production. Ces biens et services sont de l'engrais (NPK et urée) et des semences.

$$\text{CI} = \sum (\text{biens X prix unitaire du bien}) + \sum (\text{service X prix unitaire du service}).$$

$$(\text{Gafsi et al., 2007 ; Penot et al., 2010})$$

3.4.3. Valeur ajoutée brute (VAB)

La valeur ajoutée brute est égale au produit brut moins les consommations intermédiaires.

$$\text{VAB} = \text{PB} - \text{CI} \quad (\text{Penot et al., 2010})$$

3.4.5. Valorisation brute du travail (Vw)

La valorisation brute du travail est le rapport de la valeur ajoutée brute par le temps total pour sa réalisation. Elle permet d'identifier le traitement qui mobilise un minimum de temps en produisant un maximum de richesse.

$$V_w = \frac{\text{VAB du système}}{\text{temps de travail total du système}} \quad (\text{Penot et al., 2010})$$

3.4.6. Amortissement

La canne planteuse et la daba utilisées au cours de l'expérimentation par les producteurs s'usent au bout d'un temps donné. Cette usure a un coup d'amortissement.

$$Am = \frac{\text{prix actuels}}{\text{nombre d'années d'utilisation}} \quad (\text{Gafsi et al., 2007})$$

3.5. Analyse des données

Les données collectées sont introduites dans une base de donnée Microsoft Access d'une part, et d'autre part dans Microsoft Excel afin de pouvoir effectuer les calculs élémentaires (sommés, moyennes, écart types).

Le logiciel Genstat Discovery a été utilisé pour les analyses statistiques (calculs de variance au taux de signification au seuil de 5%).

Le logiciel Arc view a été utilisé pour réaliser la carte de la commune rurale de Guibaré.

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Résultats

3.1.1. Mécanisation du semis des cultures en pure et en association sur les temps de travaux

L'analyse des variances montre que la canne planteuse utilisée en culture pure permet un gain de temps par rapport à la daba d'une part et par rapport à l'association culturale avec l'utilisation des deux équipement de semis d'autre part (tableau 3).

Tableau 3 : Récapitulatif et détail des temps de travaux par opérations culturales (hj/ha)

Traitement	Semis						Application NPK	Resemis CA	Resemis CP	App. urée	Récolte		Total
	Semis CP	CA	Sarcl 1	Sarcl 2	Sarcl 3	Démariage					CA	CP	
T1	10,7	0,0	10,3	6,9	0,5	1,7	5,6	0,0	5,9	4,7	0,0	17,9	64,1 b
T2	5,6	0,0	10,0	6,1	0,8	4,9	6,6	0,0	1,2	5,0	0,0	15,2	55,5 a
T3	12,3	0,0	10,2	8,6	0,7	0,6	6,8	0,3	7,7	5,4	10,3	19,7	82,7 cd
T4	6,8	0,0	9,4	6,4	0,7	4,0	5,5	0,0	3,3	5,8	9,8	22,4	74,1 c
T5	9,8	8,6	10,7	6,3	1,0	0,8	4,6	0,4	5,6	6,4	12,8	22,5	89,7 d
T6	5,4	5,3	9,3	7,3	1,0	1,6	4,1	0,0	2,9	6,7	14,5	23,7	81,7 cd

Légende : CP : culture principale ; CA : culture associée ; sarcl : sarclage ; T1 : daba, sorgho en culture pure ; T2 : canne planteuse sorgho en culture pure ; T3 daba association sorgho + niébé même poquet ; T4 canne planteuse association sorgho + niébé même poquet ; T5 daba association sorgho + niébé poquets différents ; T6 : canne planteuse association sorgho + niébé poquets différents. Les lettres (a, b, c et d) indiquent les différentes classes de significativité au seuil de 5 %, selon le test Student-Newman-Keuls.

Avec toutes les opérations culturales (semis, resemis, sarclage, récolte), la demande en main d'œuvre sur parcelle où la canne planteuse fut utilisée était de 55,5 hj/ha. Par contre la daba nécessite un travail de 64,1 hj avec les mêmes opérations culturales. Cette différence est significative au seuil de 5 %. La canne planteuse utilisée en culture pure donne de meilleurs résultats par rapport aux autres traitements (T3, T4, T5 et T6).

L'association culturale dans les poquets séparés donne des résultats meilleurs que l'association dans les mêmes poquets. Cependant, ces différences ne sont pas significatives quel que soit l'équipement utilisé. Dans les cas où le sorgho et le niébé sont associés dans les mêmes poquets, la demande en main d'œuvre avec la canne planteuse est de 74,1 hj/ha contre 82,7 hj/ha pour la daba. Par contre en association dans les poquets séparés, la canne planteuse demande un travail de 81,7 hj/ha et la daba en demande 89,7 hj/ha. La non significativité de la différence entre T3, T4, T5 et T6 est due au temps nécessaire pour les autres travaux dont le sarclage, l'application de NPK et urée, le démariage et surtout les temps de récolte de la culture associée (niébé). Ces opérations ont influencé de manière significative le temps total des opérations culturales. Le temps de récolte de la culture associée (niébé) occupe à lui seul près de 14% des temps totaux, soit en moyenne 11 hj/ha. Le Tableau 3 donne les temps des différentes opérations culturales en fonction des traitements.

3.1.2. Besoin en main d'œuvre des opérations culturales spécifiques

3.1.2.1. Utilisation de la canne planteuse et la daba pour le semis

La canne planteuse, lorsqu'elle est utilisée pour effectuer les opérations de semis, permet un gain de temps par rapport à la daba (Tableau 4).

Tableau 4 : Temps de semis (hj/ha) avec la canne planteuse et la daba

Traitements	T1	T2	T3	T4	T5	T6	moyenne
Semis CP	10,7	5,6	12,3	6,8	9,8	5,4	
Semis CA	-	-	-	-	8,6	5,3	
Resemis CA	-	-	0,3	-	0,4	-	
Resemis CP	5,9	1,2	7,7	3,3	5,6	2,9	
Total semis	16,6	6,8	20,3	10,1	24,4	13,6	15

CP = culture principale ; CA = culture associée T1 : daba, sorgho en culture pure ; T2 : canne planteuse sorgho en culture pure ; T3 daba association sorgho + niébé même poquet ; T4 canne planteuse association sorgho + niébé même poquet ; T5 daba association sorgho + niébé poquets différents ; T6 : canne planteuse association sorgho + niébé poquets différents ; - = espace vide

Le semis à la canne planteuse nécessite 6,8 hj/ha quand la daba demande 16,6 hj/ha en culture pure ; 10,1 hj/ha en culture associée dans les mêmes poquets avec la canne planteuse et 20,3 hj/ha pour la daba et 13,6 hj/ha avec l'utilisation de la canne planteuse en association culturale dans les poquets séparés contre 24,4 pour la daba (Tableau 4). En somme, il y a des différences significatives quelle que soit la modalité culturale avec l'utilisation de la canne planteuse et la daba. La canne planteuse permet un gain de plus de 50% de temps de semis que la daba. Le temps de semis moyenne des traitements occupe plus de 15 hj/ha soit 20% des opérations culturales.

3.1.2.2. Demande en main d'œuvre pour le démariage et le sarclage

Les temps de démariage et de sarclage combinés sont approximativement les mêmes quels que soient l'équipement utilisé et la modalité culturale appliquée. Il n'y a donc pas de différence significative pour les temps de démariage et du sarclage entre les différents traitements. Toutefois, un temps de démariage et sarclage représentant près de 27 % du temps total des opérations culturales soit 20 hj/ha en moyenne a été enregistré (Tableau 5).

Tableau 5 : Temps de sarclage et du démariage en fonction des traitements (hj/ha).

Traitement	T1	T2	T3	T4	T5	T6	moyenne
Sarclage 1	10,3	10,0	10,2	9,4	10,7	9,3	
Sarclage 2	6,9	6,1	8,6	6,4	6,3	7,3	
Sarclage3	0,5	0,8	0,7	0,7	1,0	1,0	
Démariage 1	1,7	4,9	0,6	4,0	0,8	1,6	
Total	19,4	21,8	20,1	20,5	18,8	19,2	20

T1 : daba, sorgho en culture pure ; T2 : canne planteuse sorgho en culture pure ; T3 daba association sorgho + niébé même poquet ; T4 canne planteuse association sorgho + niébé même poquet ; T5 daba association sorgho + niébé poquets différents ; T6 : canne planteuse association sorgho + niébé poquets différents

3.1.2.3. Demande en main d'œuvre pour l'utilisation d'intrants fertilisants

L'utilisation des intrants tels que le NPK et l'urée nécessite un travail de 11 hj/ha en moyenne quel que soit l'équipement utilisé et la modalité culturale effectuée, soit un taux de 15 % du temps des opérations culturales (Tableau 6). Ces intrants sont appliqués manuellement à différentes dates nécessitant la disponibilité de main d'œuvre. C'est l'opération qui demande le moins de main d'œuvre par rapport aux autres opérations culturales.

