

# PREMIERS RESULTATS SUR L'INTENSIFICATION ECOLOGIQUE ET DEMARCHE PARTICIPATIVE EN ZONE COTONNIERE A L'OUEST DU BURKINA FASO

K. COULIBALY<sup>1</sup>, E. VALL<sup>2</sup>, P. AUTFRAY<sup>2</sup>, H. B. NACRO<sup>3</sup> et M. P. SEDOGO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centre International de Recherche-Développement sur l'Elevage en zone Sub-humide (CIRDES), 01 B.P. 454 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso. Email : kalifacoul1@yahoo.fr

<sup>2</sup>Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), Montpellier, France. TA 30/B 34398 Montpellier, cedex 5, France.

<sup>3</sup>Institut du Développement Rural (IDR), Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), 01 B.P. 1091 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

<sup>4</sup>Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA), 01 B.P. 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso.

## RESUME

L'intensification écologique (IE) constitue une voie intéressante pour accroître durablement la production agricole en substituant à des facteurs de productions industriels, des processus biologiques. La littérature nous enseigne que les légumineuses jouent un rôle important dans l'amélioration des systèmes de culture. Toutefois, leur intégration semble insuffisamment assurée dans les systèmes de culture à base de coton et céréales, à l'Ouest du Burkina Faso. La présente étude vise à comparer les performances agronomiques et économiques des systèmes intégrant des légumineuses annuelles en culture pure et en culture associée, dans le cadre d'une démarche d'expérimentation chez et par les paysans (ECP). Au cours d'une campagne agricole (2011), nous avons utilisé les indicateurs économiques (temps de travaux, productivité de la terre et du travail) et agronomiques (rendement, valorisation fourragère, valorisation de l'espace) pour établir cette comparaison. Les résultats obtenus indiquent que les agriculteurs préfèrent le système de culture à base de niébé (24 paysans) par rapport à celui à base de mucuna (13 paysans). Les résultats montrent que la teneur en azote de la biomasse de mucuna en culture pure est la plus élevée. Cette légumineuse est suivie par l'association maïs-légumineuse, qui n'a pas occasionné de travail supplémentaire, par contre l'association a permis d'économiser près de 30 % de l'espace, et de diversifier les produits agricoles. L'étude a permis en outre de conclure que les cultures associées présentent un réel intérêt pour les agriculteurs engagés dans l'intensification agricole. Elles offrent l'opportunité de produire plus de biomasse par unité de surface, avec une qualité meilleure qu'en système de culture conventionnel.

**Mots clés :** Intensification écologique, système à base de coton et céréales, indicateurs économiques, économie d'espace, Burkina Faso.

## ABSTRACT

FIRST RESULTS OF ECOLOGICAL INTENSIFICATION AND PARTICIPATORY APPROACH IN THE COTTON ZONE OF WESTERN BURKINA FASO

*The ecological intensification (EI) represents an interesting way to increase durably the agricultural production by replacing the industrial factors of production by biological processes. Literature teaches us that the legumes play a significant role in the improvement of cropping systems. However, their insertion is inadequate in cropping systems based on cotton and cereals in Western Burkina Faso. This study aims to compare the agronomic and economic performances of cropping systems integrating annual legumes in pure culture or mixed cropping in a process of experimentation to the and by farmers (ETBF). During a crop year (2011), we used economic indicators (work time, productivity of land and labor) and agronomic data (yield, forage enhancement, development of space) for this comparison. The results indicate that farmers preferred the cropping system based on cowpea (24 farmers) compared to that based on mucuna (13 farmers). Observations show that content of biomass in nitrogen of mucuna in pure culture is highest. Mucuna is followed by corn / legumes associations which do not cause additional work but can save nearly*

30 % of the space, and diversify agricultural products. This study makes it possible to conclude that the associated cultures have a real interest for the farmers engaged in the intensification of their exploitation. They offer the opportunity to produce more biomass per unit of area, with a better quality than in conventional cropping system.

**Keys words :** Ecological intensification, system based on cotton and cereals, economic indicators, space saving, Burkina Faso.

## INTRODUCTION

L'amélioration de la fertilité des sols et de la productivité de l'agriculture en Afrique de l'Ouest, sont deux objectifs prioritaires des politiques agricoles (CORAF/WECARD, 2008). Cependant, face à l'augmentation du prix des engrais minéraux, et des effets acidifiants sur les sols, de plus en plus d'agronomes privilégient la voie de l'intensification écologique (IE) des systèmes de production (Griffon, 2009 ; Vall *et al.*, 2012a). Autrement dit, il s'agit d'accroître durablement la production en remplaçant des facteurs de productions industriels par des processus biologiques, ou alors, en améliorant l'intégration des composantes des systèmes de production (association des animaux aux cultures, des cultures et des arbres ou des cultures entres elles).

L'augmentation de la pression humaine sur les espaces agricoles et la réduction des espaces disponibles, conduisent également les paysans à s'orienter vers des solutions qui leur permettent d'accroître la production de biomasses à l'hectare, tout en préservant la fertilité du sol.

Des lors, les légumineuses offrent de bonnes perspectives de valorisation des systèmes de culture en vue d'une intensification écologique. En effet, des travaux montrent que les légumineuses peuvent être utilisées pour améliorer la fertilité des sols (Gbakatche *et al.*, 2010), accroître la productivité des systèmes (fourrages et grains), réduire la consommation en engrais minéraux (Carsky *et al.*, 2003) et pour une meilleure utilisation des espaces en culture associées (Justes *et al.*, 2009). Malheureusement, les légumineuses n'occupent qu'une part marginale des assolements, notamment, dans la zone cotonnière à l'Ouest du Burkina Faso, où les légumineuses (arachide, niébé), considérées comme des cultures secondaires, n'occupent que 5 % de l'assolement (Vall, 2009) à côté de cultures principales tels que le coton

(45 % de l'assolement), le maïs (28 % assolement) et le sorgho (13 % assolement).

Sedogo (2008) a révélé que les technologies proposées par la recherche ne sont pas diffusées ou ne font pas l'objet d'appropriation par les producteurs. Une raison est que les producteurs sont insuffisamment associées à la conception des innovations (Chia, 2004). Ce qui a permis d'entreprendre des recherches en partenariat en vue de concevoir des systèmes de production qui associent tous les producteurs à toutes les étapes.

L'intérêt de notre étude s'est porté sur l'insertion des légumineuses dans les assolements dans le but de contribuer à l'IE des systèmes de culture de l'Ouest du Burkina Faso.

L'objectif de l'article est de comparer les performances agronomiques (rendements) et économiques (produit brut, charge brute, marge brute) des systèmes intégrant les légumineuses annuelles en culture pure et en culture associée. Pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé les données d'une année de campagne issues d'une expérimentation conduite chez et par le paysan (ECP) dans le cadre du projet Fertipartenaires (FOOD/2007/144-075).

