

# DEVELOPPEMENT DES SYSTEMES DE PRODUCTION INNOVANTS D'ASSOCIATION MAÏS/LEGUMINEUSES DANS LA ZONE SUBHUMIDE DU MALI

D. COULIBALY, A. BA, B. DEMBELE, F. SISSOKO

Institut d'Economie Rurale (IER), BP 16, Sikasso, Mali Tél. : + 223 21 62 14 17 ; Fax : + 223 21 62 03 49

doubangolo@yahoo.fr, doubangolo.coulibaly@ier.ml

## RESUME

Parmi les 3 piliers de l'intégration agriculture-élevage (traction animale, fumure organique, cultures fourragères) diffusés en Afrique de l'Ouest, seules les cultures fourragères ont été peu adoptées. Pourtant, les associations maïs/légumineuses ont l'avantage d'améliorer la production et l'alimentation animale. Elles représentent une alternative dans la gestion des risques et des incertitudes pour les agro-éleveurs, confrontés aux changements globaux (climatiques, pression foncière, dégradation des ressources naturelles). L'objectif de cette étude est de déterminer la contribution des associations maïs/légumineuses dans l'amélioration de la production de maïs grain et le bilan fourrager des exploitations agricoles. Le dispositif en blocs dispersés chez 10 producteurs, a consisté en 3 traitements, T1 (maïs seul), T2 (maïs/niébé) et T3 (maïs/mucuna) durant 2 campagnes agricoles. En 2013 - 2014, les rendements de maïs grain ont été de 2433 kg/ha et en biomasse 2597 kgMS/ha. Par contre, en 2014 - 2015 les rendements ont été de 1932 kg/ha de maïs grain et de 5134 kgMS/ha de biomasse. Les besoins en matière sèche pour 90 jours de supplémentation ont été de 4,62 UBT en 2013 - 2014 et de 9,13 UBT en 2014 - 2015. Ces résultats montrent la contribution des associations maïs/légumineuses dans l'amélioration du rendement de maïs grain et de fourrages dans la zone subhumide au Mali.

**Mots clés :** légumineuses, maïs, fourrage, Mali

## ABSTRACT

### **DEVELOPMENT THE INNOVATIVE PRODUCTION SYSTEMS OF ASSOCIATION MAIZE/LEGUMINOUS IN THE SUBHUMID AREA OF MALI**

*Among the three pillars of integration of crop-livestock (animal traction, organic matter, folder crops), folder crops have been spread and few adapted by smallholder farmers in West Africa. Yet, the maize/leguminous associations have the advantage of improving production of maize and animal feed. They represent an alternative management of risks and uncertainty for agro pastoralist, faced to the global change such as climate conditions, land pressure, degradation of natural resources). This study aim is to determine the contribution of associations maize/leguminous in the improvement of the production of grain maize and folder balance for smallholder's farmers. Experimental designs have been done at 10 smallholder farmer's level in three treatments, T1 (maize alone), T2 (maize/cowpea) and T3 (maize/mucuna) during 2 agricultural seasons. In 2013 - 2014, the yields and biomass for maize were 2433kg $ha^{-1}$  and 2597 kgMSha $^{-1}$  respectively. On the other hand, in 2014 - 2015, the yield and biomass for maize were 1932 kg $ha^{-1}$  and 5134kgMSha $^{-1}$  respectively. The need in terms of dry matter to feed animal in 90 days were 4.62 TLU in 2013 - 2014 and 9.13 TLU in 2014 - 2015. The results show that maize/leguminous associations can contribution to improve the performance of grain maize and forage in subhumid area in Mali.*

