



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Problématique de mise en œuvre du système de riziculture intensif dans les périmètres rizicoles irrigués de Karfiguéla et de la vallée du Kou au Burkina Faso

Abdoul Gafar SANOU ^{1*}, Konan Denis DEMBELE ², Ibrahima OUEDRAOGO ³ et Dona DAKOUO ³

¹Université d'Ouagadougou. 03BP : 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

²Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 01 BP : 1091 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

³Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles/ Farako-Bâ (INERA/ Farako-Bâ), 01 BP: 910 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

*Auteur correspondant, E-mail : sanougafar10@gmail.com ; Tel : +22671161131.

RESUME

Le système de Riziculture Intensif (SRI) constitue un ensemble de bonnes pratiques agricoles qui peuvent améliorer le rendement des producteurs. Ainsi, une étude au Burkina Faso a été conduite dans 2 plaines irriguées pendant l'hivernage 2013, afin d'appréhender la contribution du SRI dans l'amélioration des rendements et des conditions de production des riziculteurs. Deux parcelles (traitements) ont été mises en comparaison dans le champ de chaque riziculteur. L'une comporte le SRI et l'autre les Pratiques Habituelles des Riziculteurs (PHR). Des mesures ont été réalisées pendant quatre périodes d'observation, pour évaluer le tallage, les dégâts (cœurs morts, galles et panicules blanches) des populations pré-imaginaires des principaux insectes nuisibles du riz et le rendement. Une enquête d'évaluation de la rentabilité économique en fonction de la gestion de la culture a été aussi réalisée. Les résultats montrent la problématique liée à la mise en œuvre du SRI et son opportunité chez les riziculteurs. Une adaptation du SRI aux réalités socio-économiques et agro-écologiques des riziculteurs pourrait appuyer sa promotion et améliorer les rendements.

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : SRI, pratique habituelle du riziculteur, rentabilité économique, insecte déprédateur du riz, rendement.

Implementation problematic of system of rice intensification in rice irrigated fields in Karfiguéla and Kou valley, Burkina Faso

ABSTRACT

The Intensive Rice Production System (SRI) is a set of good agricultural practices that can improve the yield of producers. Thus, a study in Burkina Faso was conducted in 2 irrigated plains during the winter of 2013, In order to understand the contribution of the SRI in improving rice yields and production conditions. Two plots (treatments) were compared in the field of each rice farmer. One includes the SRI and the other the Usual Practices of the Rice Farmers (PHR). Measurements were made during four observation periods to assess tillering, the damage (dead hearts, galls and white panicles) of the pre-imaginary populations of the main

insect pests of rice, and yield. A survey was also carried out to evaluate economic profitability as a function of cultural management. The results show the problems associated with the implementation of the SRI and its opportunity for rice growers. An adaptation of the SRI to the socio-economic and agro-ecological realities of rice farmers could support its promotion and improve yields.

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: SRI, usual rice farmer practice, economic profitability, rice insect pest, yield.

INTRODUCTION

La production du riz national est passée de 195102 tonnes en 2008 à 319390 tonnes en 2012 (DGESS, 2014). Cette augmentation est liée à l'adoption d'une stratégie nationale de développement du riz (SNDR) et les subventions des intrants (MAHRH, 2011). Cette relance de la production rizicole a surtout permis l'expansion des superficies emblavées qui sont ainsi passée de 79112 ha en 2008 à 136864 ha en 2012 (DGESS, 2014). Le rendement du riz n'a cependant pas varié et c'est plutôt l'augmentation des superficies qui serait à l'origine de l'accroissement de la production. Malgré cet accroissement, la quantité de riz produit sur le plan national ne couvre que 47% des besoins de consommation obligeant le pays d'importer le complément des besoins (Guissou et Ilboudo, 2012). Parmi les nombreux défis qui se présentent à la production du riz, il y a l'accroissement et l'intensification de la production nationale (MAHRH, 2011). Il est donc nécessaire de redoubler d'efforts en matière d'application de l'itinéraire de production afin d'améliorer les rendements et de gérer de façon optimale les ressources disponibles (Ouédraogo et al., 2011).

A cet effet, l'adoption du Système de Riziculture Intensif (SRI) pourrait constituer une opportunité pour l'amélioration des rendements de la riziculture. Ce système qui a pris naissance à Madagascar (Uphoff, 2015) est en phase d'expansion dans de nombreux pays de l'Afrique (Belem et Oscar, 2013; CIIFAD, 2015; Uphoff, 2015). L'expression des potentialités de la plante du riz a été décrite comme une des qualités imputables à la pratique du SRI (Barah, 2010; Uphoff, 2015). Cependant, des obstacles d'ordre socio-économique et biotique peuvent constituer des facteurs limitants (Kaboré, 2007; Ba et al., 2008; Yegbemey et al., 2012;

Sama et al., 2015, 2016). Au nombre de ces obstacles, figurent les coûts de production et l'impact des ennemis de la culture tels que les adventices, les champignons, les insectes et les bactéries (Ovono et al., 2014; Soko et al., 2015). Les travaux de Sama et al. (2015 et 2016) dans la plaine irriguée de la vallée du Kou (Burkina Faso) ont montré que les dégâts des insectes peuvent atteindre 10 à 16%, entraînant des pertes de l'ordre de 2 tonnes / ha. Les principaux insectes ravageurs identifiés comme des contraintes biotiques majeures à la production du riz au Burkina Faso sont : *Chilo spp.*, *Maliarpha separatella* Rag., *Sesamia calamistis* Hamp., *Orseolia oryzivora* H. & G. et *Diopsis spp.* (Ba et al., 2004, 2008; Nwilene et al., 2013). La recherche des méthodes de contrôle des nuisibles fait l'objet de nombreuses études (Padmavathi et al., 2007; Sama et al., 2015, 2016). Au nombre de ces méthodes, figurent les bonnes pratiques culturales que regroupe le Système de Riziculture Intensif (SRI) en un paquet technologique.

L'objectif général était de contribuer à l'amélioration des rendements des riziculteurs dans 2 plaines irriguées. De façon spécifique, il s'agissait d'évaluer le niveau de rendement des parcelles SRI par rapport aux PHR, d'évaluer l'effet du SRI sur les insectes ravageurs et d'identifier les contraintes majeures liées à la pratique du SRI auprès des riziculteurs des 2 plaines irriguées. Le présent article porte sur les résultats de l'étude conduite au cours de la saison humide 2013.

MATERIEL ET METHODES

Choix des sites d'étude et des riziculteurs

L'étude a été réalisée de juin à décembre 2013 dans les plaines rizicoles irriguées de Karfiguéla et de la vallée du Kou. Ces périmètres rizicoles ont été choisis au regard de l'importance de la culture du riz. Le site de Karfiguéla se situe dans la région des

Cascades à une dizaine de kilomètres au Nord-Ouest de Banfora entre 10°42' latitude Nord et 4°49' longitude Ouest. Pour ce qui est de la vallée du Kou, elle est située à 25 km de Bobo-Dioulasso (région des Hauts-Bassins) entre 4°22' longitude Ouest et 11°22' latitude Nord sur l'axe Bobo - Mali.

