

Déterminants de l'adoption des technologies en riziculture au Centre du Bénin

C. M. ALLAGBE¹⁰, E. SODJINO¹¹ et G. BIAOU¹²

Résumé

Au cours de ces vingt dernières années, le riz est devenu, une denrée de grande consommation au Bénin. Cependant, sa production nationale n'arrive pas encore à couvrir les besoins de la population, ce qui a pour conséquence les importations massives de cette denrée alimentaire. Pour améliorer la production du riz, la recherche agricole a mis au point et introduit en milieu réel plusieurs technologies, notamment les variétés améliorées, les engrais chimiques et les herbicides. L'étude vise à identifier les déterminants de l'adoption de ces trois technologies à partir d'un échantillon aléatoire de 200 producteurs interviewés dans les communes de Dassa-Zoumè et de Glazoué au Centre du Bénin. Les analyses statistiques effectuées à l'aide du probit multivarié ont indiqué que l'âge du riziculteur n'est pas un facteur déterminant pour l'adoption des variétés améliorées de riz. Cependant, les jeunes producteurs adoptaient plus l'utilisation de l'herbicide que les plus âgés. Le niveau d'instruction a été un déterminant de l'adoption de l'usage de l'herbicide en riziculture. Ainsi, la disposition d'adoption de l'utilisation de l'herbicide a augmenté de 9,9% en passant d'un riziculteur instruit à un riziculteur non instruit. L'appartenance à une coopérative ou à une association de producteurs, a favorisé l'adoption des innovations agricoles chez les riziculteurs. De même, l'accès au crédit a favorisé l'utilisation de l'engrais NPK dans la culture du riz. De la même manière la superficie emblavée en riz a déterminé positivement l'adoption des semences améliorées et celle des herbicides (mais au seuil de 10%). Le sexe n'a pas eu un effet significatif sur l'adoption des différentes technologies étudiées.

Mots clés : riz, technologie, adoption, probit multivarié.

Determinants of rice-growing technology adoption in Central Benin

Abstract

Over the last twenty years, rice has become a staple in Benin. However, its domestic production cannot meet the needs of the population, which results in massive imports of this product. To improve rice production, agricultural research has developed and introduced several technologies, including improved varieties, chemical fertilizers and herbicides. The study aims to identify the determinants of the adoption of these technologies from a random sample of 200 producers interviewed in communes of Dassa-Zoumè and Glazoué in Central Benin. Statistical analyzes using multivariate probit indicated that the age of the rice farmer was not a determining factor for the adoption of improved rice varieties. However, young producers adopted more herbicide use than older ones. The level of education was a determinant of adoption of herbicide use in rice cultivation. Thus the adoption provision for herbicide use increased by 9.9% when moving from an educated rice farmer to an untrained rice farmer. Belonging to a cooperative or producers' association favored the adoption of agricultural innovations among rice farmers. Similarly, access to credit favored the use of NPK fertilizer in rice cultivation. Similarly, the area planted with rice positively determined the adoption of improved seeds and that of herbicides (but at the 10% threshold). Sex did not have a significant effect on the adoption of the different technologies studied.

Key words: rice, technology, adoption, multivariate probit.

INTRODUCTION

Au Bénin, la production du riz ne couvre que 47% des besoins en consommation qui ne cesse de croître (MAEP, 2011). Ainsi, pour satisfaire les besoins domestiques de riz, le Bénin importe une très grande quantité à titre commercial ou sous forme de dons. Ces importations non seulement font perdre des devises à l'économie nationale mais aussi entraînent sur le marché local des distorsions tels que la perte de parts de marché par les producteurs nationaux, et l'accroissement du déficit de la

¹⁰ Dr Ir. Cogou Marcellin ALLAGBE, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, BP 884 Cotonou, E-mail : allamarcel@hotmail.com, Tél. : (+229)95406238, République du Bénin

¹¹ Dr Ir. Épiphane SODJINO, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, 03 BP 412 Porto-Novo, E-mail : sodjinoue@gmail.com, Tél. : (+229)97390551/95401556, République du Bénin