**Key words:** leguminous, maize, forage, Mali

## INTRODUCTION

Dans la zone subhumide de l'Afrique de l'Ouest et particulièrement du Mali, les sécheresses récurrentes des années 70/80 ont enclenché une dynamique d'occupation des terres et la dégradation des ressources naturelles. Ces transformations ont été exacerbées par les incertitudes socio-économiques (volatilité des prix, accès difficile au foncier, etc.) et les risques climatiques (Coulibaly, 2002 ; Djouara *et al.*, 2006 ; Coulibaly *et al.*, 2009). L'épuisement des sols, la réduction de la jachère et la pénurie de fourrage sont ainsi devenus les contraintes majeures au développement des systèmes de polyculture-élevage dans la zone cotonnière du Mali (Van der Pol, 1991 ; Coulibaly *et al.*, 2007 ; Sissoko *et al.*, 2013). La traction animale est quasi généralisée dans les exploitations agricoles et la production de fumure organique est utilisée par 53% de ces exploitations (CMDT, 2014). Par contre, la superficie des cultures fourragères pure ne dépasse guère 0,25 ha dans les assolements des exploitations agricoles. La production de fourrages de qualité reste ainsi marginale dans les exploitations agricoles (CIPEA, 1988 ; Blanchard *et al.*, 2011 ; Dembélé *et al.*, 2014). Face à ces changements importants, les producteurs ont développé des stratégies d'accroissement et de diversification de la production fourragère. Ces stratégies sont nécessaires à l'intégration de l'élevage et de l'agriculture, à l'amélioration de la fertilité des sols, à la sécurité alimentaire et à l'augmentation des revenus des agriculteurs (UNECA, 1995 ; Coulibaly *et al.*, 2007 ; Coulibaly, 2008). L'introduction des légumineuses à multiples usages (mucuna, niébé) fait partie de ces stratégies (Coulibaly *et al.*, 2013). Dans ce contexte de crises récurrentes, le projet « Conception de systèmes de production innovants à base de Mucuna et autres cultures fourragères » a été exécuté en zone subhumide du Mali et du Burkina Faso dans le cadre du Projet d'Appui à l'Enseignement Supérieur (PAES) dans les pays de l'Union Economique et Monétaire de l'Ouest Africaine (UEMOA). L'objectif général de cette étude est de déterminer la contribution des associations maïs/légumineuses dans l'amélioration de la production du maïs grain et du bilan fourragère des exploitations agricoles. Les objectifs spécifiques sont (i) déterminer le nombre de plants de maïs à la récolte, (ii) déterminer l'effet des légumineuses fourragères sur le rendement

de maïs grain et la production de fourrage et (iii) déterminer les besoins de matières sèches des animaux à partir de la biomasse produite dans les associations maïs/légumineuses.

Les résultats des associations maïs/légumineuses fourragères sont soumis à la revue Agronomie Africaine pour favoriser le développement de systèmes de production innovants d'association maïs/légumineuses dans les zones cotonnières de l'Afrique de l'Ouest.

## MATERIELS ET METHODES

### SITE D'ETUDE

Les recherches ont été conduites dans le village de Zoumana-Diassa dans la commune rurale de Kléla, cercle de Sikasso dans la Région de Sikasso. Il est situé dans la zone cotonnière du Mali, dans le domaine soudano-sahélien entre les isohyètes 700 et 1300 mm an<sup>-1</sup>.

### Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué de la variété améliorée de maïs (*Zea mays* L.) var. IITA-CYMT/Mali IER, 1985, nom commun Sotubaka. Les légumineuses fourragères introduites étaient le *Mucuna pruriens* (L.) DC var. utilis (Wall.ex Wight) Baer ex Burck, et le niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp) var. K VX 745-11P.

### METHODES

#### Dispositif expérimental

Le dispositif était en bloc dispersé avec trois traitements expérimentés chez 10 producteurs au cours de la campagne agricole 2013-2014 et chez 7 producteurs au cours de la campagne agricole 2014-2015. Le facteur étudié était l'effet des légumineuses fourragères sur le rendement en grain et la production de fourrage des exploitations agricoles. Les traitements expérimentés étaient : T1 (Maïs seul), T2 (Maïs associé au Niébé) et T3 (Maïs associé au Mucuna). La superficie de la parcelle expérimentale était 0,5 ha soit 5000 m<sup>2</sup>, la parcelle élémentaire a été de 1667 m<sup>2</sup>.

#### Réalisation de l'expérimentation

La fumure organique a été apportée à la dose de 6 tonnes/ha avant le labour. Le maïs a été

semé au semoir mécanique le jour du labour aux écartements 0,8 m entre les lignes et 0,40 m entre les poquets. La densité théorique de peuplement est de 31 250 poquets/ha, soit 62 500 plants/ha à raison de 2 plants par poquet. Le démariage a été effectué 15 jours après semis (JAS).