Les conditions météorologiques au cours de cette saison ont été variables dans les deux sites. Elles étaient caractérisées à Karfiguéla, par une pluviométrie mensuelle variant de 183,6 mm (mai) à 957 mm en novembre et des températures de l'ordre de 29,3 °C en mai contre 26 °C en août et 27,77 °C en novembre. A la Vallée du Kou, les précipitations enregistrées ont fluctué de 106 mm (mai) à 313,8 mm (août) et 49,2 mm (octobre). De plus, la température maximale enregistrée au cours de mai était de 30,66 °C contre une minimale de 26,5 °C en août.

L'étude a concerné 8 producteurs (dont 4 par site d'étude) qui ont été choisis de façon aléatoire sur 20 producteurs initiés à la pratique du SRI. Les 20 producteurs initiés (10 par localité), ont été identifiés comme étant des riziculteurs modèles dans la culture du riz. Il a été recommandé uniquement dans le traitement SRI, un itinéraire suivant les six principes du SRI. L'itinéraire technique du traitement pratique habituel du riziculteur (PHR) était laissé à la discrétion des producteurs concernés.

Le matériel végétal choisi par les producteurs sur l'ensemble des deux sites était constitué de 3 variétés de riz dont les caractéristiques sont indiquées dans le Tableau 1. Mais, chez chaque producteur, une même variété de riz était utilisée pour les 2 traitements.

Collecte des données

L'étude a été réalisée en 2 étapes. D'abord le suivi et la collecte des données dans les parcelles SRI et PHR. Ensuite, l'administration d'un questionnaire après les récoltes par interviews aux riziculteurs.

Dispositif de collecte des données dans les parcelles

Le dispositif expérimental était un bloc dispersé à 4 répétitions (4 champs paysans) dans chaque localité. Deux types de parcelles (ou traitements) ont aussi été choisis dans le champ de chaque producteur. Il s'agit de la

parcelle réservée uniquement aux pratiques SRI et celle recevant les PHR. La superficie de chaque traitement était de 500 m² par producteur.

Evaluation du tallage

Cinq carrés de sondage de 1 m² chacun ont été matérialisés suivant les diagonales par des piquets dans chaque parcelle. Ensuite, un comptage systématique des talles a été réalisé sur l'ensemble des poquets. Les données collectées ont concerné 4 périodes au stade végétatif du riz. Il s'agit du jour du repiquage, de 20 jours après le repiquage (JAR), de 40 et 60 JAR.

Evaluation des dégâts et des populations des insectes ravageurs

Les sondages étaient réalisés à l'intérieur de 5 carrés de sondage mobiles et placés de façon alternée sur les diagonales et les médianes des parcelles en fonction des périodes d'observation. Ceci, afin de diversifier les points de sondages étant donné la dynamique des insectes adultes. Dans chaque carré de sondage mesurant 1 m², 5 poquets de riz étaient choisis de façon aléatoire pour le comptage des talles et des dégâts des insectes ravageurs, par poquet (méthode modifiée de Ba et al., (2008)). Les dégâts qui étaient identifiés et inventoriés sont : les cœurs morts, les galles (phase végétative) et les panicules blanches (phase reproductive). Les périodes d'observation choisies étaient à 20 JAR, 40 JAR, 60 JAR et 85 JAR (méthode modifiée de Sama et al., 2015). Afin d'identifier et d'inventorier les populations des insectes impliqués dans les dégâts mentionnés, 25 talles présentant les dégâts ci-dessus étaient prélevées de façon aléatoire sur l'ensemble des parcelles (méthode modifiée de Ba et al., (2008)). Ces prélèvements faisaient l'objet de dénombrements puis de dissection au maximum 24 h après leur prélèvement. Les populations immatures ciblées étaient représentées par les lépidoptères foreurs de tiges (foreurs rayés : *Chilo spp.* ; foreur blanc : *Maliarpha separata* Rag. ; foreur rose : *Sesamia calamistis* Hamp.) et les diptères endophytes : la cécidomyie Africaine du riz (*Orseolia oryzivora* H. & G.) et les mouches diopsides (*Diopsis spp.*).

Evaluation du rendement paddy

A maturité, 3 carrés de rendement d'une superficie de 12 m² chacun (soit 36 m² par traitement) ont été placés sur une des diagonales de chaque traitement pour la récolte et l'évaluation des rendements paddy. Ces rendements ont été ensuite corrigés à 14% d'humidité relative. Cinq panicules ont été aussi prélevées de manière aléatoire dans chaque traitement pour la détermination de leur poids et du nombre de grains.

Administration du questionnaire

L'objectif de cette enquête a été d'appréhender le contexte socio-économique de production et de caractériser les PHR. Pour cela, un questionnaire a été administré aux riziculteurs concernés par l'étude après les récoltes. L'interview portait sur les caractéristiques socio-démographiques et de la rentabilité économique des exploitations. Les informations recueillies concernaient également l'itinéraire technique suivi par chaque producteur dans les parcelles PHR et leur avis sur le SRI.

Analyses statistiques

Les données collectées ont été saisies et regroupées à l'aide du tableur Excel 2010. Ce dernier a servi également à la réalisation du graphique. Les données collectées dans les parcelles ont été analysées à l'aide du logiciel

GenStat Discovery Edition 4. La séparation des moyennes était effectuée avec SNK lorsque des différences significatives étaient observées au seuil de probabilité de 5%. Les paramètres économiques ont été calculés sur la base des prix des intrants sur le marché de chaque localité et du coût de la main d'œuvre qui est fonction également des tâches à effectuer et des localités. Les méthodes de calcul utilisées pour déterminer les variables parcellaires sont :

- Nombre moyen des talles par poquet = Σ nombre de talles par m² / Σ nombre de poquets par m² ;
- Taux moyen des galles = $(\Sigma \text{ des galles de 25 poquets}) \times 100 / \Sigma \text{ des talles de 25 poquets}$;
- Taux moyen des cœurs morts = $(\Sigma \text{ des cœurs morts de 25 poquets}) \times 100 / \Sigma \text{ des talles de 25 poquets}$;
- Taux moyen des panicules blanches = $(\Sigma \text{ des panicules blanches de 25 poquets}) \times 100 / \Sigma \text{ des panicules de 25 poquets}$.
- Taux moyen des populations pré-imaginaires = $(\Sigma \text{ des larves} + \Sigma \text{ des nymphes de 25 poquets}) \times 100 / 25 \text{ poquets}$.
- Rendement paddy (kg/ha) = K x P (kg/ha). (K = coefficient déterminé pour un taux d'humidité et une surface donnée ; P = récolte pour la surface donnée).

Tableau 1 : Caractéristiques des variétés de riz utilisées par les riziculteurs.

Variétés	Caractéristiques	Références
FKR 62N	-origine : ADRAO -Cycle semi-maturité : 118 jours -Fertilisation : 200 kg/ha -Rendement potentiel : 5-7 tonnes/ha	Sié et al., 2006 a
FKR 19	-origine : Nigéria - Cycle semi-maturité : 115 jours - Fertilisation : 200 kg/ha - Rendement potentiel : 5-6 tonnes/ha	Sié et al., 2006 b
TS2 (FKR 64)	-origine : Taïwane - Cycle de la culture : 120 jours - Fertilisation : 200 kg/ha - Rendement potentiel : 6-7 tonnes/ha	INERA/programme riz et riziculture

RESULTATS

Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés

Les riziculteurs enquêtés étaient des hommes adultes. Leur âge évoluait de 36 à 62 ans (Karfiguéla) et de 30 à 64 ans (Vallée du Kou), avec une moyenne de 46 ans. Le niveau d'éducation était par contre assez faible. En effet, prêt de 50% seulement des répondants ont reçu une éducation primaire. D'autres par contre ont été initiés à l'éducation coranique, et à l'alphabétisation informelle.