¹² Pr Dr Ir. Gauthier BIAOU, Université Nationale d'Agriculture, BP 90 Abomey-Calavi, E-mail : gbiaou@yahoo.fr, Tél. : (+229)97587880/90907188, République du Bénin

balance commerciale (Abiassi, 2006). Pourtant moins de 8% des énormes potentialités rizicoles nationales sont exploités. En effet, le Bénin a un potentiel de plus de 322.000 ha de terres propices à la riziculture, dont 205 000 ha de bas-fonds et 117.000 ha de plaines inondables (Abiassi, 2006). En effet, les enquêtes de base et de priorisation de la recherche en riz au Bénin réalisées par Adégbola *et al.* (2009) ont révélé que la majorité des contraintes identifiées en 2005 n'est pas toujours levée. Les auteurs ont trouvé les mauvaises herbes, les oiseaux, les insectes et les termites comme principaux stress biotiques de production de riz au Bénin. Les contraintes abiotiques majeures qui freinent la production rizicole dans les différents types d'écologies au Bénin sont la baisse de fertilité des sols, les pertes post-récoltes (perte physique des grains au champ avant la récolte), la faible capacité de gestion de l'eau. Quant aux contraintes socio-économiques, elles sont relatives à la difficulté d'accès aux engrais nécessaires pour la production, à la cherté de la main-d'œuvre salariée, à la difficulté d'acquisition des matériels pour la production, la récolte et l'opération post-récolte, à la difficulté d'accès au crédit et d'écoulement de la production. Pour cette raison des variétés performantes de semences de riz, des engrais spécifiques au riz, des itinéraires techniques innovants et des matériels de transformation sont développés et introduits dans les milieux de production rizicole (Allagbé *et al.*, 2010). Malheureusement le taux d'adoption de ces technologies demeure très faible (CCR, 2011). Il est alors nécessaire de consentir plus d'efforts pour que la production nationale de riz couvre les besoins des populations du Bénin.

Plusieurs travaux de recherches ont par le passé évalué les déterminants de l'adoption des semences améliorées, des engrais chimiques et des herbicides. Tous ces travaux ont considéré chaque technologie isolément, alors que l'amélioration de la rentabilité et de la compétitivité de la production du riz dépend de l'utilisation combinée de plusieurs technologies. Pour remédier à toutes ces insuffisances et planifier une bonne politique de promotion de la culture du riz, il est opportun d'identifier les déterminants de l'adoption des technologies introduites dans les zones de grande production rizicole au Bénin, en considérant simultanément les trois innovations technologiques que sont les semences améliorées, les engrais chimiques et les herbicides dans la culture du riz.

MILIEU D'ÉTUDE

La recherche a été réalisée à Dassa-Zoumé et à Glazoué, deux communes productrices de riz dans le département des Collines situé entre les latitudes 7°45' et 8°40' Nord et les longitudes 2°20' et 2°35' Est. Cette zone est caractérisée par une forte pression démographique avec une densité de 49 habitants/km². Ces deux communes font partie des communes les plus pauvres du Bénin (INSAE, 2011). La densité de peuplement et les mouvements migratoires saisonniers ou permanents ont une incidence prononcée sur l'état des ressources naturelles (sols, végétation, eaux, faune). Les activités des populations locales et les modes de prélèvement sur le stock des ressources ont entraîné durant ces dernières années des problèmes de dégradation qui fragilisent le milieu humain et naturel. La végétation varie de la savane claire très ouverte au Sud vers une forêt semi-dénudée au Nord-Ouest. La savane arborée domine dans l'ensemble. La zone jouit d'un climat de type soudano-guinéen. Elle constitue une zone de transition entre le Sud du Bénin à régime pluviométrique bimodal et le Nord à régime pluviométrique mono modal. La pluviométrie annuelle varie entre 800 mm et 1.200 mm avec une répartition inégale et une tendance à la baisse ces dernières années. Les sols sont principalement ferrugineux tropicaux à concrétions sur socle cristallin, relativement riches en éléments minéraux. Le coton, le soja et l'anacarde constituent les principales cultures de rente. Le maïs, l'arachide, le manioc, l'igname et le riz constituent les principales cultures vivrières. C'est une zone de production rizicole par excellence.

