

ANALYSE DE L'EFFICACITÉ TECHNIQUE DES RIZICULTEURS FACE À L'INFESTATION DES CULTURES PAR LES ESPÈCES PARASITES STRIGA EN CÔTE D'IVOIRE

Yves-Roland KONAN¹, Louise AKANVOU^{2*}, Simon N'CHO³,
Aminou AROUNA³, Bertin EDDY¹ et Charles Konan KOUAKOU²

¹Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Ecole Supérieure d'Agronomie (ESA), BP 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

²Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) KM 17, Route de Dabou, 01 BP 1740 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

³Centre du riz pour l'Afrique (AfricaRice), 01 BP 2031 Cotonou, Bénin

*Correspondance, e-mail : makanvou@gmail.com

RÉSUMÉ

Les mauvaises herbes parasites *Striga* spp. constituent l'une des principales contraintes à la riziculture pluviale dans les zones de savane du Nord de la Côte-d'Ivoire. La présente étude vise à analyser les réactions des producteurs de riz pluvial face aux infestations de *Striga hermonthica*. Pour ce faire, 240 riziculteurs ont été enquêtés dans les départements de Korhogo et Boundiali localisés au Nord de la Côte-d'Ivoire. La méthode d'analyse frontière stochastique a été utilisée avec la fonction de production Cobb-Douglas pour évaluer l'efficacité technique des riziculteurs. Les indices d'efficacité ont été régressés à l'aide d'un modèle Tobit pour identifier les facteurs qui affectent l'efficacité des producteurs. Les résultats de l'étude indiquent que les indices d'efficacité varient entre 28,6% et 89,7% avec une moyenne de 70,9%. *S. hermonthica* a une influence négative sur la distribution des indices d'efficacité. Les paysans dont les champs sont infestés sont moins efficaces que ceux qui ne le sont pas. En outre, l'étude a démontré que les facteurs ayant un impact positif sur le niveau d'efficacité des riziculteurs sont la fréquence d'infestation par *Striga* et le niveau d'éducation des riziculteurs.

Mots-clés : riz pluvial, *Striga hermonthica*, frontière stochastique, efficacité technique, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

Analysis of technical efficiency of rice farmers facing the parasitic *Striga* infestation in Côte d'Ivoire

Witchweed *Striga* spp. is one of the main constraints to upland rice production in the savanna of northern Côte d'Ivoire. This study aims to analyze the reactions of upland rice farmers cope with *Striga hermonthica* infestations. 240 rice farmers were surveyed in the departments of Korhogo and Boundiali located in northern Côte d'Ivoire. Stochastic frontier analysis and the Cobb–Douglas production function were used to evaluate the technical efficiencies of rice farmers. The efficiency indices were regressed using the Tobit model to identify factors that affect the efficiency of producers. Results of the study indicate that the efficiency indices vary between 28.6% and 89.7% with an average of 70.9%. *S. hermonthica* has a negative influence on the distribution of efficiency indices. Farmers whose fields are infested are less effective than those who are not. The factors that have a positive impact on the level of efficiency of rice farmers are the frequency of *Striga* infestation and the education level of rice farmers.

Keywords : *rain-fed rice, Striga hermonthica, stochastic frontier, technical efficiency, Côte d'Ivoire.*

I - INTRODUCTION

Le riz est la céréale la plus produite et la plus consommée en Afrique Occidentale [1]. Sa consommation en Afrique de l'Ouest augmente annuellement de 6,6 % et est supérieure aux taux de croissance de la production [1]. En Côte d'Ivoire, le riz est devenu l'aliment principal de la population avec une consommation estimée à 1 500 000 tonnes de riz blanchi par an [2]. La production nationale a été de 725 000 tonnes de riz paddy en 2012 [3]. La culture locale de riz concerne près de 600 000 familles représentant 8% de la population active [1], qui y tirent l'essentiel de leur revenu. Le riz constitue donc une denrée importante de l'auto-suffisance alimentaire du pays. Cependant, la Côte d'Ivoire ne produit que la moitié de sa consommation de riz. Pour combler ce déficit, le pays a recours à des importations massives qui se chiffraient en 2009 à 919 000 tonnes de riz blanchi pour un coût de plus de 235 milliards de F CFA [2]. La production du riz est limitée par plusieurs contraintes dont les mauvaises herbes parasites *Striga*. Les espèces de *Striga* responsables des plus importantes pertes de récolte sur le riz en Côte d'Ivoire sont *Striga hermonthica* et *S. aspera* [4].