Tableau 6: Temps d'utilisation d'intrants fertilisants (hj/ha)

Traitement	T1	T2	T3	T4	T5	T6	moyenne
Application NPK	5,6	6,6	6,8	5,5	4,6	4,1	
Application urée	4,7	5,0	5,4	5,8	6,5	6,7	
Total	10,3	11,6	12,2	11,3	11,1	10,8	11

T1 : daba, sorgho en culture pure ; T2 : canne planteuse sorgho en culture pure ; T3 daba association sorgho + niébé même poquet ; T4 canne planteuse association sorgho + niébé même poquet ; T5 daba association sorgho + niébé poquets différents ; T6 : canne planteuse association sorgho + niébé poquets différents

3.1.2.4. Besoin en main d'œuvre pour la récolte

La récolte des deux spéculations nécessite un temps important qui varie en fonction des modalités culturales. Le temps de récolte en culture pure est plus faible, soit 15,6 hj/ha avec l'utilisation de la canne planteuse et 17,9 hj/ha pour le traitement où la daba fût utilisée (Tableau 7 : Temps de travail nécessaire pour les travaux de récolte

(hj/ha)). Le temps de récolte en culture associée varie de 30 hj/ha à 32,2 hj/ha avec respectivement l'utilisation de la daba et la canne planteuse utilisés pour effectuer le semis dans les mêmes poquets et, 35,2 hj/ha et 38,2 hj/ha pour l'utilisation respective de la daba et la canne planteuse en association culturale dans les poquets séparés. Il existe cependant des différences significatives entre le temps de récolte en culture pure et en culture associée due à l'absence de la culture associée sur les parcelles en pure et des différences non significatives au sein de la culture associée (dans les mêmes poquets et dans les poquets séparés). L'importance du temps de récolte en association culturale avec l'utilisation de la canne planteuse s'explique par une forte densité du sorgho et du niébé avec une production importante de ces cultures. La moyenne du temps de récolte par rapport au temps total des opérations culturales donne un taux de 38%. La récolte est donc l'opération culturale qui demande le plus de main d'œuvre.

Tableau 7 : Temps de travail nécessaire pour les travaux de récolte (hj/ha)

Traitement	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Moyenne
Récolte CA	-	-	10,3	9,8	12,7	14,5	
Récolte CP	17,7	15,2	19,7	22,4	22,5	23,7	
Total	17,7	15,2	30,0	32,2	35,2	38,2	28,1

T1 : daba, sorgho en culture pure ; T2 : canne planteuse sorgho en culture pure ; T3 daba association sorgho + niébé même poquet ; T4 canne planteuse association sorgho + niébé même poquet ; T5 daba association sorgho + niébé poquets différents ; T6 : canne planteuse association sorgho + niébé poquets différents ; - = espace vide

3.1.2.5. Conclusion partielle sur le temps des opérations culturales

Le classement des opérations culturales selon la durée est par ordre décroissant: la récolte, le démariage et sarclage, le semis et l'application d'engrais avec des pourcentages respectifs pour la demande en main d'œuvre de 38, 27, 20 et 15 %. Cependant, avec la canne planteuse qui permet de réduire le temps de semis de moitié par rapport à la daba, lorsqu'elle est utilisée pour effectuer le semis, le temps de semis devient plus faible que le temps total des autres opérations culturales soit 10,2 hj/ha qui équivaut à un taux de 14% du temps des opérations culturales. La Figure 7 représente les pourcentages des temps des opérations culturales.

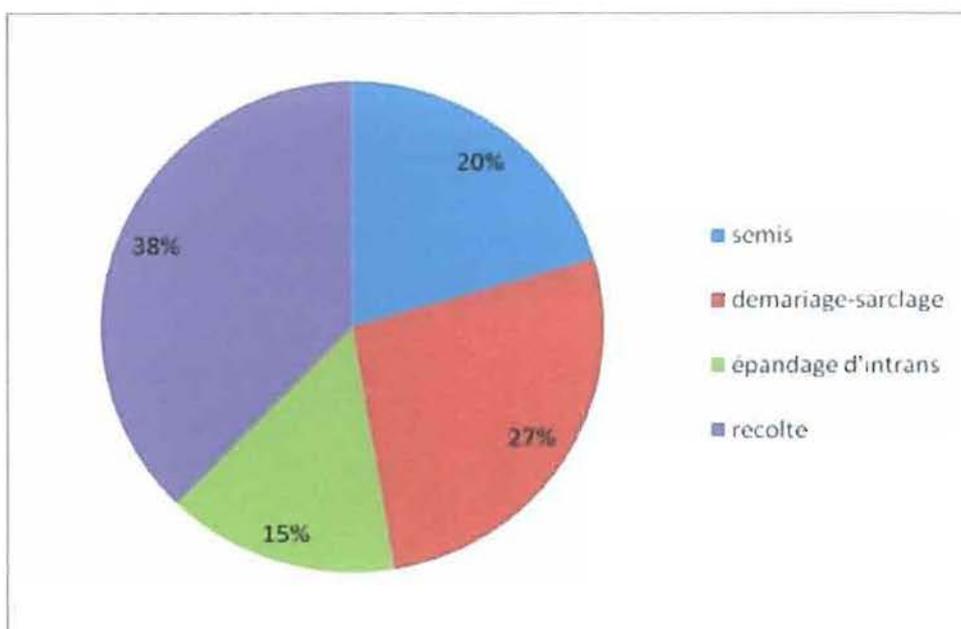


Figure 7 : Répartition du temps des travaux selon les opérations culturales

3.1.2.6. Rendements grains sorgho

Après l'analyse de variance, du résultat des rendements du sorgho obtenus par traitement montrent des différences significatives entre certains traitements et des différences non significatives entre d'autres. Les systèmes les plus productifs sont les traitements T2, T1 et T6 avec les rendements respectifs de l'ordre de 1877, 1742 et 1681 kg/ha. Par contre, les rendements les plus faibles sont observés avec les systèmes dont les traitements sont les suivants : T5, T4 et T3 avec des rendements respectifs de 1124, 1261 et 1550 kg/ha. La figure 7 représente les moyennes des rendements de sorgho par traitement. Les rendements varient non seulement selon les modalités de culture mais aussi en fonction des équipements du semis utilisés.

Les rendements de sorgho obtenus en culture pure sont nettement supérieurs à ceux obtenus en association culturale indépendamment des types d'équipements utilisés. Ils sont de 1877 kg/ha et 1742 kg/ha en pure avec l'utilisation respective de la canne planteuse et la daba contre 1124 kg/ha et 1261 kg/ha en culture associée selon la pratique paysanne (association culturale dans les mêmes poquets).

Les rendements diffèrent également en fonction du mode d'association. En association dans les poquets séparés, le rendement du sorgho est plus élevé qu'en association dans les mêmes poquets. Les rendements du sorgho en association dans les mêmes poquets sont de 1 681 kg et de 1 550 kg pour l'association dans les poquets séparés avec l'utilisation respectivement de la canne planteuse et de la daba. Ainsi, lorsque deux ou plusieurs cultures cohabitent ensemble, ces cultures engendrent des concurrences quant à l'utilisation des éléments nutritifs du sol ainsi que l'eau du sol (Figure 8).

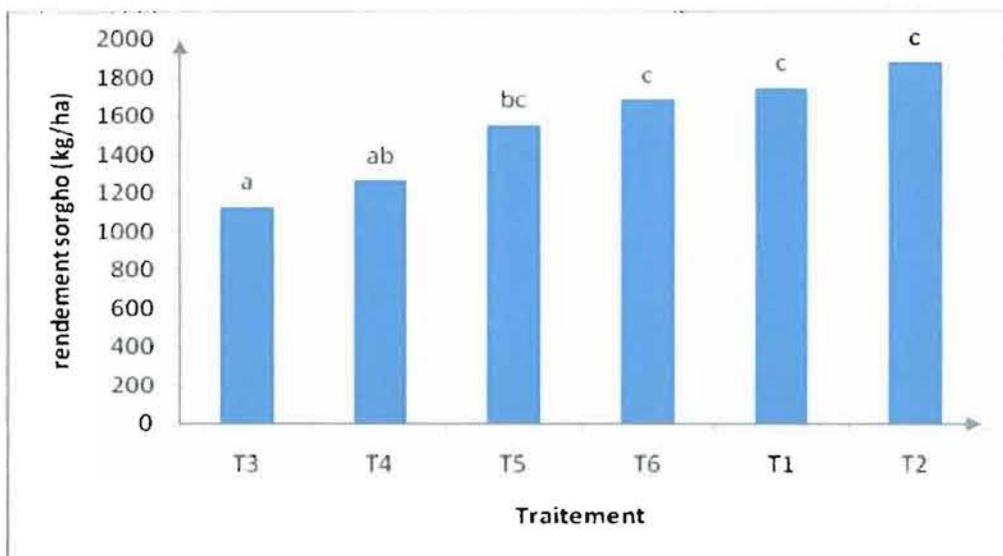


Figure 8 : Rendements grain sorgho

T1 : daba, sorgho en culture pure ; T2 : canne planteuse sorgho en culture pure ; T3 daba association sorgho + niébé même poquet ; T4 canne planteuse association sorgho + niébé même poquet ; T5 daba association sorgho + niébé poquets différents ; T6 : canne planteuse association sorgho + niébé poquets différents. Les lettres (a, b, c et d) indiquent les différentes classes de significativité au seuil de 5 %, selon le test Student-Newman-Keuls.