MÉTHODOLOGIE

Source des données

Les interviews individuelles et de groupes (Focus group) ont été les deux méthodes de collecte de données. Les focus group ont été organisés dans six villages, choisis de façon aléatoire dans chacune des communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Dans chacune des deux communes un tirage au sort des six villages a été effectué à partir d'un lot de bouts de papier froissés sur lesquels sont écrits tous les noms des villages de la commune. L'interview individuelle a concerné 200 producteurs de riz choisis sur la liste des riziculteurs des deux communes. Cette liste a été fournie par l'Union Communale de Riziculteurs (UCR). Les membres de chaque UCR ont été numérotés et les numéros sont transcrits sur des bouts de papier et 100 numéros ont été tirés au sort par commune. Le dépouillement de ce tirage a donné les noms des riziculteurs qui ont constitué l'échantillon de l'étude. Un questionnaire pour les entretiens individuels et un guide d'entretien ont été utilisés pour la collecte

des données en focus group. Il est à noter qu'avant son utilisation, le questionnaire a été pré-testé. L'unité d'enquête est l'exploitant rizicole. Les données ont été traitées avec le logiciel STATA 10.

Modèle théorique

Divers modèles économétriques peuvent être utilisés pour la détermination des facteurs influençant l'adoption des nouvelles technologies. Les modèles couramment utilisés lorsque la décision d'adoption est binaire sont les régressions logit et probit. Ces deux modèles sont très proches du point de vue des caractéristiques (Hurlin, 2003), étant donné que les deux conduisent pratiquement aux mêmes conclusions. L'utilisation de ces modèles est intéressante lorsque les producteurs font face à une seule innovation. Toutefois, lorsqu'il s'agit de l'adoption de plus d'une innovation, les modèles binaires logit et probit ne conviennent plus. En effet, lorsque les agriculteurs sont confrontés à de nombreuses innovations, ils considèrent la manière dont ces différentes technologies interagissent et prennent leur décision en tenant compte des interdépendances entre les technologies (Velandia *et al.*, 2009 ; Sodjinou et Henningsen, 2012). Ignorer ces interdépendances peut conduire à des conclusions et recommandations incohérentes (Sodjinou et Henningsen, 2012). Pour prendre en compte l'interdépendance entre les décisions d'adoption de plusieurs technologies, Sodjinou et Henningsen (2012) recommandent l'utilisation du probit multivarié plutôt que les séries de modèles binaires.

Pour analyser les déterminants de l'adoption de plusieurs technologies, plusieurs probits successifs peuvent être utilisés. Dans la production du riz plusieurs technologies peuvent être adoptées et simultanément utilisées pour l'amélioration de la productivité. Afin de tenir compte de l'interdépendance du choix des technologies, nous avons procédé à l'estimation d'un modèle probit multivarié à trois équations (nombre de technologies étudiées) plutôt que trois modèles probits indépendants. Ainsi, dans la présente recherche, la variable dépendante prend trois valeurs. $Y =$ adoption du désherbage chimique (utilisation de l'herbicide), $Y =$ adoption de la fumure du riz avec le NPK ou $Y =$ adoption des variétés améliorées. Pour ces trois technologies retenues, nous avons trois variables dichotomiques Y_{ij} avec $j=1, \dots, 3$. Ces variables dichotomiques Y_{ij} sont associées à des variables latentes Y^*_{ij} telles que $Y_{ij} = 1$ si $Y^*_{ij} > 0$ et 0 sinon avec Y^*_{ij} variables latentes inobservables X_{ij} vecteur de variables explicatives β vecteur de paramètres associés ε_{ij} termes d'erreurs distribués selon une loi normale multivariée, avec une moyenne de 0 et une matrice de variance-covariance avec les valeurs 1 sur la diagonale principale et les termes de corrélations entre les équations (ρ) comme éléments en dehors de la diagonale. Ce système à trois équations simultanées est estimé suivant une méthode de simulation du maximum de vraisemblance.

Dans le cadre de cette étude, nous supposons que l'adoption des innovations technologiques de riz dépend de certaines caractéristiques démographiques et socio-économiques des exploitants riziocoles et aussi de certains facteurs institutionnels. Ces caractéristiques sont entre autres l'âge, le sexe, la situation matrimoniale, le groupe socioculturel, le nombre d'années d'expériences en riziculture, le niveau d'instruction, le niveau d'alphabétisation, le statut social, la taille démographique de l'exploitation, le nombre de personnes à charge, la superficie de terre possédée, l'accès au crédit (en espèce ou intrant), le nombre de sources de revenus et le nombre d'enfants scolarisés.