La perte financière provoquée par *Striga* spp. est estimée à sept milliards de dollars américains annuellement et l'infestation affecte la vie de plus de 100 millions de personnes en Afrique [5]. Les riziculteurs dont les champs sont infestés, développent des mécanismes qui leur permettent de produire "au mieux". Cette capacité d'adaptation des riziculteurs connue sous le concept d'efficacité technique peut être analysée en tenant compte de tous les facteurs de production. Le concept d'efficacité technique trouve son origine dans les travaux théoriques fondamentaux au sujet du comportement des firmes : travaux de Debreu [6], de Koopmans [7] et de Farrell [8]. C'est surtout ce dernier auteur, qui, en s'inspirant des premiers, a proposé une approche pour l'estimation de frontières d'efficacité. Il part de l'idée que les informations disponibles sur une activité donnée, devaient permettre l'estimation du «best practice envelope», pour cette activité [9].

Plusieurs auteurs ont utilisé l'approche paramétrique stochastique pour l'évaluation de l'efficacité. A titre d'exemple Bravo-Ureta [10] utilise cette approche pour mesurer l'efficacité technique, allocative et économique des exploitations agricoles dominicaines. Il a obtenu des efficacités comprises entre 42 % et 85 %. Avec cette approche, Nuama [11] analyse l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire. Il en ressort que les agricultrices d'igname et de manioc opèrent respectivement à 88 % et 80 % de leur capacité productive. Abedullah [12] et Huynh [13] utilisent cette approche pour évaluer l'efficacité technique des riziculteurs respectivement au Pakistan et au Vietnam. Ils ont obtenu des efficacités moyennes autour de 80%. La présente étude vise à évaluer l'efficacité technique des riziculteurs confrontés à la menace des infestations de *S. hermonthica* par le biais de l'analyse de leur indice d'efficacité technique.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué du riz (*Oryza glaberrima* Steudel et *O. sativa* L.) rencontré dans les champs des paysans enquêtés et de l'espèce parasite *Striga hermonthica* (Del.) Benth. qui infestent ces champs.

II-2. Méthodes

Zone d'étude

La zone d'étude repose sur les départements de Korhogo et Boundiali (**Figure 1**) choisis pour la tradition de leurs populations pour la culture du riz et de la présence de l'espèce *Striga*.

Cette zone présente des sols à faibles aptitudes culturales (ferrugineux, lithosols) en raison du manque de profondeur utilisable, de la faible capacité de rétention en eau et aussi d'une insuffisante réserve minérale. Le climat de cette zone est de type soudanais et se caractérise par une très longue saison sèche (octobre à mai) et une saison des pluies marquée par deux maxima pluviométriques, l'un en juin et l'autre en septembre.

Par ailleurs, la végétation est une savane de type ouest soudanienne, selon la classification des écorégions définie par le World Wide Fund for Nature (WWFN). Elle se caractérise par des arbres d'une hauteur comprise entre 8 et 12 m, et des arbustes, disséminés avec une densité de couvert de l'ordre de 25 à 35 %. Les activités principales dans cette zone sont l'agriculture et l'élevage. Concernant l'agriculture, les principales cultures sont le coton (40 à 50% des terres cultivées), les cultures céréalières (plus de 20%), l'anacarde (10%). Le riz est la deuxième céréale la plus cultivée après le maïs.

Choix des unités d'étude

La taille de l'échantillon a été choisie sur la base d'études antérieures. 240 riziculteurs ont été tirés suivant un sondage aléatoire par village. 12 villages à raison de 3 villages par grand axe routier ont été choisis. Les chefs de ménages pratiquant la riziculture pluviale ont été choisis en collaboration avec l'Agence Nationale d'Appui au Développement Rural (ANADER.) Puis, dix (10) riziculteurs de chaque village ont été tirés de façon aléatoire au moyen du logiciel EXCEL 10.

Collecte des données

Un questionnaire a été utilisé pour la collecte de données d'enquête. Une fiche de collecte a été également utilisée pour le report des mesures faites dans les champs, notamment le niveau d'infestation des parcelles, les superficies, la densité de semis et le rendement. Un GPS a été utilisé pour le géo-référencement des champs et la mesure de leurs superficies.