3.1.2.7. Rendement grains du niébé en culture associée

Les rendements du niébé ont concerné les 4 traitements en association. Il existe des différences significatives selon le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5% entre certains traitements (Tableau 8).

Tableau 8 rendement niébé (kg/ha)

Traitements	T3	T4	T5	T6
Rendements	220,4a	266,7a	399,2b	477,4b

T3 daba association sorgho + niébé même poquet ; T4 canne planteuse association sorgho + niébé même poquet ; T5 daba association sorgho + niébé poquets différents ; T6 : canne planteuse association sorgho + niébé poquets différents. Les lettres (a, b, c et d) indiquent les différentes classes de significativité au seuil de 5 %, selon le test Student-Newman-Keuls.

En association culturale dans les mêmes poquets, le niébé enregistre les plus faibles rendements soient 220,42 kg/ha et 266,67 kg/ha pour respectivement T3 et T4. En association culturale dans les poquets séparés il enregistre un rendement plus élevé, soit 399,17 kg/ha et 477,41 kg/ha pour les traitements T5 et T6. Il y a un accroissement de près de 50 % du rendement du niébé en culture associée dans les poquets séparés qu'en culture associée dans les mêmes poquets quel que soit l'équipement utilisé. Ces différences sont dues d'une part à la présence des compétitions entre les cultures en association dans les mêmes poquets et d'autre part à l'épanouissement des cultures en association dans les poquets séparés. Cependant il existe des différences non significatives au sein des mêmes modalités culturales avec l'utilisation des équipements différents. En association dans les mêmes poquets la daba donne un résultat similaire à la canne planteuse (T3 et T4), idem pour associations culturales dans les poquets séparés avec l'utilisation des mêmes équipements (Tableau 8).

3.1.2.8. Rendement en paille de sorgho

Le rendement en paille de sorgho des différents traitements donne d'une part des différences significatives entre certains traitements et d'autre part des différences non significatives entre d'autres. Ces pailles ont enregistré des rendements supérieurs à ceux des grains. Les traitements qui enregistrent les plus faibles rendements en paille sont T3 et T4 soit en moyenne respective identique de 4229,4

kg/ha pour les deux traitements. Par contre les rendements les plus élevés sont obtenus avec les traitements T5 et T6 soit des moyens respectifs de 6082 kg/ha et 5538,2 kg/ha.

Tableau 9 : Rendement en paille du sorgho (kg/ha)

traitement	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Moyenne	5213,3ab	5376,7ab	4229,4a	4229,4a	6082,0b	5538,2ab

T1 : daba, sorgho en culture pure ; T2 : canne planteuse sorgho en culture pure ; T3 daba association sorgho + niébé même poquet ; T4 canne planteuse association sorgho + niébé même poquet ; T5 daba association sorgho + niébé poquets différents ; T6 : canne planteuse association sorgho + niébé poquets différents. Les lettres (a, b, c et d) indiquent les différentes classes de significativité au seuil de 5 %, selon le test Student-Newman-Keuls.

3.1.3. Performance des systèmes

3.1.3.1. Performance des équipements et de la modalité culturale

La canne planteuse qui est l'un des facteurs distincts du test donne en culture pure un rendement approximativement égal à celui obtenu avec la daba en culture pure. Par contre, les deux équipements ont fourni un temps de travail relativement faible par rapport aux autres modalités culturales. En association culturale dans les mêmes poquets, les rendements cumulés du sorgho et du niébé sont nettement inférieurs à ceux obtenus en culture pure et en culture associée dans les poquets séparés. En association culturale dans les poquets séparés la canne planteuse nécessite un temps plus important à cause du semis des deux spéculations à différentes dates.

La canne planteuse utilisée en culture associée dans les poquets séparés (T6) donne un rendement du sorgho approximativement égal à celui de la daba utilisée en culture pure (T1) (Figure 9).

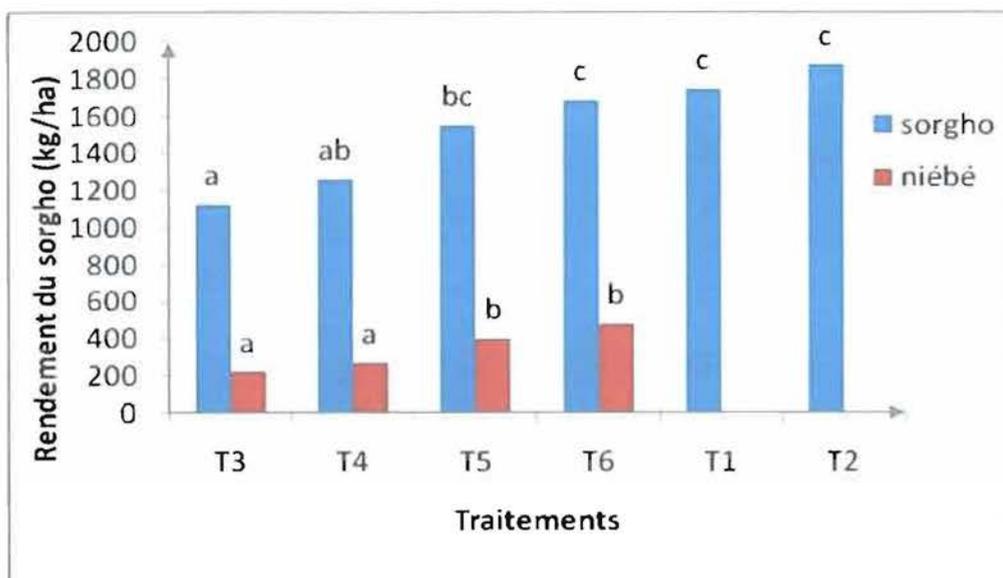


Figure 9 : Rendement en grain du sorgho et du niébé

T1 : daba, sorgho en culture pure ; T2 : canne planteuse sorgho en culture pure ; T3 daba association sorgho + niébé même poquet ; T4 canne planteuse association sorgho + niébé même poquet ; T5 daba association sorgho + niébé poquets différents ; T6 : canne planteuse association sorgho + niébé poquets différents.

Les lettres (a, b, c et d) indiquent les différentes classes de significativité au seuil de 5 %, selon le test Student-Newman-Keuls.

Le rendement du niébé obtenu avec le traitement T6 est considéré comme un surplus de rendement. Cependant, les effets cumulés de la canne planteuse permettent un gain considérable tant pour le rendement cumulé des deux cultures en association que pour les valeurs économiques.

3.1.3.2. Densité des cultures sur les parcelles

Les levées du sorgho en culture pure et en culture associée sont assez homogènes avec une moyenne de 25 000 poquets/ha. En association dans les mêmes poquets la densité du niébé est plus faible qu'en association dans les poquets séparés. Ces densités sont respectivement 3 750 poquets/ha pour le T3 et 5 400 poquets/ha pour le traitement T4.

En association dans les poquets séparés le nombre de poquets de niébé est de 9 000 poquets/ha pour T5 et de 13 000 poquets/ha pour T6 (Tableau 10).

Tableau 10 : Densité (nombre de poquets/ha) de sorgho et de niébé

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Sorgho	25 875	26 400	26 550	22 200	24 000	23 700
Niébé	-	-	3 750	5 400	9 000	13 350

T1 : daba, sorgho en culture pure ; T2 : canne planteuse sorgho en culture pure ; T3 daba association sorgho + niébé même poquet ; T4 canne planteuse association sorgho + niébé même poquet ; T5 daba association sorgho + niébé poquets différents ; T6 : canne planteuse association sorgho + niébé poquets différents ; - = espace vide

3.1.3.3. Performance économique des systèmes

Les valeurs économiques des traitements diffèrent en fonction des modalités culturales ainsi qu'en fonction des équipements utilisés (Tableau 11).