## MATERIEL ET METHODES

### SITE EXPERIMENTAL

L'étude a été conduite dans 3 villages de la province du Tuy située à l'Ouest du Burkina Faso (Figure 1). Il s'inscrit dans le cadre du projet Fertipartenaires (FOOD/2007/144-075). Le climat de la province du Tuy est de type soudanien, avec une pluviométrie moyenne d'environ 1000 mm an<sup>-1</sup>. L'année 2011 a été marquée par une faible pluviométrie avec des hauteurs d'eau de 749, 842 et 845,5 mm, respectivement pour le village de Koumbia, Karaba et Founzan contre 1 273, 1 067 et

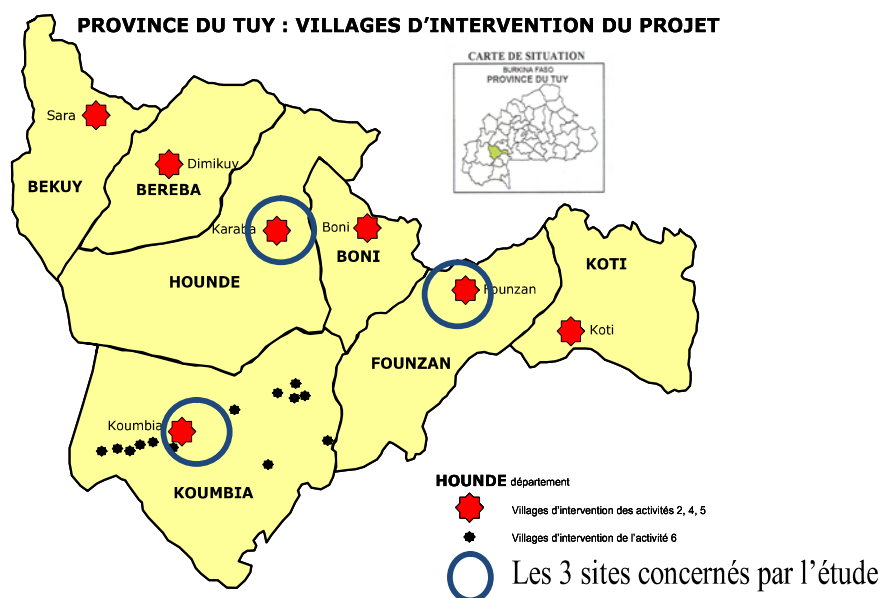
1 022 mm, respectivement pour les mêmes villages en 2010. La province est caractérisée par une forte densité de population (en moyenne 41,5 habitants km<sup>-2</sup>) et une densité en unité de bovins tropicaux (UBT) de 45 UBT km<sup>-2</sup>.

#### DEMARCHE GENERALE DE L'EXPERIMENTATION CHEZ ET PAR LES PAYSANS (ECP) (ECP)

La démarche de l'ECP (Chia, 2004) s'est appuyée sur des cadres de concertation villageois (CCV) mis en place par le projet

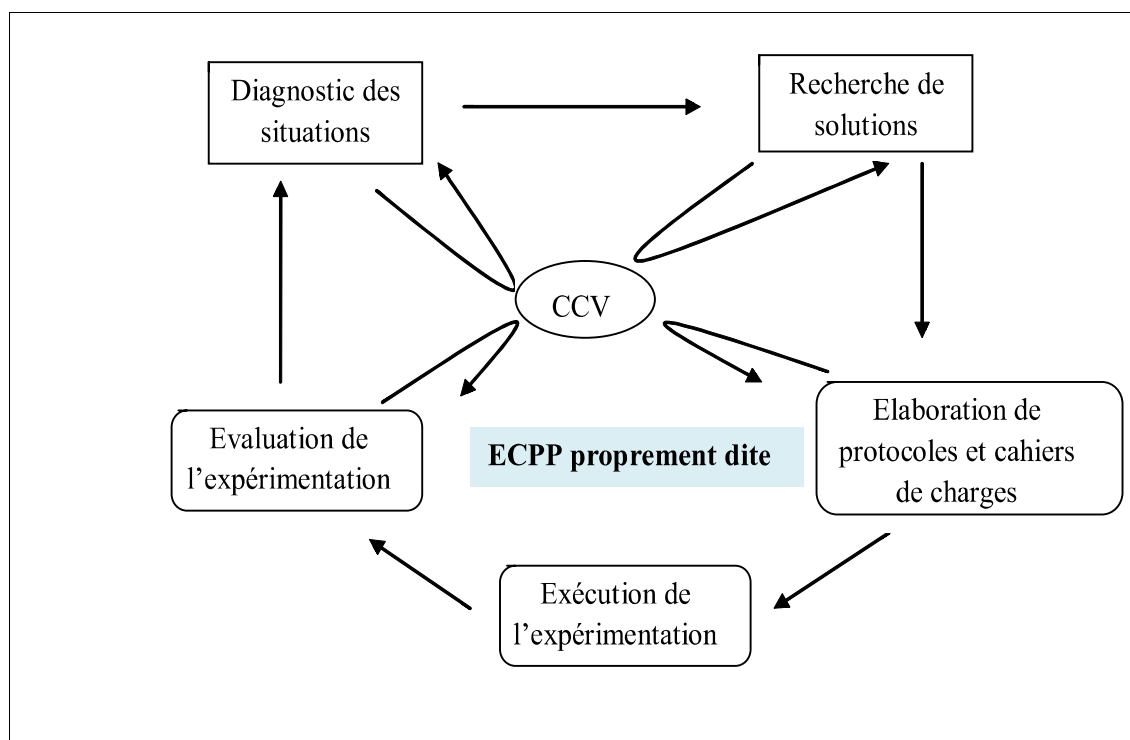
Fertipartenaires (Vall *et al.*, 2012b). Elle s'est déroulée en 3 phases (Figure 2) : (i) la phase de diagnostic des situations, (ii) la phase de recherche de solutions et (iii) la phase de l'expérimentation chez et par les paysans qui se divise en 3 étapes : élaboration de protocoles et de cahiers de charges, mise en œuvre des essais et évaluation.

Les CCV ont servi de cadre d' enrôlement et de mobilisation des paysans. Au total, 37 producteurs ont été identifiés par les CCV des 3 villages d'étude.