Description du modèle de calcul des indices d'efficacité technique

Les résultats empiriques sont obtenus en utilisant la forme fonctionnelle Cobb Douglas estimées avec le logiciel STATA 12. L'équation économétrique qui a permis d'estimer les niveaux d'efficacité technique est la suivante :

$$\ln(y_i) = \beta_0 + \sum \beta_k \ln(x_{ki}) + (\vartheta_i - u_i)$$

- i indique l'observation faite sur le $i^{\text{ème}}$ producteur, $i=1,2,\dots,N$
- y représente la quantité (en Kg) de : (1) y estimée par le riziculteur;

- X_k représente les facteurs de production avec :
 - x_1 , la superficie rizicole cultivée mesurée en m^2 ;
 - x_2 , la main-d'œuvre (homme-jour). Elle est obtenue en attribuant respectivement les coefficients 1, 0,75 et 0,5 au nombre de jours de travail des hommes, femmes et enfants ;
 - x_3 , la somme des coûts (F CFA) de l'engrais, des herbicides et des semences ;
 - x_4 , les charges fixes ; c'est la somme des amortissements. Pour chaque équipement, l'amortissement a été calculé en divisant le prix d'achat par la durée de vie économique. La valeur résiduelle est considérée comme étant nulle.

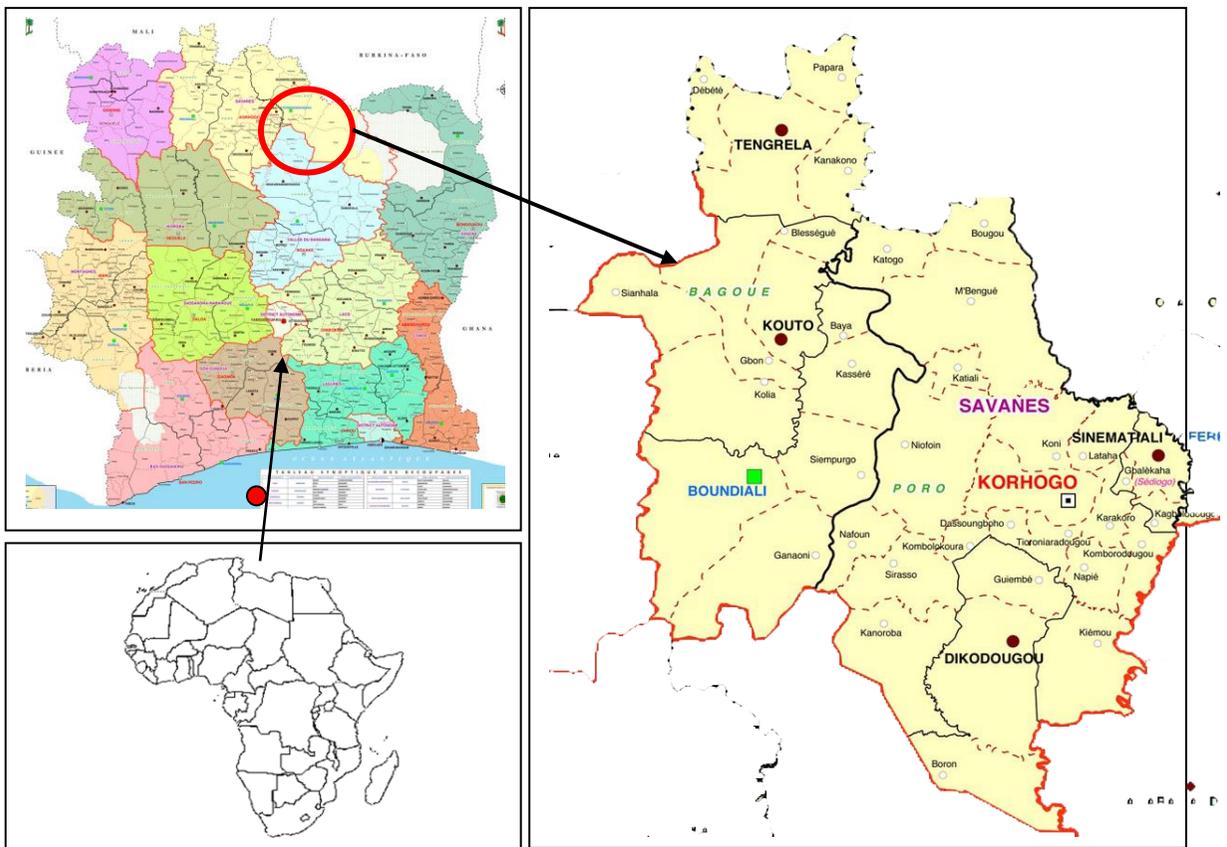


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude [14]

Les ϑ_i sont des variables aléatoires hors de contrôle des producteurs et les u_i sont des variables aléatoires exprimant l'inefficacité technique. Les β et les σ^2 sont les paramètres à estimer. Les σ^2 permettent d'obtenir le ratio de variance γ qui est compris entre 0 et 1.