Tableau 11. Performances économiques des différents systèmes

Traitement	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rdt Sg (kg/ha)	1 742	1 877	1 124	1 261	1 550	1 681
Rdt Nb (kg/ha)	-	-	220,4	266,7	399,2	477,4
PB Sg (FCFA/ha)	304 850	328 475	196 700	220 675	271 250	263 917
PB nb (FCFA/ha)	-	-	60 610	73 345	109 780	131 285
PB total (FCFA/ha)	304 850	328 475	257 310	294 020	381 030	395 202
CI (FCFA/ha)	47 200	47 200	56 200	56 200	56 200	56 200
VA (FCF/ha)	257 650	281 275	201 110	237 820	324 830	339 002
Tps de travail (hj/ha)	64,08	55,46	82,66	74,14	89,72	81,72
Valorisation du travail (F CFA/hj)	3 974	5 072	2 433	3 208	3 621	4 148

Légende : T = traitement ; Rdt = rendement ; Sg = sorgho ; Nb = niébé ; PB = produit brut ; CI= consommation intermédiaire VA = valeur ajoutée ; Tps = temps

a. Produit brut (PB)

Le produit brut est la valeur de la production brute agricole, estimée au prix du marché. Il permet de comparer la valeur monétaire de la production des différents systèmes (Tableau 11). Les traitements combinant l'association culturale dans les poquets séparés (T5 et T6) donnent de meilleurs résultats par rapport à l'association dans les mêmes poquets (T3 et T4) et en culture pure (T1 et T2). Les traitements T6 et T5 donnent des valeurs respectives de 395 202 FCFA et de 381 030 FCFA. Le traitement T3 qui est l'association culturale dans les mêmes poquets avec l'utilisation de la daba donne le plus faible produit brut qui est de 257 310 FCFA.

b. Consommation intermédiaire (CI)

La consommation intermédiaire concerne les prix des intrants utilisés (NPK, urée, semence de sorgho et de niébé) à l'hectare multiplié par le prix du kilogramme. Ces coûts sont identiques en culture pure avec l'utilisation de la canne planteuse et la daba d'une part soit 47 200 FCFA, et également identiques entre les associations dans les mêmes poquets d'une part et dans les poquets séparés d'autre part avec une consommation intermédiaire de 56 200 FCFA à l'hectare.

c. Valeur ajoutée (VA)

Les traitements par ordre de grandeur de valeur ajoutée sont : T6, T5, T2, T1, T4 et T3. Ainsi l'association culturale dans les poquets séparés avec l'utilisation de la canne planteuse (T6) donne le meilleur résultat par rapport aux autres traitements. Ces résultats sont consignés dans le Tableau 11.

3.1.3.4. Valorisation du temps de travail

Les valeurs économiques des traitements diffèrent en fonction des modalités culturales ainsi qu'en fonction des équipements utilisés (Tableau 11).

Tableau 11, est plus importante avec les traitements T2 et T6 qui enregistrent respectivement des valeurs de 5 072 FCFA/hj et 4 148 FCFA/hj. La productivité du travail est la plus faible pour le traitement T3 qui enregistre une valeur de 2 433 FCFA/hj. La canne planteuse utilisée en culture pure et en culture associée dans les poquets séparés valorise le mieux les temps de travaux par rapport aux autres traitements. Cette valorisation de temps de travaux est surtout liée au temps de

travaux effectués donc la canne planteuse au moment du semis et les rendements élevés pour les traitements T2 et T6.

3.1.4. Appréciation paysanne des équipements de semis

3.1.4.1. Avantages des deux équipements de semis

a. Canne planteuse

Les producteurs ont évoqué que la canne planteuse permet de réduire de manière significative les temps de travaux. Elle permet d'effectuer les opérations de semis dans une position debout, les semences sont introduites dans les poquets de façon « automatique et rationnelle », le système de calibrage permet d'avoir des quantités homogènes de semences dans les différents poquets. Par ailleurs, la canne planteuse présente aussi l'intérêt potentiel de permettre l'application de l'engrais de fond (NPK) au moment du semis. La pénibilité du travail est également réduite. Ce gain de temps au moment du semis servira aux producteurs pour être en avance par rapport aux autres producteurs ayant utilisé la daba. Les semis effectués à la canne planteuse ne sont pas facilement accessibles par des ravageurs.

b. Daba

La daba, bien qu'elle soit dépréciée par les producteurs, présente cependant les avantages suivants : l'accessibilité facile, le coût d'acquisition abordable, une résistance forte aux chocs physiques et une manipulation facile.

3.1.4.2. Inconvénients des deux équipements de semis

Pour les producteurs, la pratique de la canne planteuse requiert une formation car elle présente quelques difficultés pendant les opérations de semis. Elle présente de nombreux inconvénients lorsqu'elle est utilisée pour effectuer les opérations de semis direct sous paillage (Tableau 12).

Tableau 12 : Contraintes des deux équipements

	Contraintes
Canne planteuse	<ul style="list-style-type: none">- Après les premières pluies, si le sol est trop humide, la profondeur de semis peut varier (généralement très profond) et cela pourra créer une mauvaise levée de la culture en question ;- Les orifices de la canne planteuse peuvent être bouchés si elle est utilisée sur des sols très humides ;- Le système de calibrage pose souvent de problème pour la précision ;- La maîtrise de la technique pour éviter les pertes de semence est difficile.- C'est un équipement qui a une durée de vie de 5 ans avec un coût d'acquisition élevé (environ 40 000 frs).
Daba	<ul style="list-style-type: none">- Les difficultés du semis sous paillage ;- Les accidents de travaux pendant le semis ;- L'augmentation du temps du semis ;- Les semences peuvent être facilement déterrées par les ravageurs ;- Une utilisation prolongée peut causer des problèmes de santé (mal de dos) ;- La nécessité d'une main d'œuvre importante.

3.1.5. Gestion des adventices par la culture associée

3.1.5.1. Indice de recouvrement du sol par la niébé

Le niébé permet un recouvrement important du sol lorsque les conditions pluviométriques et pédologiques lui sont favorables. Le suivi du taux de recouvrement du sol par le niébé est fait toutes les deux semaines du semis jusqu'à la récolte. Les moyennes de ces taux de recouvrement sont présentées dans le tableau 13. Le recouvrement du sol par le niébé a permis de réduire le taux des adventices sur les différentes parcelles en association. Cela a eu pour conséquence la limitation des compétitions entre le sorgho et les mauvaises herbes et surtout le *striga hermontica*. Le taux de recouvrement le plus important est obtenu avec l'association dans les poquets séparés où le niébé fut semé en interligne deux semaines après le sorgho. Du semis à la récolte en association dans les poquets séparés, le niébé donne un taux de recouvrement moyen cumulé des différentes

dates de 46,6% contre 22,4% en association dans les mêmes poquets (Tableau 13). L'optimum de recouvrement est obtenu au 65^{ème} jour après le semis.

Tableau 13 : Taux de recouvrement (%) par la plante de couverture (niébé)

Traitement	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Moyenne	0	0	19,3	26,6	48	45,4

T1 : daba, sorgho en culture pure ; T2 : canne planteuse sorgho en culture pure ; T3 daba association sorgho + niébé même poquet ; T4 canne planteuse association sorgho + niébé même poquet ; T5 daba association sorgho + niébé poquets différents ; T6 : canne planteuse association sorgho + niébé poquets différents

3.1.5.2. Notation de striga

Striga hermontica est une plante parasite qui vit aux dépens du sorgho. Ce parasite cause une baisse considérable du rendement du sorgho. Le taux de striga enregistré en culture pure est plus élevé qu'en culture associée. La culture pure enregistre des taux moyens de 2,2/3 et 2,1/3 respectivement pour T1 et T2. Les plus faibles taux de striga sont obtenus pour les traitements T5 et T6 avec des valeurs respectives de 1/3 et 1/3. Ces différences sont dues en partie au recouvrement des sols par la culture associée qui empêche le développement du *striga hermontica*. En culture associée dans les poquets séparés, jusqu'à une période avancée (30 jours après semis), il n'y a pas l'apparition de *striga hermontica*. Ce n'est qu'au 45^{ème} jour que le *striga* commence à apparaître sur les parcelles. Le Tableau 14 représente les notations de striga à différentes dates après le semis.

Tableau 14 : Notation de striga

Intitulé traitement	Semis	15jas	30jas	45jas	70jas	Récolte
T1	0	0	0,5	1,3	1,5	2,1
T2	0	0	0,2	1	1,4	2,2
T3	0	0	0,1	0,4	1,1	1,5
T4	0	0	0,1	0,7	0,9	1
T5	0	0	0	0,3	1	1
T6	0	0	0	0,3	0,5	1

T1 : daba, sorgho en culture pure ; T2 : canne planteuse sorgho en culture pure ; T3 daba association sorgho + niébé même poquet ; T4 canne planteuse association sorgho + niébé même poquet ; T5 daba association sorgho + niébé poquets différents ; T6 : canne planteuse association sorgho + niébé poquets différents ; jas : jours après semis.

3.1.5.3. Notation d'enherbement

L'enherbement sur les parcelles varie selon la modalité culturale et le stade de développement de la culture. Il est approximativement identique en début de saison jusqu'au 30^{ème} jour après le semis pour tous les traitements, en moyenne 1,5. A l'issue de cette date, il croit au niveau des parcelles qui abritent le sorgho en culture pure soient 2,5 et 2,5 pour les traitements T1 et T2 à la récolte. Les plus faibles valeurs sont obtenues avec T5 et T6 soient respectivement 1,7 et 1,8 à la récolte (Tableau 15).

Tableau 15 : Notation d'enherbement

traitements	Semis	15jas	30jas	45jas	70jas	Récolte
T1	1,3	1,8	1,5	2	1,8	2,5
T2	1,2	1,4	1,4	1,8	2	2,4
T3	1,3	1,8	1,4	1,3	2,5	2
T4	1,3	1,7	1,2	1,6	2	2
T5	1	1,5	1,3	1	1,2	1,7
T6	1,3	1,3	1,4	1,5	1,8	1,8

T1 : daba, sorgho en culture pure ; T2 : canne planteuse sorgho en culture pure ; T3 daba association sorgho + niébé même poquet ; T4 canne planteuse association sorgho + niébé même poquet ; T5 daba association sorgho + niébé poquets différents ; T6 : canne planteuse association sorgho + niébé poquets différents ; jas : jours après semis.