Dans les 2 localités, les répondants pratiquaient l'agriculture comme activité principale. La production de riz représente leur occupation et leur source de revenu principale. Néanmoins, des activités secondaires étaient menées pour subvenir aux besoins de la famille. Parmi ces activités figurent le commerce, l'élevage et la production d'autres spéculations comme le maïs, le sorgho, la patate douce et le maraichage. De l'avis des producteurs, la riziculture seule ne leur permet pas de subvenir aux besoins familiaux compte tenu de la taille élevée des ménages. Les producteurs des 2 sites ont aussi mentionné des difficultés de plus en plus importantes dans la culture du riz en saison sèche. Selon eux les problèmes majeurs sont l'ensablement des sources d'approvisionnement et la mauvaise gestion de l'eau par certains producteurs. Ce qui les oriente d'ailleurs vers d'autres cultures moins exigeantes en eau.

Les enquêtés ont affirmé être propriétaires de leur exploitation ; toute chose qui les encourageait à l'investissement si les moyens leur permettaient. Parmi le matériel technique agricole, la grande majorité des producteurs possédait et utilisait la sarco-bineuse avant même leur initiation au SRI. Seulement, les producteurs n'en font pas une utilisation régulière comme le recommande le SRI. Le niveau d'équipement en fosses de compostage était inférieur à 50% de même que leur valorisation pour ceux qui en possède ; ce qui contraint la plupart à acheter la fumure organique.

La main-d'œuvre utilisée sur les parcelles de production était d'abord familiale, ensuite il était fait appel à une main-d'œuvre extérieure ou à des contractuels pour des opérations culturales d'envergure comme le repiquage, le battage, les récoltes, etc. Dans les 2 localités, au moins 3 ménages par famille produisaient sur la même exploitation. Le nombre moyen d'actifs par exploitation était de 7 personnes à Karfiguéla et de 14 à la Vallée du Kou. Cependant, ce nombre d'actifs n'était pas toujours disponible pour assurer la conduite optimale des opérations culturales.

Selon les répondants, la rentabilité économique est le premier critère de choix d'une technique de production. Le 2^{ème} critère porte sur l'exigence du paquet technologique en main-d'œuvre. Enfin, le niveau d'investissement de la technique culturale et sa facilité de mise en œuvre ont été respectivement le 3^{ème} et le 4^{ème} critère de choix.

Après des producteurs, il a été estimé leur rendement de riz au cours des saisons sèche et humide 2012 suivant les PHR. A la Vallée du Kou, ces rendements moyens étaient de 5600 kg/ha en campagne humide contre 5800 kg/ha en campagne sèche. A Karfiguéla, ils étaient estimés à 4600 kg/ha en campagne humide et 5000 kg/ha en campagne sèche.

Mise en place et entretien des cultures

Avant le repiquage, des pépinières étaient mises en place durant un temps variable suivant les producteurs et les sites (Tableau 2). La durée moyenne de la pépinière était d'environ 11 et 14 jours respectivement pour le SRI et les PHR à Karfiguéla. Par contre à la Vallée du Kou, les producteurs ont appliqué la même durée aux 2 traitements (près de 16 jours). Il ressort des quantités de semences utilisées, une réduction de près de 37 à 57% pour le SRI, même si parfois les producteurs ont utilisé les mêmes quantités de semence pour les 2 traitements. Compte tenu des écartements interlignes/interpoquets et du nombre de plants par poquet, les

parcelles SRI avaient une densité au m² inférieur de 20 à 26% par rapport aux PHR.

La fumure organique utilisée par les riziculteurs concernés était essentiellement du fumier d'étable. Seules les parcelles SRI en ont reçu. La dose moyenne variait de 8800 kg/ha à 10400 kg/ha dans les 2 localités. Quant à la fumure minérale, les quantités de NPK étaient réduites sous le SRI de 29,16% à 45% et celles de l'urée de 0 à 36,52%.

La gestion des adventices était à la fois chimique, manuelle et mécanique aussi bien pour le SRI que les PHR. La moyenne d'utilisation de la sarco-bineuse a été de 2 pour le SRI et 1 pour les PHR. Son utilisation est généralement accompagnée par un désherbage manuel. Malgré les recommandations, les producteurs n'ont pu s'empêcher d'utiliser des insecticides sur l'ensemble des traitements. La fréquence s'estimait à une application dans les 2 traitements et les 2 localités.

Ces résultats ne font pas état de la gestion de l'eau dans les différentes parcelles. En effet, il a été constaté qu'aucun des riziculteurs ne s'est appliqué à cette tâche compte tenu des pluies et d'un programme de distribution d'eau par zone (gestion assurée par une équipe des plaines). Ainsi, l'arrosage alternatif comme recommandé en SRI n'a pu s'effectuer. La majorité des parcelles sont restées inondées durant toute la phase végétative.

Coût des opérations culturales et des intrants

Le coût de la semence à l'hectare pour le SRI représentait 42,86% (Karfiguéla) et 63,13% (Vallée du Kou) du PHR. Par rapport à la fertilisation (organique et minérale) et à la gestion des adventices, les coûts étaient plus importants à Karfiguéla comparativement à la Vallée du Kou. Il ressort également que ces coûts étaient plus élevés dans les parcelles SRI des 2 sites. Les dépenses allouées à la protection contre les insectes ravageurs

variaient de 3000 FCFA à 6000 FCFA. Cependant, les coûts des opérations de récolte et post-récolte étaient identiques pour les 2 traitements même s'ils différaient entre les localités (Tableau 3).

A travers les coûts de productions et les marges brutes obtenues, la marge nette réalisée par les riziculteurs était plus importante dans les parcelles PHR. Ainsi, le ratio coût de production sur résultat net indique 1,88 (Karfiguéla) et 0,93 (Vallée du Kou) pour le SRI contre 0,68 (Karfiguéla) et 0,5 (Vallée du Kou) pour le second traitement (Tableau 4).

Effet des traitements sur l'importance des dégâts des principaux insectes ravageurs

Les cœurs morts, les galles et les panicules blanches ont été observés dans tous les sites et dans les deux traitements (Tableau 5). L'analyse de variance n'a pas révélé de différence significative au seuil de probabilité de 5% entre les traitements pour toutes les périodes d'observation à Karfiguéla. Mais, à la Vallée du Kou une réduction significative des attaques dans le SRI aux 20^{ème} JAR (P= 0,04) et 40^{ème} JAR (P= 0,04) a été enregistrée. La fréquence des galles était relativement plus élevée que celle des cœurs morts au cours des 3 périodes d'observation à Karfiguéla. Par contre à la Vallée du Kou, la fréquence des cœurs morts était la plus importante. La fréquence des galles la plus élevée était atteinte à 60 JAR dans la localité de Karfiguéla (PHR = 7,3% et SRI = 10,8%). Concernant les cœurs morts, le maximum a été atteint dans la période 40 JAR dans le traitement SRI (5,5%).