Il est donné par :

$$\gamma = \sigma^2_u / \sigma^2_s \quad \text{avec } \sigma^2_s = \sigma^2_u + \sigma^2_v \quad (2)$$

L'efficacité technique est donnée par:

$$TE_i = e^{(-\mu_i)} \quad (3)$$

Identification des déterminants de l'efficacité technique

Le Tobit a été utilisé pour tenir compte du caractère censuré de la variable expliquée (efficacité technique). Le modèle général à double censure s'écrit :

$$y_i = \begin{cases} C_{1i} & \text{si } y_i^* \leq C_{1i} \\ y_i^* & \text{si } C_{1i} < y_i^* \leq C_{2i} \\ C_{2i} & \text{si } y_i^* > C_{2i} \end{cases} \quad (4)$$

Avec :

- C_{1i} et C_{2i} sont les limites inférieure (0,286) et supérieure(0,897) ;
- y_i^* est l'indice d'efficacité du $i^{\text{ème}}$ riziculteur
- les β sont les coefficients des variables et u_i est le terme aléatoire.

Ce modèle permet d'apprécier les déterminants de l'efficacité. Les variables retenues sont des variables socio-économiques (le sexe, l'âge, le niveau d'instruction, la taille de l'exploitation de coton), et des variables liées à l'infestation (la fréquence d'infestation et le statut d'infestation).

Ces variables sont :

- le sexe (**SEX**) : c'est une variable binaire prenant les valeurs 1 si le producteur est une femme et 0 pour un homme.
- l'âge (**AGE**) : c'est une variable qualitative à quatre modalités (1, 2, 3 et 4). Nous avons ces modalités respectivement si le riziculteur a un âge en dessous de 25 ans, entre 25 et 35 ans, entre 35 et 43 ans et supérieur à 43 ans.
- le niveau d'instruction (**INSTRU**) : c'est une variable binaire prenant les valeurs 1 si le producteur a au moins le niveau primaire et 0 si non.
- la taille de l'exploitation de coton (**SUPCOT**) : c'est une variable continue.
- la fréquence d'infestation (**FREQINF**) représente le nombre de fois que le champ a été infesté entre 2008 et 2011. C'est une variable discrète, prenant les valeurs 0 ; 1 ; 2 ; 3 et 4.
- le statut d'infestation (**INFPARA**): état d'infestation ou non du champ de riz en 2012. C'est une variable binaire prenant les valeurs 1 si l'exploitation a été infestée en 2012 et 0 si non.

III - RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

III-1. Fonction de production

La frontière de production a été estimée pour 235 ménages. Le *Tableau 1* présente les résultats d'estimation de la fonction Cobb-Douglas. Les coefficients β estimés représentent l'élasticité de production. Ils sont de signe positif pour tous les facteurs. Ce qui indique que l'augmentation de chacun de ces facteurs entraîne une augmentation de la production. Toutefois, seules les variables superficie cultivée et coût des intrants ont influencé significativement le niveau de la production. Ce qui s'expliquerait par une faible différence entre les paysans du point de vue charge fixe liée à une agriculture non mécanisée avec peu d'immobilisations d'une part. D'autre part, la main d'œuvre est utilisée pour des opérations ponctuelles comme le semis et vient en appoint au désherbage chimique et s'avère improductive. L'importance des facteurs superficie cultivée et coût des intrants est par ailleurs appuyée par Huynh [13] dans son étude de l'efficacité technique des riziculteurs vietnamiens.