Formulation du modèle

Le modèle empirique estimé en vue d'examiner des déterminants de l'adoption des technologies notamment les semences améliorées, les engrais chimiques et les herbicides dans la culture du riz, nous avons utilisé comme variable dépendante ADOPT qui est une variable binaire prenant la valeur 1 si le producteur adopte l'une des technologies et 0 sinon. L'expression du modèle probit se présente comme suit : $ADOPT = b_0 + \sum b_j X_j + u$, avec Y_j , les variables explicatives; b_0 , le terme constant ; b_j , les coefficients de régression et u , le terme d'erreur. La forme empirique complète du modèle est alors, $ADOPT = b_0 + b_1 AGE + b_2 AGE^2 + b_3 SEXE + b_4 NIV_i + b_5 TRAV + b_6 SUP + b_7 EXPRI + b_8 ACCES + u$ [1].

Description des variables utilisées dans le modèle

Variables dépendantes

Les trois variables dépendantes suivantes ont été prises en compte dans cette recherche : adoption du désherbage chimique c'est-à-dire l'utilisation de l'herbicide (Y_1) ; adoption de la fumure du riz avec le NPK (Y_2) ; adoption des variétés améliorées (Y_3). Toutes ces variables sont binaires, avec la valeur 1 pour celui qui utilise la technologie et 0 lorsque la personne ne l'utilise pas.

Variables indépendantes

L'adoption des innovations agricoles est le plus souvent affectée par des caractéristiques sociodémographiques et économiques des producteurs (Maddala, 1983 ; Adesina *et al.*, 2000 ; Adégbola *et al.*, 2009). Dans cette recherche les variables suivantes ont été considérées :

- L'âge (AGE) qui est une variable continue. La relation entre l'âge et l'adoption de l'innovation technologique n'est pas clairement définie (Adégbola et Gardebroek, 2007). En effet, certains auteurs ont trouvé que les producteurs les plus âgés sont plus enclins à adopter les innovations technologiques (Sall *et al.*, 2000 ; Vodouhè, 1996). Par contre, d'autres ont affirmé que les jeunes sont plus favorables à l'adoption des nouvelles technologies (Zegeye *et al.*, 2001). Dans le cadre de cette recherche, il est supposé que cette variable peut avoir un effet positif sur l'adoption des différentes technologies, jusqu'à un certain âge où l'effet de l'âge peut être négatif, ce qui est pris en compte par la variable AGE². La probabilité d'adoption est considérée alors comme une fonction concave de l'âge et même parabolique.
- Le sexe du producteur (SEXE) qui est une variable binaire prenant la valeur 1 si le producteur est de sexe masculin et 0 s'il est de sexe féminin. Des études antérieures ont montré que les hommes sont plus au contact des innovations que les femmes. Ainsi, ils sont les premiers à être au courant des innovations et parfois c'est leur décision d'adopter qui incite les femmes également à le faire. De ce fait, nous supposons que les hommes sont mieux préparés pour adopter les technologies de production de riz que les femmes.
- STATSO est la variable qui se rapporte au statut social de l'enquêté. L'enquêté a un statut social particulier lorsqu'il est membre du conseil de village, membre de l'association des parents d'élèves, responsable d'un groupe ou association quelconque, membre d'un cercle religieux ou bien lorsqu'il occupe un poste de responsabilité sur le plan administratif, le cas échéant la variable prend la valeur 1 ou la valeur 0 lorsque l'enquêté a un statut non particulier. Dans la plupart des cas, les groupes organisés sont des milieux d'intenses échanges au sein desquels l'on s'informe et l'on se fait une idée des nouvelles manières d'agir. De ce fait une personne qui milite est souvent plus informée et a plus de chance d'adopter les nouvelles technologies. Cette variable est supposée positivement corrélée avec les variables dépendantes que sont Y₁ = adoption du désherbage chimique (utilisation de l'herbicide), Y₂ = adoption de la fumure du riz avec le NPK ou Y₃ = adoption des variétés améliorées.
- Le niveau d'instruction (NIVI) du producteur qui prend la valeur 1 si le producteur a été scolarisé et 0 si non. La promotion de nouvelles technologies dans un milieu rural donné dépend, parmi tant d'autres facteurs, du niveau d'instruction des paysans. L'instruction accroît l'habileté du producteur à rechercher des informations sur les technologies nouvelles et à en évaluer la pertinence (Ouédraogo, 2003). Ainsi, un bon niveau d'instruction est un élément principal permettant aux paysans non seulement d'exprimer aisément leurs besoins et leurs problèmes, mais aussi de s'informer sur les nouvelles techniques et méthodes de culture (Kpangon, 2001 ; Ouédraogo, 2003). De plus il amène le paysan à faire facilement une évaluation rapide par lui-même, des avantages économiques de tout changement technique venant de l'extérieur, de comprendre et d'établir un compte d'exploitation (Midingoyi, 2003). Pour cette raison cette variable est supposée positivement corrélée avec l'adoption des différentes technologies.
- Le nombre d'actifs agricoles travaillant avec l'enquêté (TAIL) est une variable supposée positivement corrélée avec la variable dépendante. La disponibilité de main-d'œuvre réduit la pénibilité d'adoption de nouvelles technologies en riziculture qui sont le plus souvent contraignantes sur le plan de l'utilisation de la main d'œuvre.
- La superficie totale de terre que possède l'exploitant (SUP) est une variable quantitative soupçonnée positivement corrélée avec l'adoption des différentes technologies étudiées. Plus les producteurs possèdent de grandes superficies de terre, plus ils sont disposés à prendre des risques et à sacrifier une portion de leur superficie pour essayer les nouvelles technologies.
- L'ancienneté du producteur dans la culture du riz (EXPRI) est une variable quantitative soupçonnée positivement corrélée avec l'adoption des différentes technologies étudiées. Les producteurs les plus expérimentés en matière de culture du riz sont capables de juger