À Karfiguéla, le pourcentage de cœurs morts a été variable selon les périodes d'observation au sein d'un même traitement et entre les traitements. Quant aux galles, ils étaient en constante augmentation dans le traitement PHR et variables dans le traitement SRI (Tableau 5). Les taux relativement élevés de cœurs morts et de galles ont été obtenus

dans le traitement SRI respectivement aux 40^{ème} JAR (1,8%) et 60^{ème} JAR (10,8%). Les panicules blanches n'ont pas été observées dans les 2 traitements au sein des carrées de sondage mis en place.

Les cœurs morts enregistrés dans les parcelles PHR ont fluctué de 0,6% (60 JAR) à 5,5% (40 JAR) dans la localité de la Vallée du Kou, alors que dans le second traitement ces dégâts étaient en augmentation (Tableau 5). Les galles étaient rares dans les carrées de sondage jusqu'à la période de 60 JAR où 0,02% a été enregistré dans le PHR. Cependant, dans le traitement SRI, 0,7% et 0,01% de dégâts étaient observés respectivement à 40 et 60 JAR. Les panicules blanches enregistrées étaient identiques dans les 2 parcelles, avec 2,7% de dégâts.

Importance des populations pré-imaginale des lépidoptères foreurs de tiges et des diptères endophytes

Les populations pré-imaginale des insectes déprédateurs extraites des talles de riz et qui étaient à la base des dégâts sont représentées par les lépidoptères foreurs de tiges (*Chilo spp.*, *Maliarpha separatella* Rag. et *Sesamia calamistis* Hamp.) et les diptères endophytes (*Orseolia oryzivora* H. & G. et *Diopsis spp.*). L'analyse de variance au seuil de probabilité de 5% révèle une différence significative entre les parcelles SRI (4%) et PHR (22%) au 40^{ème} JAR à Karfiguéla ($P = 0,04$) et au 60^{ème} JAR à la Vallée du Kou (SRI = 48% et PHR = 16% ; $P = 0,05$). Il a été noté une fluctuation des populations des lépidoptères foreurs de tiges et diptères endophytes dans les parcelles PHR aussi bien à Karfiguéla qu'à la Vallée du Kou (Tableau 6). La même tendance a été observée dans les parcelles SRI au niveau des 2 sites, uniquement pour les populations des diptères endophytes. A l'inverse, les populations des lépidoptères foreurs de tige ont connu une augmentation progressive dans les parcelles SRI. Il faut noter que ces fréquences ne

concernent que les larves retrouvées à l'intérieur des talles. Ce qui signifie que, pour chaque période d'observation, un nombre important des larves avaient déjà émergé des talles une fois les dégâts réalisés.

Effet des traitements sur le tallage et le rendement paddy

Dans les 2 sites, le nombre de talles par mètre carré est resté plus élevé dans les PHR depuis le repiquage jusqu'au 60^{ème} JAR par rapport au SRI. Cependant, pour ce qui concerne le nombre de talles par poquet, il était légèrement supérieur dans les parcelles PHR jusqu'au 40^{ème} JAR (Figure 1). À partir du 60^{ème} JAR, le nombre de talles par poquet en SRI atteignait 17 talles dépassant ainsi celui du PHR (16 talles) à Karfiguéla. A la Vallée du Kou par contre, le nombre de talles par poquet était sensiblement égal au niveau des 2 traitements (autour de 15 talles par poquet).

Pour la variable nombre moyen de grains pleins par panicule, l'analyse de variance au seuil de probabilité de 5% a révélé une différence significative entre les traitements dans chaque localité. Ce nombre était plus élevé dans les parcelles SRI comparé à celles des PHR ($P = 0,001$ à Karfiguéla ; $P = 0,003$ à la Vallée du Kou). Une différence très hautement significative ($P = 0,001$) au seuil de 5% dans les 2 sites a été aussi obtenu pour le poids moyen des panicules (Tableau 7). A Karfiguéla, les poids moyens étaient de 6,57 g en SRI contre 4,82 g en PHR pendant qu'à la Vallée du Kou ils étaient de 5,5 g en SRI et de 4,3 g en PHR. Les rendements moyens (en paddy) obtenus dans le traitement SRI dans les 2 sites étaient plus élevés comparativement au PHR. Toutefois, l'analyse de variance au seuil de probabilité de 5% n'a pas montré une différence significative entre les traitements ($P = 0,157$ pour la Vallée du Kou ; $P = 0,092$ pour Karfiguéla).

Tableau 2 : Mise en place et entretien des cultures en fonction des traitements et des localités.

Sites/Trait_		DP_ (jour)	Sem_ (kg)	Ecart_ (cm)	P/P	P/m ²	FO_ (kg)	NPK_ (kg)	Urée_ (kg)	DC_	DM_	Sar_	Ins_
Karfiguéla	SRI	11,25	18,75	25 x 25	1	18	8800	85	125	1,25	2,25	2	1,25
	PHR	14,25	43,75	23,75 x 23,75	3,5	22,5	0	120	115	1,75	2	1,25	1,25
Vallée du Kou	SRI	16,25	31,25	23,75 x 23,75	1	18	10400	87,5	72,5	1,75	0	2	0,75
	PHR	16,25	49,5	19 x 18,25	5,75	24,25	0	160	125	1,75	1	1	1

DP_ = durée moyenne de la pépinière ; Sem_ = quantité de semence moyenne à l'hectare ; Ecart_ = écartements moyens entre lignes et poquets ; P/P = nombre moyen de plants par poquet ; P/m² = nombre moyen de plants par m² ; FO_ = quantité moyenne de fertilisant organique ; NPK_ = quantité moyenne de NPK par ha ; Urée_ = quantité moyenne d'urée par ha ; DC_ = nombre moyen de désherbage chimique ; DM_ = nombre moyen de désherbage mécanique ; Sar_ = nombre moyen de sarclage ; Ins_ = nombre moyen d'application insecticide.

Tableau 3 : Coût moyen des opérations culturales et des intrants à l'hectare en fonction des traitements et des localités (FCFA).

Sites	Traitements	Sem_	Repi_	FO_	FM_	Des_	Ins_	Rec_	Batt_	Van_
Karfiguéla	SRI	18750	30000	151500	56700	109062,5	6000	21250	20000	8750
	PHR	43750	30000	0	63900	91000	6000	21250	20000	8750
Vallée du Kou	SRI	31250	27500	121250	43875	49462,5	2912,5	21250	17875	17000
	PHR	49500	21250	0	76575	40212,5	5912,5	21250	17875	17000

Sem_ = semence à l'hectare ; Repi_ = repiquage ; FO_ = fertilisation organique à l'hectare ; FM_ = fertilisation minérale ; Des_ = désherbage à l'hectare ; Rec_ = récolte à l'hectare ; Batt_ = battage à l'hectare ; Van_ = vannage à l'hectare.

Tableau 4 : Coûts et recettes moyens de production en fonction des traitements et des localités (FCFA).

Localités		Coûts moyens de production	Résultats brutes moyens	Résultats nets moyens	Ratio coûts de production/ résultats nets
Karfiguéla	SRI	416 012,5	637 058,78	221 046,28	1,88
	PHR	278 650	579 736,26	301 086,26	0,93
Vallée du Kou	SRI	329 462,5	815 166,22	485 703,72	0,68
	PHR	243 662,5	729 183,78	485 521,28	0,5

Tableau 5 : Effet des traitements sur les dégâts des principaux insectes ravageurs en fonction des périodes d'observation, des traitements et des localités.