**Figure 1** : Sites d'étude (province du Tuy).

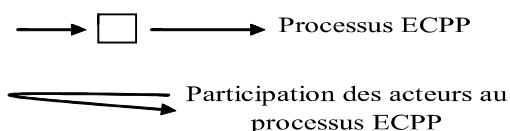
*Study sites (Tuy province).*



**Figure 2** : Démarche de l'expérimentation chez et par les paysans (ECPP).

*Scheme of the experimentation in farmer fields to the and by farmers (ETBF).*

Légende :



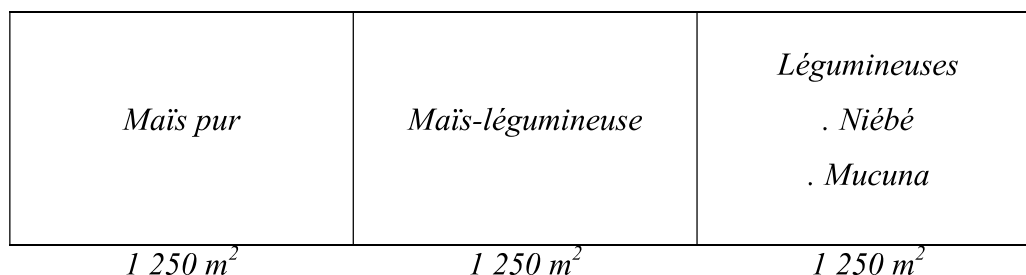
#### DISPOSITIF EXPERIMENTAL : CO-CONCEPTION DE 2 SYSTEMES DE CULTURES

Deux systèmes de culture ont été proposés au choix des producteurs. Vingt et quatre (24) producteurs ont choisi le système de culture incluant le niébé et 13 producteurs ont choisi le système de culture incluant le mucuna.

L'essai (Figure 3) a été composé, chez chaque paysan-expérimentateur, d'une parcelle de culture pure de maïs, d'une parcelle de culture pure de légumineuse (niébé ou mucuna) et d'une parcelle d'association maïs-légumineuse de

1 250 m<sup>2</sup> de superficie chacune. Chaque paysan-expérimentateur a constitué une répétition (Hocdé et Triomphe, 2002).

L'itinéraire technique (Tableau 1) consistait à semer du maïs (aux écartements de 40 cm x 80 cm) après un labour à plat. Le niébé ou le mucuna ont été semés dans les interlignes du maïs (interpoquet 40 cm) et en culture pure (aux écartements de 40 cm x 80 cm). Le complexe NPK (150 kg ha<sup>-1</sup>) et l'urée (50 kg ha<sup>-1</sup>) ont été apportés sur le maïs (en pure et en association). Des observations ont été faites au cours du cycle pour collecter les données liées aux itinéraires techniques et au temps des travaux.



**Figure 3** : Dispositif des essais de cultures pures et de cultures associées.  
*Plot lay out of pure cultures and mixed-cropping trials.*

**Tableau 1** : Itinéraire technique moyen des expérimentations en 2011.  
*Average technical route of experimentations in 2011.*

n = 24	Maïs	Maïs-niébé	Niébé
Date de travail sol	04/07	04/07	11/07
Date semis maïs	08/07	09/07	-
Date semis niébé	-	25/07	24/07
Densité maïs (pieds ha <sup>-1</sup> )	37 500	35 272	-
Densité du niébé (pieds ha <sup>-1</sup> )	-	36 339	48 308
Ecart semis - sarclage mécanique (j)	21	15	19
Ecart semis-sarclage manuel (j)	30	45	67
Ecart semis-NPK (j)	20	18	-
Ecart semis-Urée (j)	45	44	-
Ecart semis-insecticide (j)	-	42	46
n = 13	Maïs	Maïs-mucuna	Mucuna
Date de travail sol	01/07	01/07	16/07
Date semis maïs	03/07	04/07	-
Date semis mucuna	-	04/08	03/08
Densité maïs (pieds ha <sup>-1</sup> )	42 740	40 993	-
Densité du mucuna (pieds ha <sup>-1</sup> )	-	27 740	37 163
Ecart semis -sarclage mécanique (j)	26	22	23
Ecart semis-sarclage manuel (j)	30	31	26
Ecart semis-NPK (j)	24	24	-
Ecart semis-Urée (j)	43	43	-

\*j = jour (day)

## MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal utilisé a été le maïs (*Zea mays*), le niébé (*Vigna unguiculata*) et le mucuna. La variété cultivée a été le maïs local. Par contre, pour le niébé, c'est la variété sélectionnée KVX396 qui a été utilisée. Pour le mucuna, l'expérimentation a porté sur deux variétés de deux espèces différentes. Il s'agit de *Mucuna rajada* à port peu envahissant et *Mucuna deeringiana* à port très envahissant. Les semences du niébé et du *Mucuna rajada* ont été fournies par l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) du Burkina

Faso. Les semences du *Mucuna deeringiana* ont été fournies par le Centre International de Recherche Développement sur l'Elevage en zone Sub-humide (CIRDES).

## VARIABLES CALCULEES ET ANALYSE STATISTIQUE

Les variables calculées ont été les variables économiques (produits, charges et marge bruts), rendements, quantités d'azote accumulé et le *land equivalent ratio* (LER) ou l'indice de surface équivalente et les temps de travaux (hors récolte).

## Méthode de calcul des différents paramètres

### *Produits, charges et marges bruts*

Les produits bruts constituent la valeur de la production brute agricole estimée au prix du marché. Ils ont été obtenus par hectare en affectant une valeur aux produits du maïs (grain, pailles), du niébé (grain et fourrage) et du mucuna (fourrage) sur la base des prix moyens du marché local (125 FCFA kg<sup>-1</sup> pour le maïs grain, 250 FCFA kg<sup>-1</sup> pour le niébé grain), après une enquête auprès des producteurs (50 FCFA kg<sup>-1</sup> de fane de niébé ou mucuna et 5 FCFA kg<sup>-1</sup> de pailles de maïs).

Les charges brutes correspondent aux charges qui disparaissent dans l'acte de production. Elles ont été obtenues par hectare en sommant les charges élémentaires d'intrants (semences, herbicides, engrais, insecticides) et de travail (hors récolte). Le tarif généralement pratiqué dans la zone d'étude pour le temps de travail a été utilisé (soit 500 FCFA pour 1 j ha<sup>-1</sup>).

La marge brute par hectare représente la valeur de la production par hectare diminuée des charges brutes et la marge brute par journée de travail est le rapport de la marge brute par hectare et le nombre de jours de travail (Ouedraogo 2004).