3.1.6. Appréciation paysanne des systèmes de culture

3.1.6.1. Notation paysanne des systèmes de culture

Le Tableau 16 représente une comparaison par notation de l'association culturale et de la culture pure. Pour les producteurs le sorgho en culture pure ne mobilise aucune défense contre les adventices, les interlignes entre le sorgho en culture pure favorisent le développement des adventices et surtout les parasites des cultures, du fait de l'absence des plantes de couverture. Le champ de sorgho en pur donne un taux d'infestation par les adventices de 100 %. Par contre en association dans les mêmes poquets, bien que le niébé n'arrive pas à un taux de recouvrement important, il permet cependant de réduire le taux des adventices de 40 % sur les parcelles, ce qui est souligné par les producteurs. En association dans les poquets séparés le taux de recouvrement est supérieur par rapport aux autres modalités de culture avec une note de 6 donnée par les producteurs qui correspond à 60% du taux de recouvrement. Le faible écart des temps de travaux entre l'association culturale dans

les mêmes poquets et l'association dans les poquets séparés est surtout lié à des difficultés de sarclage, à la récolte du sorgho et celle du niébé.

Tableau 16 : Evaluation des rendements des cultures (sorgho, niébé) suivant les modalités d'associations et la culture pure par les producteurs

	Note maximale	Association dans le même poquet	Association dans les poquets séparés	Culture pure
Rendement du sorgho	10	06	08	07
Rendement du niébé	10	03	08	
Lutte contre les adventices	10	04	06	00
Réduction des temps de travaux	10	06	07	01
Production de fanes de niébé	10	06	08	
Production de paille de sorgho	10	05	08	10

3.1.6.2. Avantages et contraintes des modalités culturales

En culture pure, les avantages sont moindres par rapport à l'association culturale en ce sens qu'en culture associée, il y a à la fois diversification de la production et lutte contre les adventices. L'association culturale permet également d'éviter des échecs culturaux. Le Tableau 17 présente les avantages et les inconvénients des modalités culturales.

Tableau 17 : Les avantages et les contraintes de la culture pure et de l'association culturale soulignées par les producteurs

	Culture pure	Association culturale
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Facilité de sarclage - Rapidité des travaux de semis - Faible compétition entre les plantes 	<ul style="list-style-type: none"> - conservation de l'humidité du sol - Protection du sol - Fertilisation du sol - Limite l'infestation des MH
Contraintes	<ul style="list-style-type: none"> - Forte évaporation en cas de poches de sécheresse - Epuisement rapide des éléments fertilisants du sol - Faible exploitation des différents horizons du sol - Manque de diversification de production - Moins de revenus 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficultés de sarclage - Demande importante d'engrais - Risque de compétition - Augmentation des temps de travaux pour le semis, le sarclage et les récoltes

3.1.7. Stratégies de mécanisation du travail de semis avec l'introduction de la canne planteuse

3.1.7.1. Stratégie d'introduction de la canne planteuse

Avec les intérêts soulignés par les producteurs pour l'utilisation de la canne planteuse dans le tableau 12, cet équipement de semis manuel se prête facilement à la vulgarisation. Du focus groupe qui fut effectué avec les producteurs, il est ressorti que pour une bonne introduction de la canne planteuse, il faudra revoir le prix de l'équipement, son mode d'utilisation, la maintenance et la disponibilité des pièces de rechange. Les producteurs ont proposé également la distribution d'une dizaine de cannes planteuses, si possible une canne planteuse par exploitation. Elle fait aussi l'objet de subvention par le gouvernement de certains pays comme le Togo avec la distribution de 200 cannes planteuses produites sur place par un atelier mis en place par le gouvernement (Assimiou, 2012).

3.1.7.2. Notation paysanne des critères d'appréciation de la canne planteuse et la daba

Après l'analyse des contraintes des deux équipements, une évaluation comparative par notation fut effectuée par les producteurs sur l'utilisation des deux équipements

de semis à partir d'un focus groupe. De cette évaluation, il est ressorti que l'utilisation de la daba pour les travaux de semis sous couverture présente des risques considérables. Ces risques peuvent être : la morsure de certains animaux enfouis sous la paille au moment du semis, les risques sanitaires tels que les problèmes liés à la position d'utilisation de la daba à long terme (courbature, fatigue générale). Par contre la canne planteuse fut globalement appréciée par les producteurs tant sur le plan de l'allègement de la pénibilité du travail que du gain de temps de travaux. Les résultats de ces analyses sont consignés dans le Tableau 18.

Tableau 18 : Intérêt de chaque équipement pour le semis direct sous couvert végétal

	Note maximale	Canne planteuse	Daba
Risques cultureux	10	09	01
Pénibilité de travail	10	09	01
Gain de temps du semis	10	09	01
Taux de levée	10	08	02

3.1.8. L'amortissement de la canne planteuse

La canne planteuse est un équipement de semis qui a une durée de vie de 5 ans. Cependant la maximisation de son utilisation peut lui faire nourrir son homme avant son délai d'amortissement. Les deux trémies de la canne planteuse, lorsqu'elles sont utilisées ensemble, permettent la suppression du temps d'épandage d'engrais. Le prix d'une canne planteuse importée du Brésil vaut 40 000 FCFA, l'amortissement de la canne planteuse est de 8000 FCFA/an.

3.2. DISCUSSIONS

3.2.1. Evaluation des effets de la mécanisation de semis sur les temps de travaux

Le test de mécanisation de semis vise une augmentation de la productivité de la main d'œuvre et le dégagement d'un surplus de production (Ndiamé *et al.*, 1987). Cependant, l'accroissement de la production agricole dépend généralement de l'introduction de variétés améliorées et de la création d'un environnement propice où les plantes et les animaux peuvent évoluer au mieux. Planter, cultiver et récolter requiert à la fois beaucoup d'énergie et une grande diversité d'outils et de matériels (FAO, 2013). Le but de la mécanisation est de diminuer le nombre de travailleurs, donc une diminution de main d'œuvre avec une augmentation de rendement de la culture. La mécanisation agricole est également un souhait légitime des agriculteurs qui espèrent, par ce moyen, alléger leurs peines et augmenter leurs revenus. Les résultats sont en accord avec les attentes des producteurs qui, lors du focus groupe, ont souligné les avantages de la canne planteuse dans l'allégement des conditions de travail des producteurs. Pour une mécanisation adéquate, il faut que les semoirs soient spécialement conçus pour le semis direct ou soient convenablement adaptés au contexte agricole de la zone d'introduction afin de permettre d'effectuer un semis dans les conditions agréables même en présence d'une quantité importante de résidus de culture. Cependant, les notes données par les producteurs dans l'appréciation de la canne planteuse ne sont pas conformes aux résultats obtenus sur le terrain. Les producteurs avaient des difficultés dans la pratique de la canne planteuse ; bien que formés, ils avaient du mal à aller à un rythme convenable et cela a joué de manière considérable sur les temps des opérations culturales. Pour une exploitation rationnelle de la canne planteuse, il faudra que les producteurs aient une maîtrise à long terme de la canne planteuse afin qu'ils puissent effectuer un temps de semis de 0,7 à 1 ha/j de semis (Assimiou., 2012) ou 0,5 ha/j (FAO, 2012)

3.2.2. Influence de la mécanisation de l'AC sur la conduite des cultures

La canne planteuse a montré son intérêt quant à la réduction du temps de semis avec des différences significatives quelle que soit la modalité culturale appliquée. La mécanisation en agriculture de conservation, pour qu'elle soit rentable en gain de temps, doit concerner toutes les opérations culturales à savoir le semis, le resemis,

le sarclage, ainsi que la récolte. Cependant, la majorité des producteurs ciblés par l'agriculture de conservation sont les petites exploitations agricoles dont les moyens ne permettent pas de s'acquitter des équipements importants pour effectuer les opérations culturales et surtout le semis (Vadon, 2010). Le manque de différence significative des résultats des temps de travaux entre l'association culturale dans les mêmes poquets et l'association culturale dans les poquets séparés est dû en partie aux temps des autres opérations culturales et surtout le temps de récolte de la culture associée. Seul le temps de semis présente des différences significatives entre la canne planteuse et la daba, quelle que soit la modalité culturale appliquée (en culture pure et en culture associée).

3.2.3. Gestion des mauvaises herbes en système d'AC

Valenti-morison (2008) avait noté que les mauvaises herbes sont réduites lorsque les trois principes de l'agriculture de conservation sont effectués simultanément. Le paillage permet de réduire le développement des adventices lorsqu'il est bien appliqué. Dans le cas des associations, une densité globale du peuplement plus élevée ainsi qu'une architecture complémentaire entre la céréale et la légumineuse permettent une plus grande interception de la lumière donc une fermeture plus rapide du couvert. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus avec l'association dans les poquets séparés où le taux de recouvrement du sol par la culture associée était de 46% avec l'utilisation de la daba et de 48% avec l'utilisation de la canne planteuse. Avec ces niveaux de recouvrement, le taux de striga et d'enherbement était réduit sur ces parcelles. La culture en pure est confrontée le plus souvent à une compétition avec les adventices pour des ressources telles que l'eau et les éléments nutritifs (Le Corre et Assémat, 2000). Cela explique le taux élevé de striga sur les parcelles en culture pure soit 2,2/3 contre 1,5/3 en culture associée dans les mêmes poquets et 1/3 dans les poquets séparés. Pour ce qui est du niveau d'enherbement en fin de récolte, il apparaît une légère différence entre les traitements. En culture pure, il est de 30% et 25% en culture associée dans les mêmes poquets et de 15% en culture associée dans les poquets séparés. Cette réduction est due en partie à la culture associée qui recouvre le sol en réduisant le développement des adventices d'une part et le striga d'autre part.