Le niébé a été semé manuellement 15 JAS sur les lignes du maïs aux écartements de 0,8 m entre les poquets de niébé. Le mucuna a été semé aussi manuellement 20 JAS sur les lignes du maïs aux écartements de 0,8 m entre les poquets de mucuna. Le complexe céréale a été épandu à la dose de 200 kg/ha au 15<sup>e</sup> JAS du maïs. L'urée a été apportée à la dose de 100 kg/ha au 45<sup>e</sup> JAS du maïs sur le traitement de la culture pure de maïs au buttage Figure 1 : Traitement T1 (Maïs seul). L'apport de l'urée aux 2 autres traitements d'association de niébé Figure 2 : Traitement T2 (Maïs associé au niébé) et de mucuna Figure 3 : Traitement T3 (Maïs associé au mucuna), au maïs a été effectué après un sarclage manuel pour éviter l'enfouissement des cultures fourragères.

La récolte des épis a été effectuée avant la

fauche des tiges. Ensuite, les tiges de maïs ont été coupées à 5 cm du sol et mises en gerbe. La biomasse sèche collectée dans les parcelles est composée de tiges de maïs pour le traitement T1 (maïs seul) et de mélange de tiges de maïs/fourrages de niébé pour le T2, et de tiges de maïs/ fourrages de mucuna fauchées pour le T3. La biomasse collectée a été enroulée en bottes et stockée et couverte de paille sur un hangar après le séchage.

Les estimations de la production de grain et de biomasse ont été réalisées à partir de la méthode de la diagonale. Elle consiste à la délimitation de 3 parcelles d'échantillonnage ou carrés de rendement (5m x 5m) placées en diagonale de chacune des parcelles expérimentales. Le nombre de poquets et de plants par poquets ont été comptés. Des échantillons de grain et de biomasse ont été prélevés. Ils ont été utilisés pour déterminer la production de grain et de biomasse des traitements. La matière sèche des grains et celle de la biomasse ont été déterminées par séchage au soleil à l'aire libre. La pesée des échantillons a été réalisée chaque jour jusqu'à ce que le poids ne varie plus.



**Figure 1** : Traitement T1 (Maïs seul)

*Treatment T1 (maize alone)*



**Figure 2 :** Traitement T2 (Maïs associé au niébé)

*Treatment T2 (cropping maize with Cowpea)*



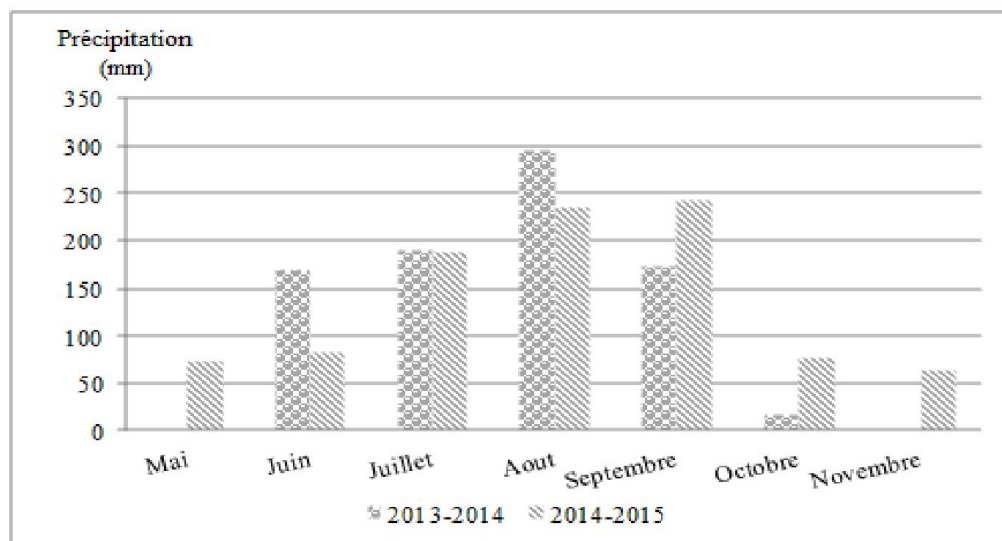
**Figure 3 :** Traitement T3 (Maïs associé au mucuna)