### *Rendements et teneurs en N*

Pour l'échantillonnage des végétaux, nous avons déterminé le taux de matière sèche ((poids sec / poids frais) \* 100) des fanes de mucuna et de niébé en culture pure et en culture associée de toutes les parcelles. Sur la base de ce taux de matière sèche (MS), 3 groupes de fanes de chaque légumineuse ont été constitués selon la culture pure et la culture associée par une classification ascendante hiérarchique. Les échantillons composites ont été constitués à partir de ces groupes de fanes, soit 3 échantillons pour le niébé en culture pure, 3 échantillons pour le niébé en culture associée, 3 échantillons pour le mucuna en culture associée (*Mucuna rajada*) et 3 échantillons pour le mucuna en culture pure (*Mucuna deeringiana*). Pour le maïs, 3 échantillons ont été constitués sur la base des variétés utilisées par les paysans (Barka, wari et espoir). Au total 15 échantillons de végétaux ont été analysés pour déterminer les teneurs en azote (% de MS) par la méthode de Kjeldahl.

Les analyses ont été réalisées par le Laboratoire Sol-Eau-Plante de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) de Farako-Bâ (Burkina Faso).

### *Calcul du LER*

Le LER correspond à la surface de sol nécessaire pour obtenir en culture pure les mêmes rendements qu'en culture associée (Willey, 1979). Le LER se calcule de la façon suivante :

LER = Rendement maïs associé / rendement maïs en culture pure + Rendement légumineuse associée / rendement légumineuse en culture pure.

### *Temps de travail*

Nous avons considéré qu'une journée de travail correspondant à 6 h de travail au regard des pratiques dans la zone. Le temps de travail (j/ha) par opération est obtenu en faisant le calcul suivant : (temps passé en minutes \* nombre de personnes \* 10 000/superficie de la parcelle)/360. Le temps total est obtenu en sommant les temps de travail de toutes les opérations excepté les temps de récolte qui sont difficiles à obtenir.

## Analyse statistique des données

L'analyse de variance (ANOVA) a été réalisée à l'aide du logiciel XLSTAT (version 2011.1.01). Le test de Newman Keuls a permis de comparer les moyennes, au seuil de 5 %.

## RESULTATS

### UTILISATION DE L'ESPACE PAR LES SYSTEMES DE CULTURE

Le tableau 1 indique que les agriculteurs ont préféré cultiver le niébé (24 paysans) en association avec le maïs par rapport au mucuna (13 paysans). On note également que le maïs en culture associée, a été utilisé en culture pure. Les résultats (Tableau 2) sur le "*Land Equivalent Ratio*" (LER) montrent que l'association maïs-niébé a permis de faire une économie théorique de 7 à 46 % en superficie, par rapport à la culture pure du maïs et du niébé, respectivement pour les rendements en grain et en fourrage. Pour toute la production (fourrage + grain) de

l'association maïs-niébé, l'économie de surface a été de 30 %, par rapport aux cultures pures. L'association maïs-mucuna a permis d'économiser 35 % en surface par rapport à la

culture pure du maïs et du mucuna, en terme de production de fourrage et 26 % en surface en terme de production globale (fourrage + grain) du système.

**Tableau 2 :** Rendements du maïs, du niébé et du mucuna et valeurs du LER des cultures pures et associées.

*Corn, cowpea and mucuna yields and LER values of pure and mixed-crops*

		Culture pure		Culture associée		LER		
	Variables	Maïs (kg/ha)	Niébé (kg/ha)	Maïs (kg/ha)	Niébé (kg/ha)	Maïs (kg/ha)	Niébé (kg/ha)	Maïs + Niébé
Système à base de niébé (n = 24)	Grain	1 690 ± 231	426 ± 67	1 151 ± 180	166 ± 29	0,68	0,39	1,07
	Fourrage	2 315 ± 208	705 ± 133	2 166 ± 228	367 ± 67	0,94	0,52	1,46
	Fourrage + grain	4 005 ± 416	1 131 ± 168	3 316 ± 389	533 ± 77	0,83	0,47	1,30
		Culture pure		Culture associée		LER		
	Variables	Maïs (kg/ha)	Mucuna (kg/ha)	Maïs (kg/ha)	Mucuna (kg/ha)	Maïs (kg/ha)	Mucuna (kg/ha)	Maïs + Mucuna
Système à base de mucuna (n = 13)	Grain	1 853 ± 219	nd	1 532 ± 165	nd	0,83	nd	nd
	Fourrage	2 295 ± 206	1 441 ± 276	2 372 ± 250	456 ± 101	1,03	0,32	1,35
	Fourrage + grain	4 148 ± 400	1 441 ± 276	3 904 ± 368	456 ± 101	0,94	0,32	1,26

Légende : LER = *Land equivalent ratio*, nd = non déterminer (not determine)

#### PERFORMANCES ECONOMIQUES DES DEUX SYSTEMES DE CULTURE AVEC LEGUMINEUSES

Le produit brut obtenu en culture pure de niébé a été significativement faible, comparativement à l'association maïs-niébé et à la culture pure du maïs qui n'ont pas été significativement différentes (Tableau 3). La charge brute occasionnée par l'association maïs-niébé a été significativement plus importante que celles engendrée par les cultures pures de maïs et de niébé. Les marges brutes et les marges brutes par journée de travail des 3 systèmes de culture n'ont pas été par contre significativement différentes.

Pour le système intégrant le mucuna (Tableau 3), on a observé que le produit brut obtenu avec la culture pure du mucuna a été significativement plus faible, comparativement à l'association maïs-mucuna et à la culture pure du maïs qui n'ont pas été significativement différentes. La charge brute occasionnée par l'association maïs-mucuna a été significativement plus importante que celles engendrée par les cultures pures de maïs et de mucuna. Les marges brutes et les marges brutes par journée de travail n'ont pas été significativement différentes entre elles.

#### RENDEMENTS EN BIOMASSE ET TENEURS EN AZOTE DANS LES DEUX SYSTEMES DE CULTURES ASSOCIANT DES LEGUMINEUSES

Le tableau 4 montre que la teneur en N du mucuna a été significativement plus importante que celle du niébé et du maïs. On a noté que le mucuna ( $2,87 \pm 0,07$  % MS) et le niébé ( $2,33 \pm 0,31$  % MS), en association ont eu des teneurs en N significativement plus élevées que le mucuna ( $2,43 \pm 0,03$  % MS) et le niébé en culture pure ( $2,15 \pm 0,08$  % MS).

Les résultats (Figure 4) montrent que la quantité de N accumulée dans la biomasse aérienne maïs-niébé ( $21,81 \pm 1,94$  kg ha<sup>-1</sup>) a été significativement plus importante (au seuil de 5 %) que celle du niébé ( $15,17 \pm 2,86$  kg ha<sup>-1</sup>) et du maïs ( $14,19 \pm 1,27$  kg ha<sup>-1</sup>). Les quantités de fourrage ont été pour la culture pure de maïs (tige maïs =  $2 315 \pm 208$  kg ha<sup>-1</sup>), association maïs-niébé (tige maïs =  $2 166 \pm 228$  kg ha<sup>-1</sup> et fane niébé =  $367 \pm 67$  kg ha<sup>-1</sup>, soit un total de  $2 532$  kg ha<sup>-1</sup>) et culture pure de niébé (fane niébé =  $705 \pm 133$  kg ha<sup>-1</sup>). Les différences ont été significatives entre les quantités de fourrage au seuil de 5 %.