3.2.4. Pratique de l'association culturale pour une exploitation rationnelle des terres

Les associations de cultures constituent une pratique courante dans les pays sahéliens en vue de diminuer l'impact des facteurs des ennemis de culture sur la production des cultures (Haougui, 1995). L'association culturale permet une diversification de la production agricole. Des problèmes de terre cultivables s'imposant dans la zone d'étude, les producteurs sont contraints d'effectuer de l'association culturale afin de permettre une production conséquente. Pour que l'association culturale soit bénéfique, il faudra laisser un écartement de 75 cm entre les lignes et sur une même ligne un écartement de 50 cm entre les poquets (Dugje et *al.*, 2009). Le semis de la culture associée est fait à environ 4 à 6 semaines après le semis de la première culture (Dugje et *al.*, 2009). Ces écartements entre les cultures ont pour objectif de diminuer les concurrences entre les cultures, permettant ainsi une production conséquente des deux spéculations. Ces résultats sont conformes avec ceux obtenus en association culturale dans les poquets séparés où les rendements cumulés des deux spéculations donnent une valeur économique plus importante qu'en culture pure et en culture associée dans les mêmes poquets. En association culturale, la couverture du sol peut être renforcée en augmentant la densité de la culture associée. Payne (1997) a montré que l'accroissement de la densité de semis de 5 000 à 20 000 poquets à l'hectare augment le rendement et l'efficacité de l'évapotranspiration même dans les conditions de faible fertilité. L'accroissement du rendement de la culture associée est possible sans compromettre celui de la céréale en maintenant la densité du niébé de 6 000 à 25 000 plants/ha (Traoré et *al.*, 2009).

3.2.5. Stratégie et durabilité de la mécanisation du semis en système d'AC dans les petites EA

Les gains et les avantages engendrés par la canne planteuse sont divers. Après une étude effectuée au Togo par Assimiou (2012), il ressort que la canne planteuse permet un gain de temps de semis simultanément que d'épandage d'engrais de 91%, la baisse de pénibilité de travail de 51%, la rapidité de semis de 40% et la réduction du nombre de travaux agricoles. Ces résultats sont conformes aux résultats obtenus dans l'évaluation du temps de semis avec une baisse de la pénibilité de travail de 90 % pour la canne planteuse contre 10 % pour la daba

souligné par les producteurs. Pour la rapidité de semis elle était plus de 50 % pour la canne planteuse par rapport à la daba. Avec tous ces avantages, la canne planteuse se prête à la vulgarisation en ce sens qu'elle peut être fabriquée localement et subventionnée par le gouvernement. Afin de faciliter la diffusion de la canne planteuse sur le territoire national, le Ministère Fédéral de l'Agriculture du Nigéria cité par Tesfaye (1981) a commandé 1 300 semoirs à bras monorang et 300 leviers à manioc auprès des fabricants locaux. Ces équipements sont ensuite distribués aux petits producteurs Nigériens. La canne planteuse est un équipement qui peut être adapté à plusieurs situations de semis. Le semis peut se faire sur différents types de sol. La canne planteuse lorsqu'elle est fabriquée avec des bras réglables permet à des personnes de taille variable d'effectuer le semis (Assimiou, 2012). Elle peut faire l'objet de location par d'autres producteurs et constitue ainsi une source de revenus pour les exploitants qui en possèdent.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Les retards dans l'installation des cultures et la réduction des besoins en main d'œuvre sont des contraintes qui pèsent sur la production agricole dans la région du Centre-Nord du Burkina Faso. Notre recherche a démontré que la mécanisation du semis par l'utilisation de la canne planteuse ainsi que la pratique des associations culturales pouvaient contribuer à atténuer ces contraintes.

L'utilisation de la canne planteuse engendre un gain considérable de temps au moment de l'installation des cultures, ce qui permet aux producteurs de réduire la contrainte croissante de l'insuffisance de main d'œuvre, mais aussi et surtout de pouvoir installer à temps ses cultures. L'écart entre les temps de travaux pour les semis entre la canne planteuse et la daba démontre que le développement du semis direct sous couverture végétale et plus globalement de l'agriculture de conservation doit s'accompagner de la mécanisation du semis. L'engouement manifesté par les producteurs pour la canne planteuse ne devrait pas faire oublier qu'ils ont encore besoin d'un temps d'apprentissage pour bien maîtriser l'utilisation de cet équipement qui par ailleurs n'est pas encore disponible dans les magasins d'intrants et d'équipements agricoles de la zone d'étude.

Par ailleurs, l'association culturale est apparue comme un moyen pour réduire l'enherbement et diversifier la production agricole. Cette pratique est de nature à engendrer une compétition entre les cultures en présence. Le mode d'association en interligne plutôt que dans le même poquet permet de réduire la compétition et d'assurer une bonne production des deux cultures. La réduction de l'enherbement notée dans les systèmes avec association culturale ne se traduit pas encore par une baisse significative des temps de sarclage parce que la réalisation des travaux est plus facile en culture pure qu'en culture associée.

Pour mieux accompagner les producteurs expérimentateurs dans l'adoption de l'utilisation de la canne planteuse et de la pratique des associations culturales dans les poquets séparés, nous recommandons :

- Une distribution en quantité suffisante de cannes planteuses aux chefs d'exploitations de la zone d'étude, ce qui permettra une vulgarisation plus rapide de l'équipement ;

- A défaut de distribution de la canne planteuse, les producteurs peuvent s'associer pour l'achat de l'équipement en question ;
- La formation des artisans et fabricants locaux d'équipements agricoles afin qu'ils introduisent la canne planteuse dans leurs productions ; à défaut de site de fabrication local de la canne planteuse, se fournir à partir des pays de la sous-région à un prix plus abordable que celui de la canne planteuse ;
- La présence des stagiaires au moment de la mise en place des tests afin d'éviter les biais dans la collecte des données.

Références bibliographiques

ACT, 2010. JAB PLANTER USER MANUEL. Manuel of African Conservation Tillage Network. 2p

ACT, CIRAD, ICRAF. 2012. Final report of the project Smallholder Conservation Agriculture Promotion in Western and Central Africa (SCAP). ACT, Nairobi, Kenya. 75p.

Aikins S. H. M, Bart-Plange A, Opoku-Baffour., 2010. Performance evaluation of jab planters for maize planting and inorganic fertilizer application. Department of Agricultural Engineering, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science ©2006-2010 Asian Research Publishing Network (ARPN). 31p

Archambeaud M, Thomas F., 2010. La rotation 3^{ème} pilier de l'Agriculture de conservation. www.agriculture-de-conservation.com consulté le 22/03/2013.

Assimiou A. R., 2012. Le PPAAO évalue la technologie de la canne planteuse au Togo. Consommer produit togolais avec la canne planteuse KAS (0,70 à 1,0 ha de semis par jour) <http://horizon-news.info/article.php?lirearticle=1201> consulté le 22/03/2013.

Bado R. A, Zongo I., 2009. Monographie de la région du centre nord. Recensement général de la population et de l'habitation de 2006 (RGPH-2006). 21p.

Bationo. A., Buerkert, A., Sedogo, M.P., Christianson, B.C. and Mokwunye, A.U. 1993. A critical review of crop residue use as soil amendment in the African Semi-Arid Tropics. In: *Proceedings of International Conference on Livestock and Sustainable Nutrient Cycling in Mixed Farming Systems of Sub-Sahara Africa*. J.M. Powell, T.O. Williams, S. Fernandez-Rivera and C. Renard (eds.). International Livestock Centre for Africa, Addis Ababa, Ethiopia, 568p.

Bonté J.B., 2010. La rotation des cultures dans les systèmes céréaliers biologiques : peut-on combiner performances économiques, biologiques et environnementales ? Mémoire d'ingénieur Spécialisation Agriculture, filière et territoire, ISA/ARVALIS-Institut de végétation Paris, France, 10p.

Bougoum H, 2012. Analyse des effets spécifiques et combinés des principes de l'agriculture de conservation sur la conduite et les performances technico-économiques des parcelles du sorgho (*sorghum bicolor* (L) moench). Mémoire d'ingénieur du développement rural option Agronomie, UPB/IDR, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 36p.

Bishop C., 1997. Training And Research For Agricultural Mechanization Strategy Formulation. Farm Mechanization and strategy formulation in Eastern And Southern Africa, Proceeding of FAO/ Farnesa Regional Workshop 30 Sept. – 1 Oct. Arusha, Tanzania, pp78 – 98.