*Treatment T3 (cropping maize with the mucuna)*

#### CONDITIONS PLUVIOMETRIQUES DE L'EXPERIMENTATION

La pluviométrie régulière a permis de faire la mise en place des expérimentations au début de la saison des pluies au cours des 2 campagnes agricoles 2013 - 2014 et 2014 - 2015 à Zoumana-Diassa au Mali (Figure 4). Le cumul

annuel de pluies enregistrées a été 846 mm en 2013 - 2014 et 967,70 mm en 2014 - 2015. Les essais se sont bien comportés sur le site de Zoumana-Diassa au Mali. Les dernières pluies enregistrées au cours des mois d'octobre et de novembre 2014 ont profité aux cultures fourragères en particulier le mucuna.



**Figure 4 :** Hauteur mensuelle des pluies enregistrées au cours des campagnes agricoles 2013 - 2014/2014 - 2015 à Zoumana-Diassa au Mali

*Height monthly rainfall recorded during the crop years 2013 - 2014/2014 - 2015 in Zoumana-Diassa of Mali*

#### TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES

Le calcul de la charge animale permise par la biomasse produite se fait à partir des taux de conversion établis par Rivières (1978). La production de biomasse exprimée en kg de matières sèches (kgMS) a été rapportée à l'unité de l'animal (poids vif ou poids métabolique) soit 2,50 kg/100 kg de poids vif ou 80 g/kg<sup>p0,75</sup> (Rivière, 1978). Les besoins de matière sèche d'un animal de 250 kg de poids vif (Unité de Bétail Tropical (UBT)) estimés à 6,25 kg/jour ont été rapportés à la production de biomasse. Ce calcul permet d'estimer le nombre d'UBT à nourrir en 90 jours pendant la saison sèche (mars - avril), période où la pénurie d'aliment est importante dans la zone cotonnière du Mali.

Les données expérimentales ont été analysées avec le logiciel Statbox et le test de Newman-Keuls a été utilisé pour comparer les moyennes au seuil de 5%.

#### RESULTATS

##### DENSITE DE PLANTS DE MAIS SELON LES 3 TRAITEMENTS

Au cours de la campagne 2013 - 2014, les densités moyennes du maïs ont été de 25 862 poquets/ha et de 30 191 plants/ha (Tableau 1). L'analyse statistique n'a pas montré de différence significative entre le nombre de poquets/ha ( $p = 0,170$ ). Par contre une différence significative a été observée ( $p = 0,024$ ) entre le nombre de plants de chacun des traitements. La Figure 5 montre l'influence du mucuna sur la densité des plants de maïs selon la date de semis du maïs.

Au cours de la campagne agricole 2014 - 2015, les densités moyennes du maïs ont été de 21 143 poquets/ha et de 27 568 plants/ha. L'analyse statistique a montré une différence significative aussi bien pour le nombre de poquets/ha ( $p = 0,002$ ) que pour le nombre de plants/ha ( $p = 0,006$ ) entre les traitements. Le T1 (maïs seul) compte plus de poquets et de plants de maïs à la récolte que les traitements d'association maïs/niébé (T2) et maïs/mucuna (T3) au cours des 2 campagnes agricoles d'expérimentation.

**Tableau 1** : Paramètres de densité du maïs mesurés au cours des campagnes agricoles 2013 - 2014/2014 - 2015 à Zoumana-Diassa au Mali

*Maize density parameters measured during the crop years 2013 - 2014/2014 - 2015 in Zoumana-Diassa of Mali*

Traitement	Campagne agricole 2013-2014		Campagne agricole 2014-2015	
	Poquet (Nombre/ha)	Plant (Nombre/ha)	Poquet (Nombre/ha)	Plant (Nombre/ha)
T1 Maïs seul	27853	32787	23810	30762
T2 Maïs associé au Niébé	25200	29040	20419	27295
T3 Maïs associé au Mucuna	24533	28747	19200	24648
Moyenne	25862	30191	21143	27568
Signification statistique	0,170	0,024	0,002	0,006