La figure 5 montre que la teneur en N de mucuna, en culture pure ( $35,00 \pm 6,69 \text{ kg ha}^{-1}$ ) et de l'association maïs-mucuna ( $27,62 \pm 2,98 \text{ kg ha}^{-1}$ ) n'ont pas été significativement différentes, mais significativement plus élevée (au seuil de 5 %) que celle du maïs pur ( $14,07 \pm 1,26 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Les quantités de fourrage sont :

culture pure de maïs (tige maïs =  $2\,295 \pm 206 \text{ kg ha}^{-1}$ ), association maïs/mucuna (tige maïs =  $2\,372 \pm 250 \text{ kg ha}^{-1}$  et fane mucuna =  $456 \pm 101 \text{ kg ha}^{-1}$ , soit un total de  $2\,828 \text{ kg ha}^{-1}$ ) et culture pure de mucuna (fane mucuna =  $1\,441 \pm 276 \text{ kg ha}^{-1}$ ). La différence est significative entre les quantités de fourrage au seuil de 5 %.

**Tableau 3 :** Performances économiques des systèmes de cultures intégrant le niébé ou le mucuna.  
*Economic performances of cropping systems integrating cowpea or mucuna.*

n = 24	Maïs	Maïs/Niébé	Niébé	F	Pr > F	Significatif
PB (FCFA/ha)	222 819 <sup>a</sup> ± 29 760	214 484 <sup>a</sup> ± 22 653	141 788 <sup>b</sup> ± 20 100	3,306	0,043	Oui
CB (FCFA/ha)	108 059 <sup>b</sup> ± 4 175	140 997 <sup>a</sup> ± 6 668	71 453 <sup>c</sup> ± 4 645	43,492	< 0,0001	Oui
MB (FCFA/ha)	114 760 <sup>a</sup> ± 29 779	73 486 <sup>a</sup> ± 21 096	70 335 <sup>a</sup> ± 20 479	1,053	0,355	Non
MB/JT (FCFA/j)	3 119 <sup>a</sup> ± 1 105	2 071 <sup>a</sup> ± 679	3 486 <sup>a</sup> ± 1 035	0,588	0,558	Non
n = 13	Maïs	Maïs/Mucna	Mucna	F	Pr > F	Significatif
PB (FCFA/ha)	243 126 <sup>a</sup> ± 28 158	226 136 <sup>a</sup> ± 23 354	72 067 <sup>b</sup> ± 13 776	17,436	< 0,0001	Oui
CB (FCFA/ha)	136 189 <sup>b</sup> ± 20 260	194 376 <sup>a</sup> ± 27 257	43 959 <sup>c</sup> ± 5 297	14,608	< 0,0001	Oui
MB (FCFA/ha)	106 937 <sup>a</sup> ± 39 553	31 760 <sup>a</sup> ± 42 475	28 108 <sup>a</sup> ± 14 196	1,664	0,204	Non
MB/JT (FCFA/j)	3 514 <sup>a</sup> ± 1 461	1 441 <sup>a</sup> ± 1 097	2 296 <sup>a</sup> ± 1 455	0,597	0,556	Non

PB = produit brut (*gross product*) ; CB = charge brute (*gross load*) ; MB = marge brute (*gross margin*) ; MB/JT = marge brute par journée de travail (*gross margin per workday*)

\*Les valeurs suivies d'une même lettre sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (*Values followed by the same letter on the same line are not significantly different at the 5 %*)

**Tableau 4 :** Teneur en N des végétaux (maïs, niébé et mucuna).

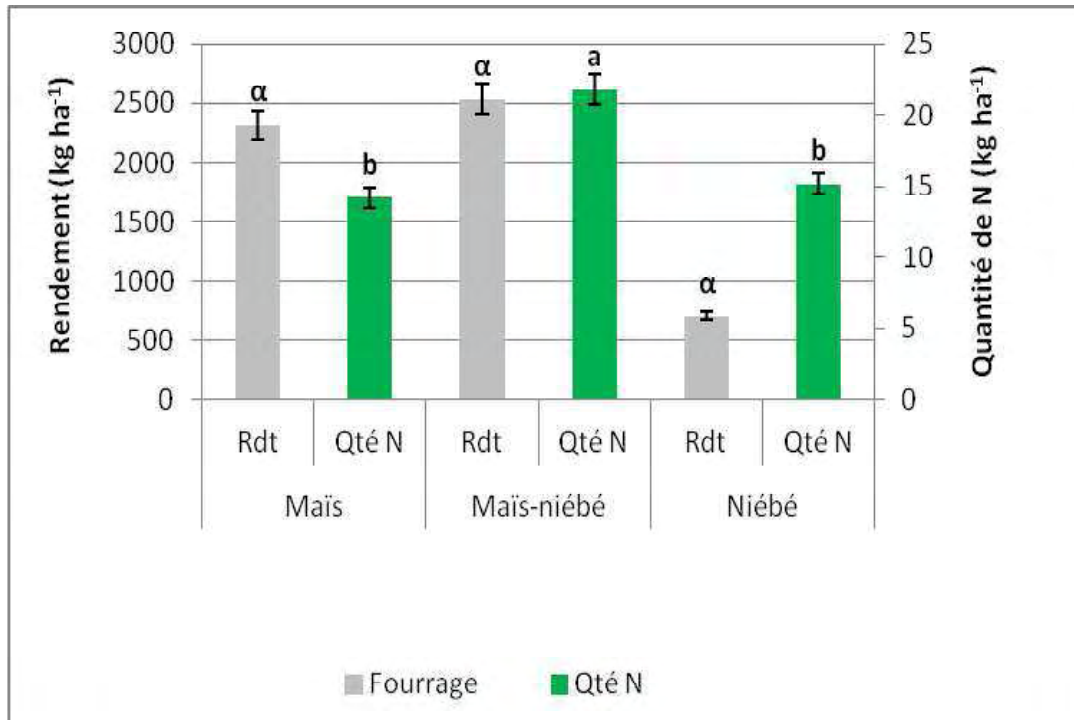
*Nitrogen contents of plants (corn, cowpea and mucuna).*

Végétaux	Teneur en azote (% MS)
Mucuna rajada (en association)	2,87 <sup>a</sup> ± 0,07
Mucuna deeringiana (en culture pure)	2,43 <sup>ab</sup> ± 0,03
Niébé (en association)	2,33 <sup>ab</sup> ± 0,31
Niébé (culture pure)	2,15 <sup>b</sup> ± 0,08
Maïs	0,61 <sup>c</sup> ± 0,09
F	43,231
Pr>F	< 0,0001
Significatif	Oui