Tableau 1 : Résultats d'estimation de la fonction Cobb-Douglas

Variables	Coefficients	Valeur des Coefficients	erreur type
Superficie cultivée (m ²)	β_1	0,559***	0,04
Main-d'œuvre (h.j)	β_2	0,057	0,05
Coût des intrants (FCFA)	β_3	0,292***	0,05
Charges fixes (FCFA)	β_4	0,008	0,03
	β_0	-1,507	0,55
Paramètres d'efficience			
	sigma2	0,427	0,10
	lambda	1,082	0,210
Signification globale (P > Chi2)		0,0000	
Nombre de riziculteurs N		235	

Niveau de signification : *** significatif à 1%

III-2. Indices d'efficacité et statut d'infestation

La **Figure 2** montre que, l'infestation affecte 17 % des riziculteurs à Korhogo et 21 % à Boundiali. Le **Tableau 2** présente les indices d'efficacité technique en rapport avec l'infestation. Il indique par ailleurs les économies potentielles en ressources productives. L'indice d'efficacité technique des riziculteurs a varié de 28,6% à 89,7% avec une valeur moyenne de 70,9%. L'efficacité moyenne des producteurs non affectés par les infestations de *S. hermonthica* est supérieure à la moyenne de la zone. Quant à l'efficacité moyenne des producteurs affectés elle inférieure à la moyenne de la zone. Au niveau des économies de ressources, si le riziculteur qui est techniquement le moins efficace arrivait à atteindre le niveau d'efficacité du plus performant, il pourrait économiser jusqu'à $[1 - (28,6/89,7)]$ soit 68,11% de ses ressources productives. En moyenne, ce sont $[1 - (70,9/89,7)]$ soit 20,96% de ressources productives qui pourraient être économisées.

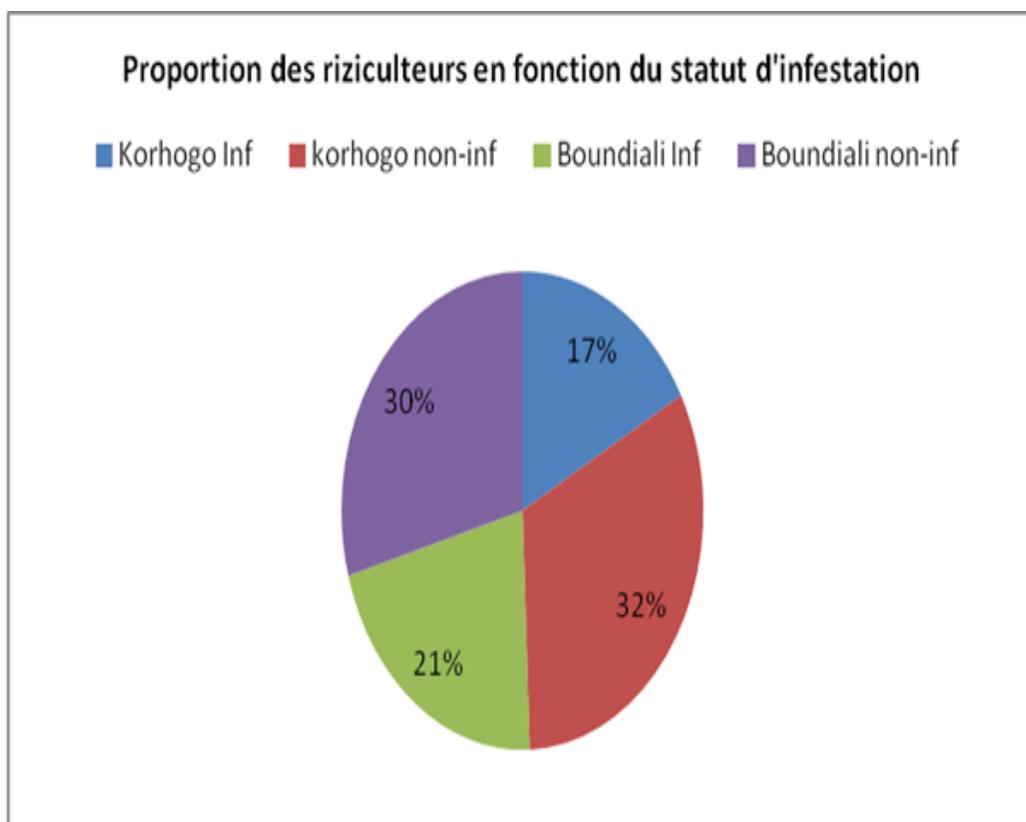


Figure 2 : Proportion des riziculteurs par zone en fonction du statut d'infestation

Tableau 2 : Indices d'efficacité et statut d'infestation

zones	Indices d'efficacité				
	Statut d'infestation	fréquence	moyenne	minimum	maximum
Korhogo	Infesté	40	0,649	0,426	0,814
	non infesté	76	0,728	0,500	0,897
Boundiali	Infesté	50	0,727	0,515	0,825
	non infesté	69	0,708	0,286	0,871
Ensemble	Infesté	90	0,692	0,426	0,825
	non infesté	145	0,719	0,286	0,897
	Total	235	0,709	0,286	0,897

III-3. Analyse des déterminants de l'efficacité technique

Les niveaux d'efficacité ont montré des écarts entre les riziculteurs (*Tableau 3*). Les facteurs qui influencent l'efficacité de ces producteurs devront donc être identifiés pour des actions d'amélioration.