**Figure 5** : Effet de la date de semis du mucuna sur les palants de maïs.

*Effect the data seedling of mucuna on the plantations of maize.*

### PRODUCTION DE MAÏS SELON LES 3 TRAITEMENTS

Au cours de la campagne agricole 2013 - 2014, le rendement moyen de maïs grain a été de 2 433 kg ha<sup>-1</sup> et celui de la biomasse a été estimé à 2 597 kg MS ha<sup>-1</sup> (Tableau 2). L'analyse statistique n'a pas montré de différence significative (p = 0,079) pour le rendement de maïs grain. Une différence significative (p = 0,030) a été observée pour la production de biomasse entre les 3 traitements.

Au cours de la campagne agricole 2014 - 2015,

le rendement moyen de maïs grain a été de 1932 kg ha<sup>-1</sup> et celui de la biomasse a été de 5134 kg MS ha<sup>-1</sup>. L'analyse statistique a montré une différence significative (p = 0,049) entre le rendement de maïs grain des traitements. Pour la production de biomasse, une différence statistique (p = 0,004) a également été observée entre les 3 traitements.

Au cours des deux campagnes agricoles d'expérimentation, le meilleur rendement de maïs grain a été obtenu avec le T1, mais la quantité de biomasse produite la plus élevée a été obtenue avec le T2.

**Tableau 2 :** Rendement de maïs grain au cours des campagnes agricoles 2013 - 2014/2014 - 2015 à Zoumana-Diassa au Mali

*Grain maize yield during the crop years 2013 - 2014/2014 - 2015 in Zoumana-Diassa of Mali*

Traitement	Campagne agricole 2013-2014		Campagne agricole 2014-2015	
	Grain (kg/ha)	Matière sèche (kg/ha)	Grain (kg/ha)	Matière sèche (kg/ha)
T1 Maïs en culture pure	2847	3203	2276	5405
T2 Maïs associé au Niébé	2395	2693	1734	5884
T3 Maïs associé au Mucuna	2057	1895	1788	4113
Moyenne	2433	2597	1932	5134
Signification statistique	0,079	0,030	0,049	0,004

**BESOINS DE MATIERES SECHES ESTIMES A PARTIR DE LA BIOMASSE PRODUITE SELON LES 3 TRAITEMENTS**

Au cours de la campagne agricole 2013 - 2014, la biomasse produite couvre les besoins moyens de matières sèches de 4,62 UBT pendant 90 jours (Tableau 3). L'analyse statistique a montré

une différence significative ( $p = 0,030$ ) entre les 3 traitements.

Au cours de la campagne agricole 2014 - 2015, la biomasse produite couvre les besoins moyens de matières sèches de 9,13 UBT pendant 90 jours. L'analyse statistique a montré une différence significative ( $p = 0,004$ ) entre les 3 traitements.

**Tableau 3 :** Besoins de matière sèche autorisé au cours des campagnes agricoles 2013 - 2014/2014 - 2015 à Zoumana-Diassa au Mali

*Needs of dry matter during the crop years 2013 - 2014/2014 - 2015 in Zoumana-Diassa of Mali*

Traitement	Campagne agricole 2013-2014	Campagne agricole 2014-2015
	Charge animale (UBT/90 jour)	Charge animale (UBT/90 jour)
T1 Maïs en culture pure	5,69	9,61
T2 Maïs associé au Niébé	4,79	10,46
T3 Maïs associé au Mucuna	3,37	7,31
Moyenne	4,62	9,13
Signification statistique	0,030	0,004

**DISCUSSION**

**INFLUENCE DES CULTURES FOURRAGERES SUR LA DENSITE DU MAIS SELON LES TRAITEMENTS**

Le nombre de poquets et de plants par ha de tous les traitements (Tableau 1) a été plus faibles que la densité théorique de 31250 poquets/ha et de 62500 plant/ha (CMDT, 2013 ; Sissoko *et al.*, 2013).

L'analyse statistique montre des différences entre le nombre de poquets et de plants de maïs au cours de la campagne agricole 2014 - 2015 chez les différents producteurs (Tableau 1). Ces

derniers ont expliqué ces écarts de densité de plants de maïs d'une part par un mauvais réglage du semoir au moment du semis.