MS = matière sèche (*dry matter*)

\* Les valeurs suivies d'une même lettre sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (*Values followed by the same letter on the same line are not significantly different at the 5 %*)

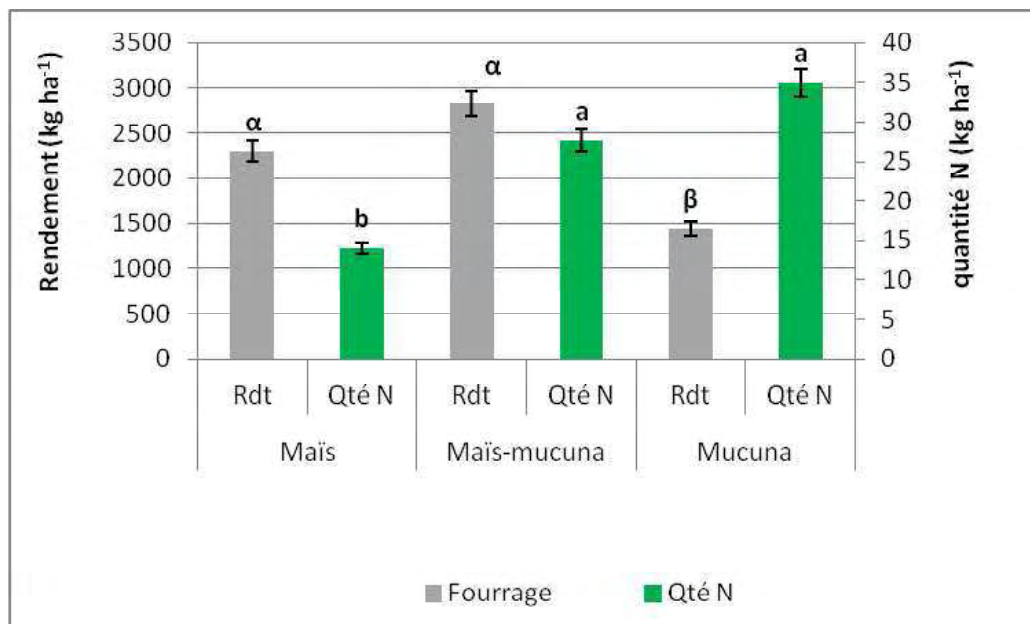




**Figure 4** : Rendement (Rdt) de fane de niébé et de tige de maïs et quantité (Qté) de N accumulé dans le système intégrant le niébé (n = 24).

*Yield (Rdt) of cowpea haulm and corn stems and quantity (Qté) to N accumulated in the system including cowpea (n = 24).*

\*Les histogrammes accompagnés d'une même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % (histograms accompanied by the same letter are not significantly different at the 5 %)



**Figure 5** : Rendement (Rdt) de fane de mucuna, des tiges de maïs et quantité (Qté) de N accumulé dans le système intégrant le mucuna (n = 13)

*Yield (Rdt) of mucuna haulm and corn stems and quantity (Qté) to nitrogen (N) accumulated in the system including mucuna (n = 13)*

\*Les histogrammes accompagnés d'une même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % (histograms accompanied by the same letter are not significantly different at the 5 %)

### Effet des systèmes de culture sur le temps de travail

Le tableau 5 montre que le temps de semis pour la parcelle d'association maïs-niébé, a été significativement plus élevé que ceux des cultures pures de maïs et de niébé. Le temps de semis du niébé en association a été de  $6,43 \pm 0,71$  j ha<sup>-1</sup>. Les temps de labour, de sarclage, d'apport d'herbicide et le temps total n'ont pas été significativement différents entre le maïs, le maïs-niébé et le niébé. Les données montrent que les opérations de sarclage ont été plus consommatrices de temps de travail, par rapport aux autres opérations culturales. Le poids du sarclage dans le temps total a été de 38,50 % pour la culture pure du maïs, 41,73 % pour l'association maïs-niébé et 57,97 % pour la culture pure du niébé. L'opération de semis vient après celle du sarclage. Le temps d'apport d'engrais a été nul pour le niébé et celui du buttage a également été nul aussi bien pour le niébé que pour l'association. Il n'y a pas eu de traitement insecticide sur le maïs.

Les résultats sur le système intégrant le mucuna (Tableau 5) ont été identiques à ceux obtenus avec le système intégrant le niébé. On a noté que le temps de semis sur la parcelle d'association maïs-mucuna, est significativement plus élevé que ceux des cultures pures de maïs et du mucuna. Le temps mis pour le semis du mucuna en association a été de  $8,25 \pm 1,69$  j ha<sup>-1</sup>. Les temps de labour, de sarclage, d'apport d'herbicide et le temps total n'ont pas été significativement différents entre le maïs, le maïs-mucuna et le mucuna. On a observé que les opérations de sarclage ont été plus consommatrices de temps de travail, par rapport aux autres opérations culturales. Le poids du sarclage dans le temps total a été de 61,44 % pour la culture pure du maïs, 52,42 % pour l'association maïs/mucuna et 58,91 % pour la culture pure du mucuna. L'opération de semis vient après celle du sarclage. Le temps d'apport d'engrais a été nul pour le mucuna, celui du buttage a été nul pour le mucuna et aussi pour l'association maïs-mucuna.