rapidement de la valeur d'une innovation et de décider d'adopter ou non une technologie qui leur est proposée.

- L'accès du producteur au crédit (ACCES). Les innovations en riziculture comme les engrais, les semences améliorées et les herbicides introduites dans un milieu exigent des investissements supplémentaires tels que l'achat d'intrants et les meilleures pratiques culturales pour leur adoption. L'importance du capital dans l'adoption des innovations agricoles a été prouvée par maintes études (Adégbola *et al.*, 2010 ; Adesina *et al.*, 2000). Des études récentes ont montré qu'un meilleur accès aux services financiers peut améliorer de manière significative le revenu et la sécurité alimentaire des plus démunis. Pitt et Khandker ont analysé en 1996 l'impact de la Banque Grameen et du « Bangladesh Rural Advancement Committee » sur le bien-être.

Tableau 1. Noms, types, codes, modalités et signes attendus des coefficients des variables explicatives

Noms des variables	Type	Code	Modalités	Signes attendus
Sexe	Binaire	SEX	1 si homme et 0 si femme	+
Age	Continu	AGE	-	+
Age ²	Continu	AGE2	-	-
Niveau d'instruction	Binaire	NIVI	1 si scolarisé, 0 si non	+
Alphabétisation	Binaire	ALPHA	1 si oui et 0 si non	+
Nombre d'actifs agricoles	Continu	TAIL	-	+
Superficie de terre emblavée	Continu	SUP	-	+
Membre d'une association ou coopérative de producteur	Continu	MECA	-	+
Nombre d'années d'expérience dans la production du riz	Continu	EXPRI	-	+
Accès au crédit	Binaire	CREDIT	1 si oui ; 0 si non	+

Source : Résultats d'enquête

Ils ont en effet constaté que la participation à des programmes de crédit avait des effets positifs et significatifs sur la scolarisation, les avoirs des ménages, la consommation et l'état nutritionnel des enfants. Dans le domaine agricole, l'accès au crédit peut permettre, par exemple, un usage accru d'engrais et des semences améliorées, remplaçant les cultures des variétés locales à faible rendement, qui va se traduire par une augmentation de la production par unité de main d'œuvre et de surface (Zeller, 1999).