D'autre part, les producteurs ont constaté que le mucuna semé 20 JAS du maïs rapide peut faire de la compétition au maïs à cause de sa croissance. Le mucuna l'utilise comme tuteur et finit par l'étouffer (Figure 5). Cet effet du mucuna sur le maïs entraîne une baisse de rendement de maïs grain. Face à cette croissance rapide du mucuna, les paysans proposent de réaliser le semis 30 jours après le semis du maïs. Traoré *et al.* (1999), avaient aussi rapporté une baisse de rendement de maïs grain à cause de la compétition du mucuna semé moins de 30 jours après le maïs dans la zone

cotonnière du Burkina Faso.

Par contre, le niébé semé 15 JAS du maïs peut souffrir de manque de luminosité à cause de la croissance rapide du maïs. Les producteurs ont proposé le semis du niébé 7 jours après le semis du maïs.

#### INTENSIFICATION DE LA CULTURE DU MAÏS PAR L'INSERTION DE LEGUMINEUSES FOURRAGERES

L'analyse statistique n'a pas montré de différences significatives ( $p = 0,079$ ) entre les rendements des différents traitements en 2013 - 2014. Le rendement moyen de maïs grain a été de  $2433 \text{ kg ha}^{-1}$ . Le rendement moyen de maïs grain de la campagne 2013 - 2014 est supérieur à celui de la campagne 2014 - 2015 ( $1932 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Mais une différence significative ( $p = 0,049$ ) a été observée entre le rendement des traitements au cours de la campagne agricole 2014 - 2015. Les rendements moyens de maïs grain de  $2847 \text{ kg ha}^{-1}$  obtenus au cours de la campagne agricole 2013 - 2014 et de  $2276 \text{ kg ha}^{-1}$  obtenu au cours de la campagne agricole 2014 - 2015 du T1 sont supérieurs aux rendements de maïs grain des T2 et T3.

Cependant, ces rendements de maïs grain sont proches du rendement de maïs grain de  $2004 \text{ kg ha}^{-1}$  obtenus dans la zone cotonnière du Mali (Coulibaly *et al.*, 2013 ; Sissoko *et al.*, 2013), ceux de  $2\,270 \pm 699 \text{ kg ha}^{-1}$  obtenus dans la zone de production de maïs au Burkina Faso (Coulibaly *et al.*, 2012) et ceux de  $2670 \pm 970 \text{ kg ha}^{-1}$  obtenus au Nord Cameroun (Nchoutnji *et al.*, 2010).

Par contre, les plus faibles rendements de maïs grain de  $2057 \text{ kg/ha}$  (2013 - 2014) et de  $1788 \text{ kg/ha}$  (2014 - 2015), ont été obtenus avec le T3 (maïs/mucuna). Traoré *et al.* (1999), avaient aussi rapporté que le mucuna semé moins de 30 jours après le maïs entraîne une baisse de rendement en grain du maïs à cause de la compétition.

Par contre, la production de biomasse de légumineuses améliore le bilan fourrager (Tableau 2). Elle couvre les besoins de matières sèches des animaux des exploitations agricoles pendant 90 jours (Tableau 3). Elle favorise ainsi le renforcement de l'intégration agriculture-élevage des exploitations agricoles.

#### AMELIORATION DE LA NUTRITION ANIMALE

Les foins des graminées des parcours naturels et les résidus de culture de faible valeur nutritive (fourrages pauvres) constituent la base de l'alimentation des animaux en saison sèche (Bosma *et al.*, 1996 ; Coulibaly, 2018). Ainsi, les mélanges de tiges de maïs/niébé (T2) et de tiges de maïs/mucuna (T3) sont utilisés en complément au régime de paille de brousse et des résidus de culture des animaux en saison sèche. Ces fourrages constituent une source importante d'azote (N). La biomasse produite pendant la campagne agricole 2013 - 2014 couvre les besoins de matières sèches de  $4,62 \text{ UBT}$  ( $p = 0,030$ ) pendant 90 jours. Quant à celle produite lors de la campagne agricole 2014 - 2015, elle couvre les besoins de matières sèches de  $9,13 \text{ UBT}$  ( $p = 0,004$ ) pendant 90 jours. Les quantités de biomasse sont suffisantes à la supplémentation de l'équivalent de 2,5 - 4,5 paires de bœufs de labour en 90 jours, pendant la saison sèche. Les producteurs ont rapporté que les mélanges de fourrages de maïs/légumineuses ont été beaucoup appréciés par les animaux. Les agro-éleveurs utilisent de plus en plus ces fourrages en substitution aux tourteau de coton dans la supplémentation des animaux en saison sèche dans la zone cotonnière (Coulibaly *et al.*, 2007 ; Coulibaly, 2008). L'épuisement des stocks de fourrages avant la reprise des parcours naturels a montré que les producteurs doivent accroître davantage les superficies de cultures fourrages en fonction des catégories animales bénéficiaires.