Capillon A et Séguy L 2002. Ecosystèmes cultivés et stockage du carbone. Cas des systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale. Comptes-rendus de l'Académie d'Agriculture Française, pp88, 63-70.

Christianson C. B. et Vlek P.L.G.. 1991. Alleviating soil fertility constraints to food production in West Africa : Efficiency of nitrogen fertilizer applied to food crop. *In*: A Uzo Mokwunye (ed) Alleviating soil fertility constraints to increased crop production in West Africa. Kluwer Academic Plub., Boston.

Cirad, 2010. Inventer une nouvelle agriculture (en ligne). <http://www.cirad.fr/content> consulté le 14/01/2013, 20p

CPVQ, 2000. Principales composantes d'un semoir adapté aux pratiques de conservation. In. Guide des pratiques de conservation en grandes culture. Lamarre, G. et D. Massicette (eds). 8p.

DA S. J. B., 2011. Analyse des indicateurs paysans d'appréciation des systèmes d'agriculture de conservation. Mémoire d'ingénieur du développement rural option Agronomie, UPB/IDR, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso 45p.

Dijkstra F., 2002. Conservation tillage development at the ABC Cooperatives in Paraná, Brazil. In : "Making Conservation Tillage Conventional: Building a Future on 25 Years of Research". Proceedings of the 25th Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture, June 24-26, 2002 in Auburn", Alabama Agricultural Experimental Station and Auburn University, AL, USA, pp12-18.

Djamen P, Ashburner J., Maraux F., Kienzle J., et Triomphe B., 2005. L'Agriculture de conservation en Afrique de l'Ouest et du Centre : état des lieux, enjeux et défis. In : Congrès mondial d'agriculture de conservation, du 3 au 7/10/2005 à Nairobi vol. X. FAO. Rome, Italie pp63-76.

Dugje, I.Y., L.O. Omoigui, F Ekeleme, A.Y. Kamara, et. H. Ajeigbe. 2009. Production du niébé en Afrique de l'ouest : Guide paysan. http://www.iita.org/c/document_library/get_file? Consulté le 16/01/2013, 7p

EL-Brahli. A., 1997. Stratégie de lutte contre les mauvaises herbes dans plusieurs rotations céréalières en conditions de labour et de non labour. Rapport d'activité 96-97. INRA Centre Aridoculture Settat, Maroc

Essecofy G., 2011. Potentiel de développement de l'agriculture de conservation des petites exploitations agricoles familiales : étude de cas a gori et kompienbiga (Burkina Faso). Thèse de master of science CIHEAM, 36p.

FAO, 1993. World soil resources 73, FESLM: An international framework for evaluating Sustainable land management. <http://www.fao.org/docrep/t1079e/t1079e00.htm> consulté le 15/05/2013.

FAO, 2008. Guide de formulation d'une stratégie de mécanisation Agricole ; étude de cas : stratégie nationale de la mécanisation agricole au Mali. Document de travail sur le génie rural et alimentaire vol 7, 37p.

FAO, 2009. Production et valorisation du maïs à l'échelon villageois en Afrique de l'Ouest : Les systèmes techniques de transformation du maïs en milieu rural au Burkina Faso. <http://www.fao.org/docrep/x5158f/x5158f12.htm> consulté le 22/03/2013.

FAO, 2012. Mécanisation, outils et équipements. 7- semis direct. <http://www.fao.org/ag/ca/fr/3g.html>. Consulté le 22/05/2013.

FAO, 2013. Mécanisation agricole <http://www.fao.org/ag/ags/mecanisation-agricole/fr/> consulté le 20/10/2013.

Fontés J., Guinko S., 1995. Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Note explicative. Toulouse: Ministère de la coopération française, France; 53p.

Gafsi M., Dugué P., Jamin J.-Y., Brossier J, (Coord.) 2007. Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du centre. Synthèses, CTA, Editions Quae, Versailles, France, 472p.

Haougui A., 1995. Les pratiques culturales et leurs effets sur les ennemis des cultures r <http://www.onide-endogene.org/docs/doc1> consulté le 12/01/13, 5p.

Houmy K., 2008. Guide de formation de mécanisation agricole : stratégie nationale de la mmécanisation agricole au Mali. 39p

IIRR et ACT., 2005. Conservation agriculture: manual for farmers and extension workers in Africa. International Institute of Rural Reconstruction, Nairobi, African Conservation Tillage Network, Harare, Kenya, 251p.

INERA., 2004. Station de recherche de Saria : temple de la recherche http://www.inera.bf/centres_region/crrea_centre/strateg_intervent_centre.htm consulté le 15/04/2013.

Le Corre V., Assémat L., 2000. Predicting weed seed production from spatialized data: a case study using *Setaria viridis* and *Solanum nigrum* in maize. In: XIème Colloque International sur la Biologie des Mauvaises Herbes, p 297-304.

Leturcq , 2008. « Perception et gestion de l'érosion et des ressources en eau par les agriculteurs et les éleveurs du bassin versant de l'Ibicuí (RS, Brésil). <http://confins.revues.org/document4793.html2008>. Consulté le 12/02/2013.

MAHRH, 2007. Document guide de la révolution verte. Septembre 2007, 98p.

Mrabet R., 2001a. Le Semis Direct: Une technologie avancée pour une Agriculture durable au Maroc. Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture MADREF-DERD. N° 76, 4p. <http://agriculture.ovh.org>. consulté le 04/02/2013

Mrabet R., 2001b. Le semis direct : potentiel et limites pour une agriculture durable en Afrique du nord 5p.

Mughogho, S.K., Batiano, A., Christianson, B., and Vlek, P.L.G. 1986. Management of nitrogen fertilizers for tropical african soils. In: *Management of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers in Sub-Saharan Africa*. Mokwunye, A.U. and Vlek, P.L.G. (eds.). Development in Plant and Soil Sciences, vol. 24. Martinus Jijhoff, Dordrecht, The Netherlands

Ndiamé F, Coulibaly D et Fall A., 1987. Rôle de la mécanisation dans l'intensification de l'agriculture en basse Casamance, Sénégal. Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA), Ziguinchor, Sénégal. Fao corporate document repository, produced by : ILRI.

Paccou E., 2007. Rapport de veille : la mécanisation en agriculture 5-8p

Payne, W.A. 1997. Managing yield and water use of pearl millet in the sahel. Agron. J. 89:481-490.

PDRD, 2009. Plan communal de développement de Guibaré 2009-2011. Direction Provinciale de l'Agriculture de Bam, Kongoussi, Burkina Faso. 110p

Penot E., Husson O., Rakotondramana, 2010. Les bases de calcul économiques pour l'évaluation des systèmes SCV. Manuel pratique de semis direct en Madagascar. Annexe 2, CIRAD. 28 p.

PHBM., 2007. Démarche de mise au point et de diffusion des innovations. <http://www.phbm.mg/appuiauxinitiatives/vulgarisation.htm>. Consulté le 22/01/2013.

Pieur L., 2009. Maîtriser les adventices dans les cultures biologiques
PDI., 2013 : Plan de Développement Institutionnel de la Commune Guibaré, rapport définitif de février 2013 élaboré par la commune rurale de Guibaré, 16p.

Rachide M., 2001. Le semis direct : potentiel et limites pour une agriculture durable en Afrique du Nord ; NATIONS UNIES COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'AFRIQUE, Centre de développement sous-régional pour l'Afrique du Nord (CDSR), 2p.

Raunet M, Seguy L, Fovet Rabots C., 1999. Semis direct sur couverture végétale permanente du sol : de la technique au concept : réseau <http://agroecologie.cirad.fr>. Consulté le 02/02/13.

Rijk A.G., 1998. Agricultural Mechanization Strategy. CIGR Handbook Of Agricultural Engineering, Plant Production Engineering, CIGR, ASAE, Vol. III, 536 – 553p.

SCADD, 2011. STRATEGIE DE LA CROISSANCE ACCELEREE POUR LE DEVELOPPEMENT DURABLE 20p.

Serpentie G., 2009. L'agriculture de conservation à la croisée des chemins en Afrique et à Madagascar, Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 9 Numéro 3. 2-3p. <http://vertigo.revues.org/9290> consulté le 12/02/2013.

Tesfaye G., 1981. Elaboration, expérimentation et fabrication d'équipements bon marché pour les paysans. 67p

Traoré M., 2010. La croissance de la population et le problème alimentaire en Afrique, http://www.memoireonline.com/08/11/4670/m_La-croissance-de-la-population-et-le-probleme-alimentaire-en-Afrique14.html. Consulté le 22/04/2013.

Traoré S, Bagayoko M, Coulibaly B.S, et Adama Coulibaly A., 2009. Amélioration de la gestion de la fertilité des sols et celle des cultures dans les zones sahéliennes de l'Afrique de l'Ouest : une condition sine qua non pour l'augmentation de la productivité et de la durabilité des systèmes de culture à base de mil, 3-4p.

Triomphe B., Goulet F., Dreyfus F., Tourdonnet S., 2007. Du labour au non-labour : pratiques, innovations et enjeux au Sud et au Nord. *In* ; Bourrigaud R. et François S. 2007. Nous labourons. Actes du colloque Techniques de travail de la terre, hier et aujourd'hui, ici et là-bas. Nantes, Nozay, Châteaubriant France du 25-28 octobre 2006. Ed centre d'histoire du travail, pp371-384.