Le microcrédit peut également réduire le volume des crédits consentis à des taux élevés par des prêteurs du secteur informel et réduire la vente à bas prix des biens productifs dans les cas d'urgence. Il permet ainsi d'éviter d'entamer des biens productifs tels que les terres, les semences, le bétail (Zeller, 1999). Les producteurs agricoles ayant accès au crédit pouvaient avoir plus de facilité pour réunir ce capital ; c'est pourquoi cette variable est soupçonnée être positivement corrélée avec la variable dépendante. Elle prend la valeur 1 si l'enquêté a eu accès au crédit au cours de ces deux dernières années et 0 si non.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Résultat descriptif des variables explicatives

Au total 200 riziculteurs ont été enquêtés dont 56,5% de femmes et 43,5% d'hommes. L'âge moyen des enquêtés est de 42,4 ans avec une expérience moyenne de 11 ans en riziculture. Les superficies moyennes cultivées étant de 0,7 ha, la majorité des producteurs interviewés cultive une superficie de champ inférieure à 1 ha mais seulement 3,38% ont un champ supérieur à 1 ha et inférieur à 5 ha. Ces résultats montrent que les superficies cultivées sont faibles malgré les potentialités de la région pour la culture du riz. Concernant la microfinance, seulement 20% des producteurs interviewés reconnaissent avoir une fois obtenu de crédit. Ainsi, 90% de ces crédits ont été des crédits espèces.

Leur activité principale est l'agriculture (90%). Un total de 45% d'entre eux ont été scolarisés et 27% ont été Alphabétisés dans leur langue maternelle que sont Idatcha 45%, Nagot 11%, Fon/goun 43,5%, et 58% appartiennent à une association ou coopérative. Plus de 72% des non scolarisés sont des femmes (Figure 2). Pour la production du riz les producteurs interviewés utilisent les semences améliorées de riz (87%), l'engrais NPK (90%) et 39,5% d'entre eux utilisent l'herbicide pour le contrôle des mauvaises herbes. Cependant, seulement 66% des enquêtés reconnaissent que l'activité de production de riz dans le milieu d'étude est économiquement rentable. Seulement 37% des producteurs appliquent les trois technologies (semences améliorées, herbicides et engrais chimique) simultanément. Le contact avec la vulgarisation est faible 41% des interviewés n'ont aucun contact avec la vulgarisation et seulement 4% ont de contact avec la vulgarisation une fois par jour. Cette faible performance de la vulgarisation peut être une cause de la faible application des technologies vulgarisées et justifie qu'on rencontre dans le milieu d'étude plusieurs de types de pratiques de la riziculture même celles qui ne sont pas recommandées.