Par ailleurs, l'augmentation du temps de la stabulation nocturne des animaux contribue à la production de fumure organique de qualité et la réduction de la pression sur les ressources pastorales des parcours naturels (Yossi et Floret, 1991 ; Blanchard *et al.*, 2011 ; Dembélé *et al.*, 2014).

#### CONCLUSION

Les rendements de maïs grain des traitements T1, T2, T3 sont tous supérieurs aux rendements moyens de maïs grain de la zone cotonnière du Mali. L'adoption des innovations par les producteurs a contribué à l'amélioration des rendements de maïs grain et la sécurité alimentaire des familles. La biomasse produite



a augmenté le disponible de fourrages de qualité des exploitations agricoles. Elle couvre les besoins de matière sèche de 2,5 - 4,5 paires de bœufs de labour pendant la saison sèche où le problème d'alimentation est très critique.

Les innovations d'association de maïs et de légumineuses mises au point peuvent favoriser le développement de systèmes intégrés de production innovants à base de cultures fourragères dans la zone cotonnière du Mali et de l'Afrique de l'Ouest.

## REFERENCES

- Ba A., 2004. L'intégration agriculture-élevage dans la zone cotonnière au mali-sud : Quelles sont les pratiques paysannes de gestion des biomasses ? Etude de cas dans les villages de Zoumana Diassa et de Pala. Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur de Conception : Spécialité Zootechnie de l'IPR/IFRA, Katibougou, Mali. p. 88.
- Blanchard M., Coulibaly D., Ba A., Sissoko F., Pocard R. C., 2011. Contribution de l'intégration agriculture-élevage à l'intensification écologique des systèmes agro-sylvo-pastoraux : Le cas du Mali-Sud. Séminaire sur l'Intensification écologique et Conception des innovations dans les Systèmes Agro-Sylvo-Pastoraux de l'Afrique de l'Ouest (Asap) du 15 au 17 novembre à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Pages 47 - 59.
- Bosma R., Bengaly K., Traoré M., Roeleveld A., 1996. L'élevage en voie d'Intensification : Synthèse de la recherche sur les ruminants dans les exploitations agricoles mixte au Mali -Sud. Amsterdam : (KIT) Royal Institute of the tropics, Pays-Bas ; Institut d'Economie Rurale, Bamako, Mali, 202 p.
- CMDT (Compagnie Malienne de Développement des Textiles), 2013. Rapport bilan des activités de la campagne agricole 2012/2013.
- Cissé A. M., 1986. Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone sud-sahélienne, Production Primaire au Sahel. p. 211.
- CIPEA (Centre International pour l'élevage en Afrique), 1989. Rapport annuel 1988. CIPEA, Addis-Abeba (Ethiopie)
- Coulibaly D., 2002. Evaluation des potentialités pastorales des parcours de la commune rurale de Duguwolowula. Mémoire DEA : Populations Environnement Gestion Durable des Ressources Naturelles, Institut de Formation et de Recherche Appliquée, Bamako, Mali, 77 p.
- Coulibaly D., 2008. Changements socio-techniques dans les systèmes de production laitière et commercialisation du lait en zone péri-urbaine de Sikasso, Mali. Doctorat Zootechnie des systèmes d'élevages, CIRAD, AgroParistech 2008AGPT0050 p. 399. <http://pastel.paristech.org/5012/>
- Coulibaly D., Moulin C.H., Pocard-Chapuis R., Morin G., Sidibé S.I., Corniaux C., 2007. Evolution des stratégies d'alimentation des élevages bovins dans le bassin d'approvisionnement en lait de la ville de Sikasso au Mali. Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 2007, 60 (1 - 4). <http://remvt.cirad.fr>