Karfiguéla	Périodes Traitements	20 JAR		40 JAR		60 JAR		85 JAR
		CM (%)	Glle (%)	CM (%)	Glle (%)	CM (%)	Glle (%)	PB (%)
Karfiguéla	PHR	1,3	2,1	2	5,2	1,3	7,3	0,0
	SRI	0,7	4,2	1,8	3,3	1,4	10,8	0,0
	Signification	0,60	0,52	0,91	0,23	0,88	0,19	-
	Ecart-type	0,13	1,0	0,16	0,25	0,09	0,7	-
	Vallée du Kou	PHR	2,2	0,0	5,5	0,0	0,6	0,02
Vallée du Kou	SRI	00	0,0	1,3	0,7	1,8	0,01	2,7
	Signification	0,04	-	0,04	0,32	0,17	0,17	0,98
	Ecart-type	0,1	-	0,4	0,04	0,07	0,07	0,38

SRI = système de riziculture intensif ; PHR= pratique habituelles des riziculteurs ; JAR = jours après repiquage ; Glle = galles ; CM = cœur mort ; PB = panicule blanche.

Tableau 6 : Fréquences des larves des lépidoptères foreurs de tiges et des diptères endophytes selon les périodes d'observation, des traitements et des localités.

Karfiguéla	Périodes	Fréquences des lépidoptères foreurs de tiges (%)			Fréquences des diptères endophytes (%)		
		40 JAR	60 JAR	85 JAR	40 JAR	60 JAR	85 JAR
Karfiguéla	PHR	22	17	43,5	20	40,5	03
	SRI	04	09	46	10	25	02
	Signification	0,04	0,46	0,89	0,21	0,15	0,64
	Ecart-type	3,56	6,63	11,77	4,40	5,61	1,35
Vallée du Kou	PHR	32	16	34	03	12	01
	SRI	44	48	52	04	10	00
	Significativité	0,32	0,05	0,13	0,72	0,5	0,39
	Ecart-type	7,21	6,83	6,16	1,78	1,83	0,71

SRI = système de riziculture intensif ; PHR = pratiques habituelles des riziculteurs ; JAR = jours après repiquage.

Tableau 7 : Rendement moyen de chaque système agricole par localité (kg/ha).

		Poids moyen des panicules (g)	Nombre moyen de grains pleins par panicule	Rendements paddy (kg/ha)
Karfiguéla	PHR	4,82	173,3	4326
	SRI	6,57	221,4	4754
Signification		<0,001	<0,001	0,092
Ecart-type		1,27	44,91	730,7
Vallée du Kou	PHR	4,30	148,2	5442
	SRI	5,50	188,2	6083
Signification		<0,001	0,003	0,157
Ecart-type		1,23	48,24	666,2

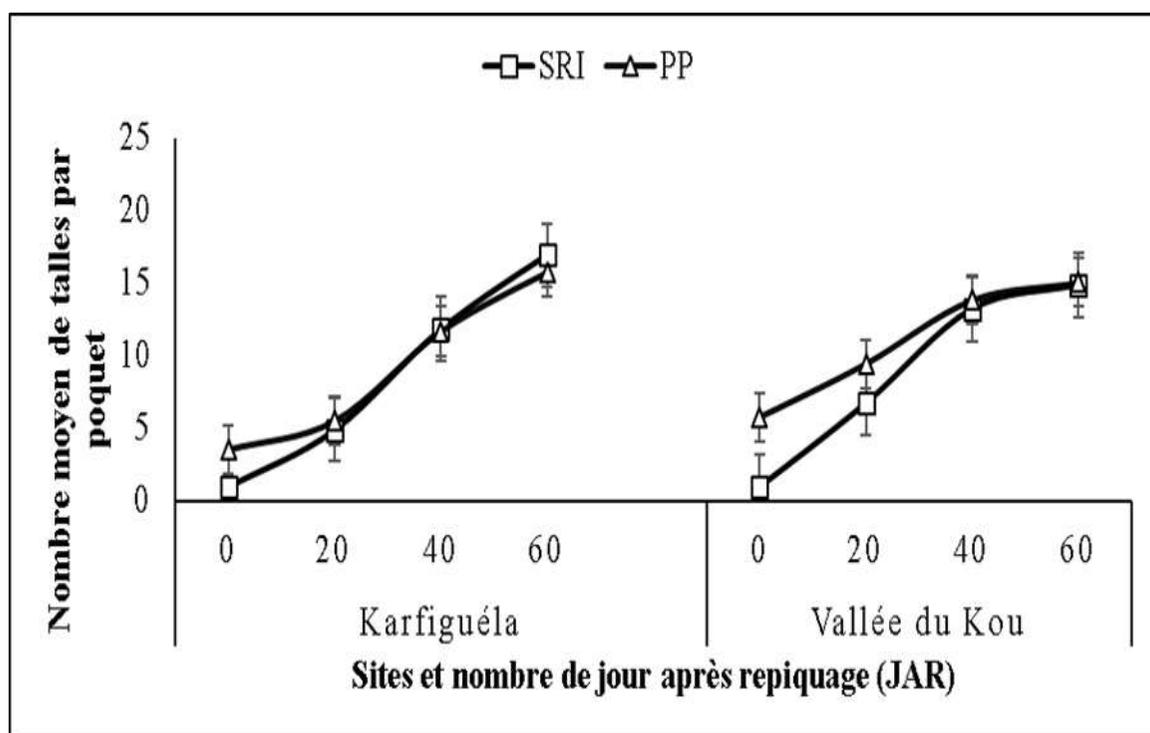


Figure 1 : Evolution du tallage en fonction des traitements et des sites.

DISCUSSION

Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés

Le niveau d'éducation des producteurs reste faible. Ce qui n'est pas de nature à faciliter l'apprentissage et l'application des nouvelles techniques sur le terrain, même si le niveau d'expérience dans la culture du riz est assez élevé. Ces observations sont en relation avec les données de Kaboré (2007) à la Vallée du Kou. Le niveau d'équipement en fosses de compostage reste insuffisant. Et même quand elles existent, leur taux d'utilisation est faible. En effet, selon MAFAP (2013) le taux d'utilisation de la fumure organique au Burkina Faso est non seulement faible et est en régression (33,4% en 2008 ; 22,9% en 2009 et 21,6% en 2010). L'indisponibilité de la fumure organique pourrait constituer un handicap majeur pour la plupart des riziculteurs comme souligné par Thiyagarajan et Biksham (2013).

Malgré l'existence d'une main-d'œuvre familiale, les producteurs enquêtés font appel à la main-d'œuvre extérieure. Ces faits ont été aussi soulignés à la Vallée du Kou par (Traoré (2012) où près de 53% des riziculteurs ont recours à une main-d'œuvre extérieure. Ces observations s'expliquent par le fait que le nombre d'actifs disponibles pour assurer la conduite des opérations culturales reste largement inférieur au nombre d'actifs réels. Cette situation serait liée au départ des jeunes sur les sites d'orpaillage ou dans la conduite d'autres activités non liées à l'agriculture. Selon Kaboré (2007) et MAHRH (2011), le problème de la main d'œuvre est une contrainte générale à l'agriculture Burkinabé. L'indisponibilité de la main d'œuvre pour la réalisation de certaines opérations culturales à temps constitue une contrainte majeure pour le respect des itinéraires techniques recommandés.