Tableau 3 : Résultats du modèle Tobit des déterminants de l'efficacité technique

Variables	Efficacité technique
SEX	-0,0409 (0,0184)**
AGE	-0,0130 (0,0070)*
INSTRU	0,0277 (0,0152)*
SUPCOT	0,0055 (0,0018)**
FREQINF	0,0159 (0,0066)**
INFPARA	-0,0835 (0,0232)***
Constante	0,7499 (0,0242)***

Niveau de signification : *significatif à 10%; **significatif à 5%;
***significatif à 1%. Erreurs types entre parenthèses

III-4. Variables socio-économiques

La variable SEX est significative à 5 % et a un coefficient négatif. Cela montre que l'efficacité technique est plus importante pour un homme si on le compare à une femme avec les mêmes facteurs. Ce résultat est contraire à celui des études d'Oladeebo & Fajuyigbe [15] et de Idiong [16]. Selon leurs études, le sexe n'est pas un déterminant significatif de l'efficacité technique en riziculture. Notre résultat s'explique par le fait que la plupart des ménages de la zone sont gérés par des hommes. Ils jouissent d'une plus grande autonomie, gèrent les finances et les ressources productives majeures. De plus, la femme doit exécuter les tâches ménagères ce qui lui laisse moins de temps et de ressources pour les champs. La variable AGE est significative à 10% et a un coefficient négatif montrant que l'efficacité technique des producteurs diminue avec l'âge. Ce résultat traduit un amoindrissement des moyens dus à l'accroissement des charges familiales et une baisse de flexibilité quant à l'utilisation de nouvelles techniques culturales avec l'âge.

Ce résultat est soutenu par l'étude sur la riziculture au Nigéria de Ayinde [17]. La variable INSTRU est significative à 10%. Ce résultat montre une influence positive de l'éducation sur la gestion des ressources. Cela concorde avec les résultats obtenus par Nuama [11]. Son étude portait sur l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire. La variable SUPCOT est significative à 5 % et a un coefficient positif. Cela montre que l'efficacité technique augmente avec la superficie cotonnière. Cela traduit une utilisation plus efficiente des ressources consacrées à la riziculture lorsque l'exploitation de coton est grande. Les riziculteurs, en effet, arrivent à dérober les intrants destinés au coton pour leur champ de riz. Ceci contribue à améliorer les productions. Ces intrants sont d'autant plus importants que la superficie de coton est grande.

III-5. Variables liées à l'infestation

La variable FREQINF est significative à 5 % et a un coefficient positif. Cela montre que les riziculteurs dont les champs de riz ont été plus fréquemment infestés par *S. hermonthica* les quatre (4) dernières années sont plus efficaces. Ce résultat peut se justifier par une meilleure adaptation de ces paysans en acquérant des semences plus saines et autres bonnes pratiques culturales.

La variable INFPARA est significative à 1% et a un coefficient négatif. Ce résultat indique une influence négative des mauvaises herbes parasites sur l'efficacité technique. Les paramètres de ces deux variables liées à l'infestation indiquent une réaction non spontanée. Les riziculteurs acquièrent de meilleures techniques à mesure que l'infestation se répète.

IV - CONCLUSION

Cette étude montre que l'efficacité technique moyenne des paysans de la zone d'étude est de 70,9%. Les résultats de l'analyse des variables socio économiques indiquent une influence positive du sexe, de l'éducation, de la surface cotonnière et du nombre d'infestations antérieures sur l'efficacité technique des riziculteurs. Par contre, le niveau d'infestation des espèces parasites *Striga* et l'âge des riziculteurs réduisent l'efficacité technique de ceux-ci. L'établissement d'une bonne communication entre riziculteurs sur les stratégies de gestion des parcelles infestées contribuera à augmenter leur efficacité. Pour cela, les riziculteurs devraient se constituer en coopératives pour la recherche d'appui technique et financier auprès des structures de recherche et de développement afin de freiner les infestations des espèces parasites *Striga*.