- Coulibaly D., Pocard-Chapuis R., Ba A., 2009. Dynamiques territoriales et changements des modes de gestion des ressources pastorales au Mali Sud (Mali). Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. Paris, les 2 et 3 décembre 2009, 4 pages 357 - 360, [www.inst-elevage.asso.fr](http://www.inst-elevage.asso.fr)
- Coulibaly D., Sissoko F., Ba A., Bengali M. Dembélé B., 2013. Diagnostic participatif de l'état des lieux des contraintes des systèmes de production agropastoraux du village de Zoumana-Diassa (Mali). Rapport technique de recherche. Projet : Conception de systèmes de production Innovants à base de Mucuna et autres cultures Fourragères (CIMF). Institut d'Economie Rurale, Mali. p. 22.
- Coulibaly K., Vall E., Autfray P., Sedogo P.M., 2012. Performance technico-économique des associations maïs/niébé et maïs/mucuna en situation réelle de culture au Burkina Faso : potentiels et contraintes. Tropicultura 30 (3) : 147 - 154. <http://www.tropicultura.org>
- Dembélé B., Ba, A., Coulibaly D., Traoré A., Kané M., Yossi H., 2014. Analyse des stratégies d'adaptation des agro-éleveurs aux contraintes d'intégration agriculture-élevage en zone cotonnière du Mali-Sud. Acte N°7 In Colloque Des systèmes agro-sylvo-pastoraux innovants pour nourrir l'Afrique de l'Ouest et du Centre, 4<sup>e</sup> Semaine Scientifique et 11<sup>e</sup> Assemblée Générale du CORAF/WECARD, 16 - 20 juin 2014, Niamey, Niger.
- Djouara H., Béliers J.F., Kébé D., 2006. Les exploitations agricoles familiales de la zone cotonnière du Mali face à la baisse des prix du coton-graine. Cahiers Agricultures (15) 64 - 71.
- Landais E., Lhoste P., 1990. Association agriculture-élevage en Afrique intertropicale : un mythe techniciste confronté aux réalités de

- terrain. Cahiers ORSTOM. Séries Sciences Humaines, 26 (1 - 2), p. 217 - 235 - 15 . 0/02478.
- Lhoste P., 1987. Elevage et relation agriculture-élevage en zone cotonnière, décembre 1987.
- Nchoutnji I., Dongmo A.L., Mbiandoun M., Dugué P. 2010. Accroître la production de la biomasse dans les terroirs d'agro-éleveurs : cas des systèmes de culture à base de céréales au Nord Cameroun. *Tropicultura* 28 (3) : 133 - 138, <http://www.tropicultura.org/text/v28n3/133.pdf>
- Sissoko F., Coulibaly D., Cissé O., Dugué P., 2013 : Evaluation de l'arrière effet de la culture du coton sur la production céréalière en zone cotonnière du mali. <https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db...>
- UNECA (United Nations Economic commission for Africa), 1995. Strengthening capacities in support food security and self-sufficiency in Africa. Paper prepared for the UNECA conference of Ministers, Addis Ababa, May 2 - 4.
- Traoré K., Bado B.V. & Hien V., 1999, Effet du mucuna sur la productivité du maïs et du coton pp. 33 - 39, in : R.J. Carsky, A.C. Etéka, J.D.H. Keatinge & V.M. Manyong (éditeurs), *Plantes de couverture et gestion*.
- Vander P., 1991. L'épuisement des terres, une source de revenus pour les paysans au Mali. In : *Savanes d'Afrique, terres fertiles ? Actes de séminaire, Montpellier, 10 - 14 décembre 1990* : 403 - 418.
- Yossi H. et Floret Ch., 1991. Dynamique des ligneux dans une savane de la zone soudanienne au Mali : conséquences pour le pâturage. In *IV<sup>ème</sup> Congrès International des Terres de Parcours, Montpellier, France, 1991*.