La production de riz est la source principale de revenu des répondants, mais ne

leur permet pas de subvenir à tous les besoins familiaux. Ils seront donc mieux disposés à appliquer toute technique de production capable d'améliorer leur rendement. Cependant, des facteurs d'adoption d'une technique culturale existent. Il s'agit notamment de la rentabilité économique, de l'exigence en main-d'œuvre, du niveau d'investissement et de la facilité de mise en œuvre. Yegbemey et al. (2012) ont aussi montré l'importance des caractères sociaux et économiques sur le niveau d'efficacité dans la production rizicole au nord du Bénin. Ces observations exigent la prise en compte du contexte de production des rizicultures avant toute diffusion.

La production du riz semble meilleure en campagne sèche selon les riziculteurs, mais tous ne produisent pas durant cette période à cause de la disponibilité de l'eau. A défaut de changer de spéculation, certains n'emblave que de petites superficies. La capacité de gestion de l'eau est essentielle dans les plaines irriguées comme souligné par Yegbemey et al. (2012).

Mise en place et entretien des cultures

L'âge moyen de la pépinière au repiquage n'excédait pas 16 jours dans les 2 traitements. Les quantités des semences utilisées montrent une réduction de 37 à 57% dans les parcelles SRI. Africare Mali and SAC Goundam (2009) avait obtenu une réduction de 85 à 90% au Mali. Cette différence est liée au fait que les producteurs ont utilisé plus de semence que ne le recommande le SRI, parce qu'ils craignent que les plants ne suffisent pas au repiquage.

Les doses de fumure organique appliquées dans les 2 localités ont été inférieures aux recommandations SRI qui sont de 10 à 15 t/ha. L'indisponibilité de la fumure organique, son coût élevé et la faible pratique du compostage sont à l'origine de ces faibles doses. Il convient de souligner que l'utilisation antérieure de la fumure organique

ainsi que de la sarco-bineuse sont déjà des prérequis qui montrent que les PHR intègrent déjà certains principes du SRI. Cependant, la faible utilisation serait liée au fait que les producteurs n'ont pas encore intégré toute leur dimension dans l'amélioration du rendement.

Rentabilité économique en fonction du type de gestion de la culture

Les coûts de la fertilisation (minérale et organique) par hectare ont varié de 156750 FCFA (Vallée du Kou) à 201700 FCFA (Karfiguéla) pour le SRI et de 61150 FCFA (Karfiguéla) à 74450 FCFA (Vallée du Kou) dans les PHR. L'écart notable entre les coûts des intrants des parcelles SRI est imputable à la forte fluctuation des prix de la fumure organique en fonction des sites, et de la qualité. L'écart entre les coûts des intrants des parcelles SRI et ceux des parcelles PHR est lié d'une part au coût élevé de la fumure organique et d'autre part au fait que les fertilisants minéraux sont subventionnés par l'Etat. Cependant, il faut relativiser ces coûts compte tenu des effets résiduels des fertilisants organiques bénéfiques pour le sol à long terme. L'indisponibilité de la fumure organique dans les plaines irriguées concernées pourrait être une contrainte majeure. Kumar et al. (2007) à travers une étude réalisée en Inde ont aussi montré que le coût de la fertilisation organique contribue à augmenter le ratio coût de production sur le bénéfice compte tenu du prix élevé de la fumure organique.

Le coût des désherbages était plus important dans les parcelles SRI par rapport à celles des PHR. Il est en effet ressorti que le coût de la main d'œuvre pour le sarco-binage croisé est double par rapport au sarco-binage simple ou au désherbage manuel. Cela est dû au fait que ce type de désherbage a été estimé très lent par les riziculteurs même s'il est plus efficace.

Il ressort des analyses que le ratio du coût de production sur le résultat net est plus

important dans les parcelles SRI des 2 sites. Il s'ensuit ainsi des résultats nets plus élevées dans les parcelles PHR. Noltze et al. (2013) ont rapporté des observations similaires à la présente étude. Par contre, il y a un déphasage avec ceux obtenus par Barah (2010) et Verma et al. (2014) en Inde. Près de 16,80% d'augmentation pour le SRI a été obtenu par Verma et al. (2014) avec une variété hybride.

Effet des traitements sur le tallage et le rendement paddy

Le nombre de talles par poquet dans les parcelles SRI, au bout de 60 JAR, était supérieur ou égal à celui des PHR. Ces résultats indiquent que les plants de riz repiqués à 1 brin, ont un bon tallage comparé aux PHR repiqués entre 4 et 6 brins. L'aération et la diminution de la compétition nutritionnelle sont les raisons probables. Ces résultats certes inférieurs à ceux obtenus par Africare Mali and SAC Goundam (2009) sont néanmoins similaires. Ces auteurs avaient obtenu 24,1 talles/poquet en SRI contre 16,2 pour leur témoin. Cela peut s'expliquer par la rigueur dans le respect de l'itinéraire technique SRI et par la diversité des conditions de production. Le tallage comme les autres composantes de rendement dépend fortement des conditions environnementales de production et des techniques culturales utilisées comme souligné par Uphoff (2015).

Les rendements obtenus sous SRI ont été plus élevés comparativement à ceux des PHR. Toutefois, l'analyse de variance au seuil de probabilité de 5% n'a pas montré une différence significative ($P = 0,1917$ pour la Vallée du Kou ; $P = 0,4504$ pour Karfiguéla). De nombreux facteurs peuvent expliquer ces différences et ces rendements relativement faibles. Le premier facteur est lié au non-respect strict de l'itinéraire technique recommandé dans la pratique du SRI. Il s'agit notamment de l'apport insuffisant et en qualité de la fumure organique, la mauvaise gestion de l'eau, les doses de fertilisant

minérales utilisées sur des sols peu fertiles. Ce niveau d'adoption des principes du SRI est surtout lié au contexte socio-économique de production rizicole. Ces observations sont en accord avec les études réalisées par Doi et Mizoguchi (2013) en Thaïlande qui ont estimé que seule le changement de régime d'irrigation serait applicable par leurs producteurs sur les 6 principes du SRI. Ches et Yamaji (2015) au Cambodge ont quant à eux estimé que le niveau d'adoption du SRI serait plutôt en relation avec le manque de volonté et de rigueur. D'autres facteurs non pris en compte dans cette étude, pourraient avoir des impacts sur ces productions. En effet, l'effet des maladies, des mauvaises herbes, des variétés de riz et de la variabilité des conditions agro-écologiques de productions sont de nombreux facteurs qui peuvent affecter les rendements. Ces considérations ont été également signalées par Sheehy et al. (2004) ; Verma et al. (2014).

L'apport en poids grain dans le SRI reste relativement très inférieur à ceux obtenus au Burkina Faso par d'autres études. En effet, les premiers essais de SRI au Burkina Faso réalisés en 2006, sur le périmètre irrigué de la Vallée du Kou avaient rapporté des rendements en SRI de 7 tonnes/ha contre 3,5 t/ha pour les PHR (Belem et Oscar, 2013). Les résultats de la présente étude sont toutefois proche de ceux obtenu par Noltze et al. (2013) en Indonésie. Ces auteurs ont révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre les PHR et le SRI dans leur condition de production.