**Tableau 5** : Effet des systèmes de culture sur le temps de travail (j ha<sup>-1</sup>).

*Effect of cropping systems on work time.*

Système avec niébé (n = 24)	Maïs	Maïs-Niébé	Niébé	F	Pr > F	Significatif
Labour	5,68 <sup>a</sup> ± 0,57	5,56 <sup>a</sup> ± 0,50	5,24 <sup>a</sup> ± 0,51	0,188	0,829	Non
Semi	13,35 <sup>ab</sup> ± 2,28	17,54 <sup>a</sup> ± 2,19	8,58 <sup>b</sup> ± 1,41	5,027	0,009	Oui
Application herbicide	0,90 <sup>a</sup> ± 0,14	0,94 <sup>a</sup> ± 0,16	0,83 <sup>a</sup> ± 0,13	0,164	0,849	Non
Application engrais	3,55 <sup>a</sup> ± 0,43	3,50 <sup>a</sup> ± 0,42	0 <sup>b</sup>	34,549	< 0,0001	Oui
Sarclage	17,57 <sup>a</sup> ± 5,44	20,23 <sup>a</sup> ± 5,47	21,02 <sup>a</sup> ± 5,97	0,103	0,902	Non
Buttage	2,89 <sup>a</sup> ± 0,54	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	28,438	< 0,0001	Oui
Traitement insecticide	0 <sup>b</sup>	0,54 <sup>a</sup> ± 0,16	0,63 <sup>a</sup> ± 0,15	7,130	0,002	Oui
Temps total (hors récolte)	45,53 <sup>a</sup> ± 6,09	48,47 <sup>a</sup> ± 6,23	36,36 <sup>a</sup> ± 6,08	1,060	0,352	Non
Système avec mucuna (n = 13)	Maïs	Maïs_Mucuna	Mucuna	F	Pr > F	Significatif
Labour	5,30 <sup>a</sup> ± 1,22	5,35 <sup>a</sup> ± 1,16	5,97 <sup>a</sup> ± 1,37	0,088	0,916	Non
Semi	13,65 <sup>ab</sup> ± 2,75	20,91 <sup>a</sup> ± 3,83	7,43 <sup>b</sup> ± 1,43	5,622	0,008	Oui
Application herbicide	0,77 <sup>a</sup> ± 0,23	0,75 <sup>a</sup> ± 0,23	0,64 <sup>a</sup> ± 0,16	0,123	0,885	Non
Application engrais	8,58 <sup>a</sup> ± 3,88	8,69 <sup>a</sup> ± 3,87	0 <sup>a</sup>	2,479	0,098	Oui
Sarclage	49,86 <sup>a</sup> ± 21,21	41,55 <sup>a</sup> ± 17,13	20,69 <sup>a</sup> ± 9,73	0,809	0,453	Non
Buttage	0,98 <sup>a</sup> ± 0,41	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	5,596	0,008	Oui
Temps total (hors récolte)	81,15 <sup>a</sup> ± 27,14	79,27 <sup>a</sup> ± 23,43	35,12 <sup>a</sup> ± 10,49	1,458	0,246	Non

\*Les valeurs suivies d'une même lettre, sur la même ligne, ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (*Values followed by the same letter in the same line are not significantly different at the 5 %*)

## DISCUSSION

Lorsque le choix a été laissé de façon participative, entre le niébé et le mucuna, les résultats montrent que les agriculteurs ont préféré associer le maïs avec du niébé (24 paysans) plutôt qu'avec du mucuna (13 paysans). Cela peut s'expliquer par le fait que les agriculteurs priorisent la satisfaction des besoins alimentaires (sécurité alimentaire) de leurs exploitations, l'élevage extensif étant toujours une pratique courante (les animaux sont livrés à la vaine pâture). Toutefois, notre travail a montré que les 2 types de cultures associées permettent de produire plus de fourrage, par rapport aux cultures pures. Les données sur les LER révèlent également que les systèmes de cultures associées ont des LER dont les valeurs se situent entre 1,07 et 1,46 (pour l'association maïs-niébé) et 1,26 et 1,35 (pour l'association maïs/mucuna). Ce qui signifie qu'il faudrait 1,07 à 1,46 ha de culture pure de maïs et de légumineuse pour avoir la même production qu'avec 1 ha des 2 cultures associées. Nos résultats corroborent ceux obtenus par d'autres chercheurs (Zougmore *et al.*, 2000 ; Justes *et al.*, 2009). Les travaux de Justes *et al.* (2009) ont montré que le LER des associations blé et pois a varié entre 1,10 et 1,30. Zougmore *et al.* (2000) ont obtenu également un LER pour l'association sorgho-niébé variant entre 1,60 à 1,70. Justes *et al.* (2009) ont expliqué leurs résultats en relevant la complémentarité entre les 2 espèces du point de vue de l'utilisation des ressources en azote, d'un point de vue de l'utilisation de l'espace (en raison d'architectures aériennes très différentes) et d'un point de vue temporel (en raison de pics de croissance décalés). Nos résultats peuvent être expliqués par le fait que contrairement au maïs, les légumineuses ont la capacité de fixer l'azote de l'air et donc cela leur permet de ne pas être en compétition avec le maïs. On peut dire que les associations maïs-légumineuses seraient des systèmes performants permettant de mieux gérer l'espace, dans un contexte d'augmentation de la population et du cheptel avec comme conséquence la pression sur la ressource terre.

L'analyse des performances économiques montre que les associations maïs-légumineuses entraînent une augmentation significative du produit brut, par rapport à la culture pure des légumineuses et une baisse non significative par rapport à la culture pure du maïs. Les cultures

associées ont occasionné des charges brutes significativement plus élevées que les cultures pures du maïs et des légumineuses sans réduire significativement les marges brutes. Ces résultats s'expliquent par le fait que les charges supplémentaires engendrées par les cultures associées ont été compensées par la production supplémentaire de légumineuse.

Les teneurs en N ont révélé que la biomasse des légumineuses a été plus riche en N que celle du maïs. En association, les légumineuses ont eu une teneur en N plus importante qu'en culture pure. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la biomasse des légumineuses en association a été moins importante que celle en culture pure. Par le fait de la compétition pour N minéral, la légumineuse fixerait plus cet élément dans l'aire en culture associée qu'en culture pure. Selon Véricel et Minette (2010) la teneur en N pour toute espèce diminue lorsque sa biomasse augmente. La différence de teneur en N entre les 2 types de mucuna peut être liée à l'espèce. Selon Segda *et al.* (1996), la teneur en N du *Mucuna cochinchinensis* a varié entre 2,80 et 3,05 % de matière sèche (MS) alors que celle du *Mucuna pruriens* a varié entre 1,69 et 2,78 % MS.

L'accumulation de N dans la biomasse du mucuna dans le système de culture pure a été plus importante que celle de l'association maïs-mucuna et de la culture pure de maïs. La culture pure de mucuna serait donc le système le plus performant en terme de restitution d'azote si toute la biomasse devrait rester sur le sol, suivi par l'association maïs-mucuna. Dans le système intégrant le niébé, c'est l'association maïs-niébé qui a enregistré le plus de N accumulé que le niébé et le maïs en culture pure. Les légumineuses sont capables de fixer par symbiose N atmosphérique avec comme l'avantage la réduction de la compétition entre le maïs et les légumineuses pour cet élément (Justes *et al.*, 2009). Des recherches (Bado, 2002 ; Eilitta *et al.*, 2003) ont établi que les légumineuses sont des espèces qui peuvent permettre de recycler N qui est le principal facteur limitant dans notre zone d'étude. Les travaux de Bado (2002) ont montré que le niébé pouvait fixer 15 à 143 kg N ha<sup>-1</sup> de l'atmosphère soit 25 à 64 % de N total qu'il mobilise. Eilitta *et al.* (2003) ont obtenu, dans les biomasses de mucuna, des quantités de 148, 169 et 172 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivement pour les variétés noire, tacheté et blanche.