La création de champs semenciers, la sensibilisation et la formation sur la gestion des herbes parasites sont autant de mesures pouvant aider les riziculteurs à disposer de semences de meilleure qualité et de méthodes de lutte efficaces. En outre, l'efficacité des riziculteurs serait améliorée en limitant la pression foncière par l'aménagement de bas-fonds, l'amélioration de l'accès des femmes aux ressources productives par l'aménagement de périmètres réservés à ces dernières. La politique nationale de développement du riz devrait par ailleurs être accentuée sur l'accessibilité de tous les riziculteurs aux semences améliorées produites par le CNRA et l'Office National de Développement de la Riziculture (ONDR).

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le projet 'PARASITE : Preparing African Rice Farmers Against Parasitic Weeds in a Changing Environment' pour avoir financé les travaux. Ils expriment leur gratitude au CNRA, à AfricaRice et à l'ESA pour l'encadrement technique et pédagogique dans la réalisation de cette étude.

RÉFÉRENCES

- [1] - B. BOUADOU, Aperçu du développement rizicole en Côte d'Ivoire. Rapport «Etat des lieux de la filière rizicole», FAO (2010)
- [2] - MINAGRI, Stratégie nationale révisée de développement de la filière riz en Côte d'Ivoire (SNDR) 2012 – 2020, ONDR (2012)
- [3] - FAOSTAT, <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>, (2013)

- [4] - D.E JOHNSON, C.R. RICHES, R. DIALLOT, M.J. JONES, *Striga* on rice in West Africa; crop host range and the potential of host resistance, *Crop Prot.* 16 (1997) 153-157
- [5] - B. BADU-APRAKU, R.O. AKINWALE, Cultivar evaluation and trait analysis of tropical early maturing maize under *Striga*-infested and *Striga*-free environments, *Field Crop Res.* 121 (2011) 186-194
- [6] - G. DEBREU, The coefficient of resource utilisation, *Econometrica*, 19 (1951) 273-292
- [7] - T.C. KOOPMANS, An analysis of production as an efficient combination of activities. In Koopmans, T. C., editor, *Activity Analysis of Production and Allocation* Jhon Wiley and Sons, Inc (1951)
- [8] - M.J. FARRELL, The measurement of productive efficiency. *J.Roy. Stat. Soc.*, n° 3, vol. 120 (1957) 253-290
- [9] - S. AMBAPOUR, Estimation des frontières de production et mesures de l'efficacité technique. Document de travail. Bureau d'Application des Méthodes Statistiques et Informatiques, Brazzaville, DT 02, (2001) 1-28
- [10] - B. BRAVO-URETA, E. ANTONIO, E. PINHEIRO, Technical, economic, and allocative efficiency in peasant farming: evidence from the Dominican Republic. *Dev. Econ.* XXXV-1, (1997) 48-67
- [11] - E. NUAMA, Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire, *Econ. Rural*, (2006) 39-53
- [12] - K.S. ABEDULLAH, K. MUSHTAQ, Analysis of technical efficiency of rice production in Punjab (Pakistan), implications for future investment strategies. *Pakistan Econ. Soc. Rev.*, N° 2, vol. 45 (2007), 231-244
- [13] - K. HUYNH, M. YABE, Technical efficiency Analysis of rice production in Vietnam. *J. ISSAAS*, N° 1, vol. 17 (2011) 137-145
- [14] - CNTIG, http://www.cntig.ci/sceprofess_projet_ADM.html, (2013)
- [15] - J.O. OLADDEBO, A.A FAJUYIGBE, Technical Efficiency of Men and Women Upland Rice Farmers in Osun State, Nigeria. *J. Hum Ecol.*, 22 (2007) 93-100
- [16] - I.C. IDIONG, Estimation of Farm Level Technical Efficiency in Smallscale Swamp Rice Production in Cross River State of Nigeria: A Stochastic Frontier Approach. *World J. Agric. Sci.*, 3 (5)(2007) 653-658
- [17] - O.E. AYINDE, M.O. ADEWUMI, V.E.T. OJEHOMON, Determinants of technical efficiency and varietal-gap of rice production in Nigeria: a meta-frontier model approach. International Association of Agricultural Economists, Conference, August 16-22, 2009, Beijing, China (2009)