Effet des traitements sur l'importance des dégâts et des populations des principaux insectes ravageurs

D'une manière générale, le type de gestion de la culture n'a pas eu un impact certain sur les dégâts des insectes ravageurs du riz. Padmavathi et al. (2007) ont rapporté aussi en Inde une faible incidence du SRI sur les insectes ravageurs. De plus les dégâts des

insectes ont été enregistrés sur l'ensemble des périodes de sondage et dans les 2 traitements. Il faut noter que dans les plaines irriguées, l'on trouve le riz à différents stades phénologiques du début à la fin de la saison humide. Ceci a l'inconvénient de permettre aux ravageurs de boucler leurs cycles de développement et de coloniser d'autres plants de riz plus jeunes. La dynamique des adultes se trouve ainsi en croissance constante ainsi que leurs dégâts. Cela est confirmé par l'étude réalisée par Sama et al. (2015) à la vallée du Kou.

Il est ressorti que les galles étaient relativement plus élevées que les cœurs morts à Karfiguéla. Par contre à la vallée du Kou, la fréquence des cœurs morts était la plus importante. Ceci pourrait avoir un lien avec les paramètres météorologiques qui ont assez varié entre les deux sites. Il faut noter que les deux groupes d'insectes ne répondent pas de la même manière face aux variations météorologiques. En effet, Ba et al. (2008) ont montré qu'il existe une variation saisonnière des populations de lépidoptères foreurs de tiges et de *Diopsis spp.* De même que les populations de *Orseolia oryzivora H. & G.* en fonction des pratiques culturales (Ba, 2003). L'impact de ces ravageurs sur les différents rendements est peu perceptible dans le cas de cette étude, étant donné les facteurs multiples qui entre en jeu dans la détermination du rendement grain des parcelles. Aussi, il faut noter que les dégâts de cœurs morts et de galles sont susceptibles d'être compensés par les plants de riz par la production de nouvelles talles. Ces faits ont été rapportés par Muralidharan et Pasalu (2006).

Une variation des populations pré-imaginales de lépidoptères foreurs de tiges a été observée entre les traitements et les sites. Les fluctuations enregistrées entre les sites de Karfiguéla et de la Vallée du Kou peuvent s'expliquer aussi par les émergences des papillons avant les prélèvements des talles pour dissection. Il faut ajouter aussi que les

périodes d'infestation du riz peuvent différer selon les périodes de repiquages du riz et les espèces de lépidoptères foreurs comme Sama et al. (2015) l'ont souligné. En Inde, des résultats similaires à ceux de Karfiguéla ont été obtenus (Thiyagarajan et Biksham, 2013). Selon ces auteurs, le SRI procurerait plus de talles et plus de surface foliaire aux plantes les rendant alors plus attractives aux lépidoptères foreurs de tige.

Les pics de populations ont été enregistrés à 60 JAR dans les 2 sites. Les variations observées suivant les périodes d'observation montrent que beaucoup d'imagos ont émergé des talles attaquées avant les dissections. Ba (2003), affirmaient que l'adulte de la cécidomyie émergée est susceptible de créer des dégâts sur d'autres talles saines, seulement quelques jours après l'émergence (2 à 5 jours). Les travaux de Nacro et al. (2015) à Bobo-Dioulasso montrent que les femelles sont potentiellement très fécondes, ont une distribution plus hétérogène et sont plus nombreuses que les mâles. Alors, les importants dégâts de cet insecte seraient liés à cette biologie ; c'est-à-dire, plus il y a des pontes et des émergences, plus les dégâts futurs sont importants si les conditions météorologiques le permettent.

Conclusion

L'expérimentation conduite en milieu paysan révèle d'énormes difficultés dans le suivi de l'itinéraire technique du SRI. Ainsi, les résultats de cette étude ne permettent pas de montrer les contributions significatives de la pratique du SRI par rapport aux PHR des riziculteurs. D'une manière générale, le SRI ne présente aucun inconvénient selon les producteurs. Les avantages relevés par les producteurs sont : l'augmentation du rendement, la réduction de la quantité de semence, dans une moindre mesure, l'économie d'eau. Néanmoins, un certain nombre de difficultés ont été relevées. La plupart ont trouvé le repiquage assez pénible

et lent, l'occupation du temps par la pratique du SRI, l'insuffisance de la fumure organique et le manque de main-d'œuvre. Cela suppose également, qu'un travail soit fait en amont afin de mécaniser davantage la riziculture et de gérer efficacement l'eau dans ces plaines irriguées. Au regard des avantages relevés par les producteurs et étant donné que le SRI représente un paquet technologique regroupant déjà des bonnes pratiques agricoles, il pourrait être conseillé aux riziculteurs afin qu'ils s'appuient sur les aspects positifs relevés pour améliorer leurs pratiques habituelles. Mais, cette approche doit s'inscrire dans une perspective d'adaptation aux conditions socio-économiques et agro-écologiques de production. Pour réduire la dynamique des populations adultes des insectes ravageurs comme suggéré par Souobou et al. (2015), nous recommandons un nettoyage manuel (à l'image du désherbage) des talles présentant les dégâts tous les 2 à 3 semaines après le repiquage. Ces prélèvements devraient être brûlés ou conservés dans des sacs plastiques bien scellés.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AGS : investigateur principal; contributions dans la collecte des données, le traitement et l'analyse des données, la rédaction du projet d'article. KDD : contribution dans la collecte des données, le traitement et l'analyse des données. IO : contribution scientifique dans la correction du projet d'article ; contribution financière. DD: contribution scientifique dans la correction du projet d'article.

REMERCIEMENTS

Nous remercions l'INERA pour l'appui matériel nécessaire à la collecte des

données. Par leurs assistances dans le traitement des données, nous sommes reconnaissants envers Monsieur Karim NEBIE et Monsieur Hervé BAMA. Nous sommes particulièrement reconnaissants envers le PPAAO/WAAPP et le Projet SRI/FCN pour le soutien financier.