Vadon B, 2010. Un semoir semis direct innovant pour petite mécanisation et traction animale. Fondation pour l'Epanouissement et le Renouveau de la Terre (FERT) France, 227p.

Valentin-Morison M., 2008. Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l'itinéraire technique ? *Innovations Agronomiques*, 3, 27-41.

Zerbo D, 2011. Gestion paysanne, densités et production de biomasse aérienne de *Piliostigma reticulatum* (D.C.) Hoscht dans les agrosystèmes du Centre Nord : cas des villages de Yilou et de Barsa dans la province du Bam. . Mémoire d'ingénieur du développement rural option Agronomie, UPB/IDR, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 63p+annexes

Zerbo I, 2012. Analyse des effets potentiels de l'agriculture de conservation sur les performances technico-économiques des exploitations agricoles de Sindri (Province du Bam, Burkina Faso). Mémoire d'ingénieur du développement rural option Agronomie, UPB/IDR, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso 79p+annexes.

Annexe 1 : Fiche de suivi des cultures / Campagne Agricole : 2012

(NB : utiliser une fiche séparée pour chaque traitement. Remplir la fiche de la préparation du sol jusqu'à la récolte et aux pesées)

Projet SCAP-ABACO

01 BP 1607 OUAGA. 01 - BF

Effets de la mécanisation du semis direct sous couverture végétale et de l'association culturale sur les besoins en main d'œuvre et la gestion de l'enherbement dans la Région du Centre-Nord du Burkina Faso.

Fiche N° _____

Village	Province	Région
Nom et prénoms du producteur :		
Age :	Sexe : masculin / féminin	Ethnie
Nombre de personnes dans l'exploitation		Nombre actifs (15 à 65 ans) :
Superficies totales cultivées (ha)	Cheptel bovin (nb têtes)	Caprins + ovins (nb têtes) :

Intitulé et bref descriptif du « test » :
Intitulé et bref descriptif du « traitement » :
Numéro de répétition :

Superficie de la parcelle _____ m ²	Culture pratiquée sur cette parcelle en 2011 : _____	Production de 2011 : (kg)
Type de sol	Nom local : _____ Zippelé :	Gravillons Sableux Argileux

A/ ITINERAIRE TECHNIQUE SUIVI

Travaux préliminaires (défrichage, transport paille etc.)	Oui Non travaux réalisés : _____ Date : _____ Nb de personnes : _____ Nb de min : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Paillage	Oui Non Pailles issues la campagne 2010 _____ kg Types (tiges sorgho, mil ; paille de brousse etc.) _____ Apport extérieur de pailles ? Oui Non quantité _____ kg Types (tiges sorgho, mil, pilio etc.) _____ Date

	: _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Fumure organique	Oui Non Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Travail du sol	Labour à plat Labour en billon semis direct Zaï Demi-lunes coutrier Date réalisation travail du sol : _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Traitement herbicide	Oui Non Nom du produit : _____ quantité utilisée _____ Date du traitement herbicide : _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Semis	<u>Semis culture principale</u> Semis manuel Canne planteuse Semoir attelé de semis direct Date du semis : _____ Variété : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de pers. : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
	<u>Semis culture associée</u> Semis manuel Canne planteuse Semoir attelé de semis direct Date du semis : _____ Variété : _____ Dose de semence : _____ Kg Nb de pers. : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Resemis culture principale	resemis manuel Canne planteuse Semoir attelé de semis direct Date du resemis : _____ Nb de personne : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa Qté semence : _____ Kg
Resemis culture associée	resemis manuel Canne planteuse Semoir attelé de semis direct Date du resemis : _____ Nb de personne : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa Qté semence : _____ Kg

Application herbicide total ?	Oui Non Si oui, nom herbicide ? : _____ Quantité : _____ A quelle date : _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Démariage	Oui Non Si oui à quelle date ? _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Sarclage n°1	Oui Non Manuel Mécanique Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Application du NPK ?	Oui Non Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Sarclage n°2	Oui Non Manuel Mécanique Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Application Urée ?	Oui Non Si oui date ? : _____ Quelle quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Buttage	Oui Non Manuel Mécanique date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Sarclage n°3 ?	Oui Non Manuel Mécanique Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Sarclage n°4 ?	Oui Non Manuel Mécanique Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Traitement insecticide	Oui Non Si oui date ? : _____ produit utilisé _____ quantité : _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte céréale	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa
Récolte culture associée /plante de couverture	Date ? : _____ Nb de personnes : _____ Nb de minutes : _____ Dépenses : _____ Fcfa

B. PRODUCTIONS

Après récolte et séchage complet, les productions graine et pailles de la culture principale et des cultures associées doivent être pesées et indiquées dans le tableau suivant.

	Production grains (kg)	Poids fanes / tiges (kg)
Céréale :		
Cultures associées / plantes de couverture :		

C. OBSERVATIONS

C1. Levée et développement des plantes

Paramètres à suivre	Valeur
Date de levée	
Taux de levée (%)	
Date 1 ^{ère} floraison	
Date floraison à 50%	
Date floraison à 100%	
Date maturité à 50%	
Date maturité à 100%	

C2. Evaluation de l'enherbement et de striga de la parcelle

	Date observation					
	Semis	15jas*	30jas	45jas	70jas	Récolte
Notation générale enherbement (NE)**						
Notation striga (NS)***						
Principales adventices observées						

Légende. *= jours après semis. **= Les valeurs de NE varient de 1 à 5. NE= 1, les mauvaises herbes (MH) sont très rares, taux de recouvrement du sol par les MH est inférieur à 5% ; NE = 2, 25% de la surface est recouverte de MH ; NE = 3, 50% de recouvrement ; NE= 4, 75% de recouvrement par les MH et ; NE =5, 100% du sol est couvert par les MH. *** = les valeurs de NS varient de 0 à 3. NS = 0, aucun pied de striga sur placette de 10m² ; NS = 1, très peu de striga, c'est-à-dire 1 à 2 pieds de striga / 10 m² ; NS = 2, infestation moyenne, 3 à 10 pieds de striga / 10 m² ; NS = 3, forte infestation de striga, plus de 10 pieds / 10 m²

C3. Aléas divers

On note ici tout évènement survenu pendant la campagne agricole et qui est de nature à affecter la production. C'est par exemple le cas des « poches » sécheresse, des inondations, des attaques parasitaires etc. Dans cette rubrique, on doit aussi noter les choses positives : par exemple « très bon développement des céréales jusqu'à début août » ; bonne couverture du sol par la plante de couverture. Pour chaque évènement, il est important de préciser la date/période et d'indiquer la décision qui a été prise par les producteurs.

Evènement et conséquences	Date/période	Décision prise

Autres observations :.....
.....
.....
.....

Annexe 2 : Fiche de caractérisation des parcelles expérimentales

Fiche n°

Nom du producteur :

N° et intitulé parcelle :

1. Dimension de la parcelle (m²) :

2. Topographie

Haut de pente Mi-pente Bas de pente

3. Caractéristiques physiques du sol

3.1. La structure :

Isolées Massives Agrégats

3.2. La texture :

Argileuse Limoneuse Sablo-limoneuse Sableuse

3.3. Présence de gravier sur la parcelle Oui Non

3.4. Présence de curasse Oui Non

4. Présence de matière organique

4.1. Présence de couche de litière Oui Non

4.2. Présence d'une colonie d'être vivants Oui Non

Termites Fourmis Ver de terre Autres

4.3. Présence de ligneux Oui Non

Si Oui le nom de l'espèce :

5. Présence des aménagements antiérosifs (cordons pierreux, bandes enherbées etc.) :

a) oui b) non

Si Oui, préciser les types d'aménagements :

6. Historique de la parcelle

6.1. La parcelle a été exploitée lors de la campagne agricole 2011 ?

Oui Non

Si non, est-elle restée en jachère pendant combien d'années ?

6.2. Mode de travail du sol (labour, SD, zaï, scarifiage etc.) :

6.3. Bref description de l'itinéraire technique suivi :

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

- La densité des cultures par parcelles élémentaires

N° de répétition

Nbr de pqt/ ligne Descpt traitement	Nbr de poquet par ligne	Nbr de poquet de sorgho	Nbr de poquet niébé
T1			
T2			
T3			
T4			
T5			
T6			

Légende : Nbr= nombre ; pqt= poquet ; despt= descriptif

- L'indice de couverture du sol par la culture associée

N° de répétition

	Date d'observation						
	semis	15jas	30jas	45jas	60jas	80jas	Récolte
Association (S + N) dans le même poquet avec canne planteuse							
Association (S + N) dans les poquets différents avec canne planteuse							
Association (S + N) dans le même poquet avec la daba							
Association (S + N) dans les poquets différents avec la daba							

Légende : jas= jours après semis

Annexe 3 : les équipements de semis (la canne planteuse et la daba)



Équipement à traction animale de semis direct : (Photo D. ZERBO)



Daba : outil traditionnel de semis : (Photo T. CISSE)