Les résultats sur les temps de travaux montrent que les associations maïs-légumineuses n'ont pas influencé significativement les temps totaux de travail (hors récolte). Cela est dû au fait que le temps de semis supplémentaire occasionné par les cultures associées a été compensé, en partie, par la suppression du temps de buttage. On note que les opérations de sarclages exigent plus de temps de travail que les autres opérations culturales. Cela corrobore les données de M'Biandoun et Bassala (2007) qui indiquent 31 à 63,5 % pour la culture pure du coton, de l'arachide, du maïs et du sorgho.

## CONCLUSION

Bien que notre travail ait été effectué sur une campagne agricole, on peut globalement retenir que sur le plan économique, le système avec la culture pure du maïs a été plus performant que les cultures associées et la culture pure de légumineuse, même si, les différences enregistrées n'ont pas été significatives. Ce système de culture pure du maïs en continue est limitée par son effet négatif sur la fertilité du sol (acidification par les engrais) dans le long terme avec comme conséquence la baisse de rendement. La culture pure du mucuna peut permettre d'améliorer rapidement la fertilité du sol, mais dans un contexte d'augmentation de la population et du cheptel, cette modalité reste limitée. Les systèmes associant maïs et légumineuse sont plus performants dans la mesure où ils n'entraînent pas de travail supplémentaire mais permettent d'économiser de l'espace, par rapport aux cultures pures de maïs et de légumineuses et de diversifier les productions agricoles. La modalité associant les légumineuses au maïs se présente comme un meilleur potentiel pour l'intensification écologique des systèmes de production. La contrainte de cette modalité réside dans le fait qu'il est difficile selon les agriculteurs, de réaliser certains travaux tels que la récolte. Néanmoins, les expérimentations doivent se poursuivre pour tester différents systèmes de culture incluant des légumineuses. Les agriculteurs ont un rôle à jouer dans la création de ces systèmes de culture.

## REFERENCES

- Bado B. V. 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de doctorat : Université Laval-Québec, 197 p.
- Carsky R. J., Douthwaite B., Manyong V. M., Sanginga N., Schulz S., Vanlauwe B., Diels J. et J. D. H. Keatinge. 2003. Amélioration de la gestion des sols par l'introduction de légumineuses dans les systèmes céréaliers des savanes africaines. Cahiers Agriculture, 12 : 227 - 233.
- Chia E. 2004. Principes, méthodes de la recherche en partenariat : une proposition pour la traction animale. Élev. Méd. Vét. Pays Trop. 3 & 4 : 233 - 240.
- CORAF/WECARD. 2008. Plan opérationnel 2008 - 2012. Déployer des systèmes agricoles innovants en Afrique de l'Ouest et du Centre. Dakar, Sénégal, Coraf/Wecard, 10 p.
- Eilitta M., Sollenberger L. E., Littel R. C. and L. W. Harrington. 2003. On-farm experiments with maize-mucuna systems in the los tuxtlas region of veracruz, southern mexico. ii. mucuna variety evaluation and subsequent maize grain yield. Expl Agric. 39 : 19 - 27.
- Gbakatchetche H., Sanogo S., Camara M., Bouet A. et J. Z. Keli. 2010. Effet du paillage par des résidus de pois d'angole (*Cajanus cajan* L.) sur le rendement du riz paddy (*Oryza sativa*) pluvial en zone forestière de Côte d'Ivoire. Agronomie Africaine. 22 (2) : 131 - 137.
- Griffon M. 2009. Pour des agricultures écologiquement intensives. Editions de l'Aube et Conseil général des Côtes d'Armor, 58 p.
- Hocdé H. et B. Triomphe. 2002. L'expérimentation en milieu paysan. In : Mémento de l'agronome, édition 2002, 511 - 536.
- Justes E., Bedoussac L. et L. Prieur. 2009. Est-il possible d'améliorer le rendement et la teneur en protéines du blé en Agriculture Biologique au moyen de cultures intermédiaires ou de cultures associées ? Innovations Agronomiques, 4 : 165 - 176.
- M'Biandoun M. et J. P. O. Bassala. 2007. Savoir paysan et fertilité des terres au Nord-Cameroun. Cahiers Agricultures, 16 (3) : 185 - 197

- Ouédraogo S. 2004. Impact économique des variétés améliorées du niébé sur les revenus des exploitations agricoles du plateau central du Burkina Faso. *Tropicultura*, 21 (4) : 204 - 210.
- Sedogo P. M. 2008. Etude sur la capitalisation des technologies en matière d'amélioration de la fertilité des sols dans les zones cotonnières du Burkina Faso. Rapport final, Union nationale des producteurs de coton du Burkina Faso (UNPCB), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 51 p.
- Segda Z., Hien V., Lompo F., Bayala J. et M. Becker. 1996. Gestion améliorée de la jachère par utilisation de légumineuses de couverture. *In* ORSTOM/CNRST (Eds.). : Actes de l'atelier "La jachère, lieu de production", Bobo-Dioulasso, Dakar, pp. 133 - 139.
- Vall E. 2009. Diversité, pratiques agropastorales, relations d'échanges et de conflits, productivité et sécurité alimentaire dans les exploitations agropastorales de la province du Tuy (Burkina Faso). Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en Zone sub-humide, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 53 p.
- Vall E., Andrieu N., Chia E. et H. B. Nacro. (Editeurs scientifiques), 2012a. Partenariat, modélisation, expérimentation : quelles leçons pour la conception de l'innovation et l'intensification écologique. Actes du séminaire ASAP, novembre 2011. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Cédérom.
- Vall E., Blanchard M., Koutou M., Coulibaly K., Diallo M., Chia E., Traoré L., Tani F., Andrieu N., Ouattara B., Dugué P. et P. Autfray. 2012b. Recherche action en partenariat et innovations face aux changements globaux de l'Afrique Subsaharienne. 3<sup>e</sup> Semaine Scientifique Agricole de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, Coraf/Wecard, N'Djaména, 14 - 17 mai 2012.
- Véricel G. et S. Minette. 2010. Légumineuses, comment les utiliser comme cultures intermédiaires ? Synthèse des travaux menés par la Chambre Régionale d'Agriculture sur la gestion de l'inter-culture et présentation des références régionales. Dossier technique, Poitou Charentes, 24 p
- Willey R. W. 1979. Intercropping - its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. *Field Crops Res.* 32 : 1 - 10
- Zougmore R., Guillobez S., Kambou N. F. and K. Ouattara. 2000. Sorghum-cowpea intercropping : an effective technique against runoff and soil erosion in the Sahel (Saria, Burkina Faso). *Arid Soil Research & rehabilitation.* 14 : 329 - 342.