REFERENCES

- Africare Mali, Goundam SAC. 2009. Fiche technique pour le système de riziculture intensive (SRI) à Tombouctou, Mali. Africare Mali, Bamako, et Secteur de l'Agriculture du Cercle (SAC) de Goundam, DRA Tombouctou: Tombouctou, Mali.
- Ba NM. 2003. Cycle annuel de la Cécidomyie africaine du riz, *Orseolia oryzivora* H. & G. Harris et Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) en relation avec ses plantes hôtes ses parasitoïdes et certaines pratiques culturales au sud-Ouest du Burkina Faso. Thèse de doctorat en sciences biologiques appliquées, Burkina Faso, Université de Ouagadougou.
- Ba NM, Dakouo D, Nacro S, Karamage F. 2008. Seasonal abundance of lepidopteran stem borers and diopsid flies in irrigated fields of cultivated (*Oryza sativa*) and wild rice (*Oryza longistaminata*) in western Burkina Faso. *International Journal of Tropical Insect Science*, **28**(1): 30–36.
- Ba NM, Dakouo D, Nacro S, Ouédraogo P A. 2004. Variation saisonnière des populations pré-imaginales de la cécidomyie africaine du riz *Orseolia oryzivora* H. & G. et de ses dégâts en fonction des plantes hôtes dans le sud-ouest du Burkina Faso. *International Journal of Tropical Insect Science*, **24**(2): 177–183.
- Barah BC. 2010. *System of rice intensification (SRI) Economic and Ecological Benefits of Improved production practice for Food Security and Resource Conservation*, Coudel E, Devautour H, Soulard C-T, Hubert B (eds). ISDA 2010: Montpellier, France, 9.
- Belem P, Oscar A. 2013. Burkina Faso: la formation aux méthodes SRI améliore le quotidien des paysans de Bama. *AGRIDAPE*, **29**(1): 06–08.
- Ches S, Yamaji E. 2015. Labor requirements of system of rice intensification (SRI) in Cambodia. *Paddy and Water Environment*, **14**(2): 335–342.
- CIIFAD. 2015. *SRI International Network and Resources Center*.
- DGESS. 2014. Résultats définitifs de la campagne agricole et de la situation alimentaire et nutritionnelle 2013/2014. Rapport technique, Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire (MASA): Ouagadougou, Burkina Faso, 77.
- Doi R, Mizoguchi M. 2013. Feasibility of system of rice intensification practices in natural and socioeconomic contexts in Thailand. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, **20**(5): 433–441.
- Guissou R, Ilboudo F. 2012. Analyse des incitations et pénalisations pour le riz au Burkina Faso. Série notes techniques, SPAAA, FAO: Rome, Italie.
- Kaboré PD. 2007. Efficacité technique de la production rizicole sur les périmètres aménagés du Burkina Faso. Série document de travail DT-CAPES N°2007-35. CAPES: Ouagadougou, Burkina Faso, 30.
- Kumar RM, Padmavathi C, Surekha K, Latha PC, Krishnamurthy P, Singh S P. 2007. Influence of organic nutrient sources on insect pests and economics of rice production in india. *Indian Journal of Plant Protection* **35**(2): 264–267.
- MAFAP. 2013. Revue des politiques agricoles et alimentaires au Burkina Faso. Série rapport pays SPAAA. FAO, Rome, Italie, 232.
- MAHRH. 2011. Stratégie Nationale de

- Développement de la Riziculture (SNDR). Rapport d'étude, Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutique : Ouagadougou, Burkina Faso, 43.
- Muralidharan K, Pasalu IC. 2006. Assessments of crop losses in rice ecosystems due to stem borer damage (Lepidoptera: Pyralidae). *Crop Protection*, **25**(5): 409–417.
- Nacro S, Nenon J-P, Dakouo D, Ba M. 2015. Quelques paramètres biologiques de *Orseolia oryzivora* H. & G. (Diptera: Cecidomyiidae) au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **9**(1): 91–97.
- Noltze M, Schwarze S, Qaim M. 2013. Impacts of natural resource management technologies on agricultural yield and household income: The system of rice intensification in Timor Leste. *Ecological Economics*, **85**: 59–68.
- Nwilene EF, Nacro S, Tamo M, Menozzi P, Heinrichs EA, Hamadoun A, Dakouo D, Adda C, Togola A. 2013. Managing insect pests of rice in Africa. *Realizing Africa's Rice Promise*, Wopereis M C S, Johnson D E, Ahmadi N, Tollens E, Jalloh A (eds). 229–240.
- Ouédraogo M, Kabore M, Ouédraogo S. 2011. Analyse de la compétitivité de la filière riz au Burkina Faso. Programme de Renforcement et de Recherche sur la Sécurité Alimentaire en Afrique de l'Ouest (PRESAO), Composante Strengthening Regional Agricultural Integration in west Africa (SRAI).
- Ovono PO, Gatarasi T, Minko DO, Koumagoye DM, Kevers C. 2014. Etude de la dynamique des populations d'insectes sur la culture du riz NERICA dans les conditions du Masuku. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **8**(1): 218–236.
- Padmavathi C, Kumar RM, Surekha K, Latha PC, Rao LVS, Prasad MS, Babu VR, Prasad JS, Rupela OP, Goud V, Pasalu IC, Viraktamath BC. 2007. Insect-Pest Dynamics and Arthropod Diversity in SRI and Conventional Methods of Rice Cultivation. Paper presented at the Second national symposium on the system of rice intensification. Agartala, Tripura State, India, 16.
- Sama K, Nacro S, Dakouo D. 2015. Effect of transplanting period on the population dynamics, parasitism and damage of lepidopteran rice stem borers in irrigated rice scheme of Valley du Kou, Burkina Faso. *International Journal of Tropical Insect Science*, **35**(1): 11–16.
- Sama K, Nacro S, Thiaw C, Dakouo D. 2016. Incidence of the African Rice Gall Midge (AfRGM), *Orseolia oryzivora* H. & G. in Relation with Period of Rice Transplanting in the Kou Valley, Burkina Faso. *Advances in Entomology*, **4**: 97–103.
- Sheehy JE, Peng E, Dobermann A, Mitchell PL, Ferrer A, Yang J, Zou Y, Zhong X, Huang J. 2004. Fantastic yields in the system of rice intensification: fact or fallacy? *Field Crops Research*, **88**(1): 1–8.
- Sié M, Kaboré K, Dakouo D, Dembélé Y, Segda Z, Bado BV, Ouédraogo M, Thio B, Ouédraogo I, Moukoubi YD, Ba NM, Traore A. 2006a. Fiche technique de quatre nouvelles variétés de riz de type NERICA pour la riziculture de bas-fond/irriguée au Burkina Faso : FKR 56 N, FKR 58 N, FKR 60 N et FKR 62 N. programme riz et riziculture, INERA, CRREA0: Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
- Sié M, Kaboré K, Dakouo D, Dembélé Y, Segda Z, Bado BV, Ouédraogo M, Thio B, Ouédraogo I, Moukoubi YD, Ba NM, Traore A. 2006b. Fiche technique d'une nouvelle variété confirmée pour la riziculture de bas-fonds au Burkina Faso FKR 19. Programme riz et riziculture, INERA, CRREA0: Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
- Soko DF, Ayolie K, Koffi CBN, Tonessia DC,

- Sere Y, Kouakou TH, Ake S. 2015. Impact of eight isolates of Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) from Gagnoa (Côte d'Ivoire) on rice (*Oryza* sp) cultivars production. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **9**(5): 2459–2467.
- Souobou M, Nacro S, Ouattara D. 2015. Natural enemies associated with rice stemborers in the Kou Valley, Burkina Faso. *International Journal of Tropical Insect Science*, **35**(4): 164–171.
- Sudhakar TR, Reddy PN. 2007. Influence of System of Rice Intensification (SRI) on the Incidence of Insect Pests. Second national symposium on the system of rice intensification. Paper presented at the Second national symposium on the system of rice intensification. Agartala, Tripura State, India, 21.
- Thiyagarajan TM, Biksham G. 2013. Transforming rice production with SRI (System of Rice Intensification) knowledge and practice. paper presented at the National consortium on SRI (NCS). Indian, 204.
- Traoré F. 2012. Optimisation de l'utilisation des ressources en eau du bassin du Kou pour des usages agricoles. Thèse de Doctorat en Sciences de l'environnement & écologie, Université de Liège, Belgique.
- Uphoff N. 2015. The system of rice intensification (SRI): Responses to Frequently Asked Questions. Cornell University: New York, USA.
- Verma AK, Pandey N, Shrivastava GK. 2014. Production potential and Economics of hybrid Rice under system of Rice intensification and its manipulation. *SAARC Journal of Agriculture*, **12**(2): 71–78.
- Yegbemey RN, Yabi JA, Pierre C. 2012. Total factor of productivity (TFP) of the Northeast Benin rice producers: A case study of Malanville Municipality. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **6**(6): 6031–6041.