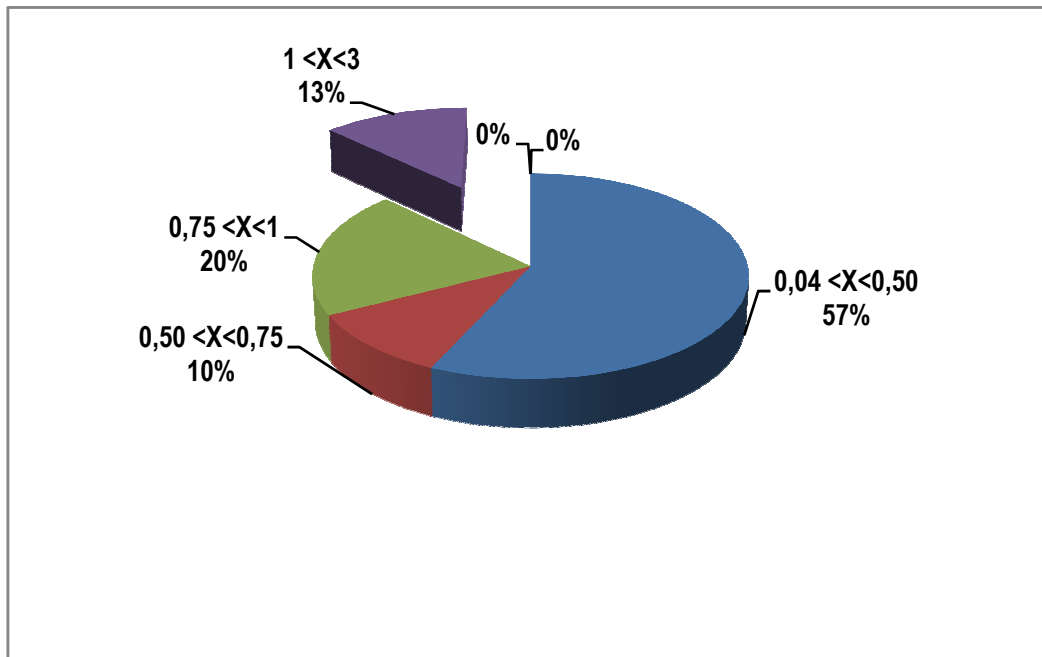


Figure 1. Pourcentage de riziculteurs par superficie cultivée (ha)

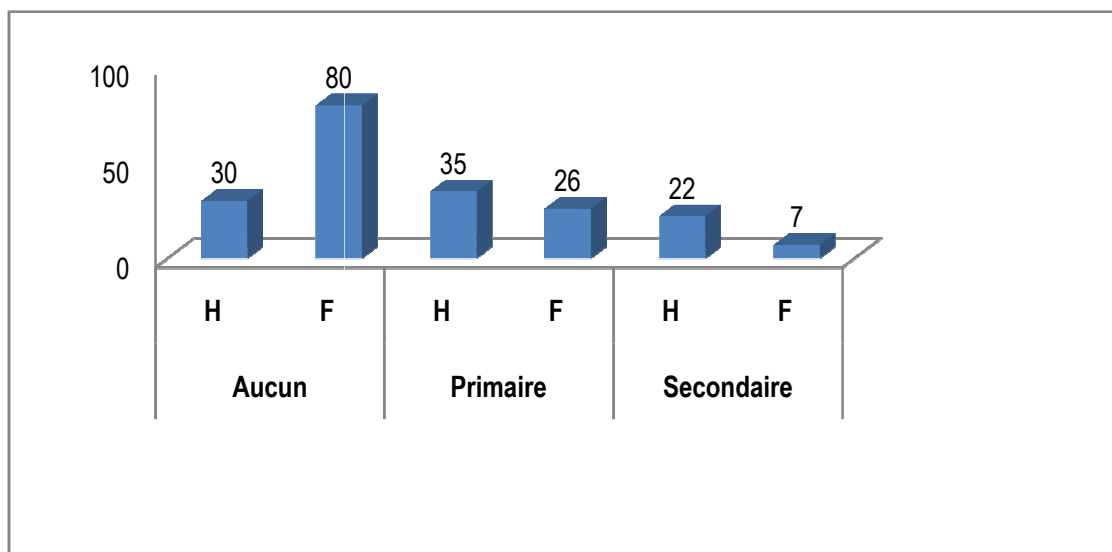


Figure 2. Répartition de l'échantillon par niveau de scolarisation

Déterminants de l'adoption de nouvelles technologies dans la culture de riz

L'adoption des nouveaux paquets technologiques de production de riz a été influencée par de nombreux facteurs aussi bien techniques, institutionnels, démographiques que socio-économiques. Toutefois, la variable sexe du riziculteur n'a pas influencé l'adoption des innovations technologiques dans la culture du riz dans le milieu d'étude (Tableau 2). Ainsi, le sexe du riziculteur n'a eu aucun effet significatif ($p > 0,05$) sur sa motivation à l'adoption des nouvelles technologies. Par ailleurs, ce résultat infirme des résultats antérieurs comme ceux de Baker, (1983) qui ont montré que le genre influence significativement et positivement la probabilité d'adopter les innovations technologiques. Malgré que les femmes aient constitué une catégorie dont l'accès aux institutions et aux ressources productives peut être rendu précaire ou faiblement établi (Nouhohélin, 2001) et qu'elles n'aient pas toutes les ressources nécessaires pour adopter facilement les technologies rentables, elles développent la même réaction face aux innovations en riziculture dans le milieu d'étude. En outre ces résultats infirment ceux de Houéyissan (2006) qui a trouvé que les hommes utilisent les semences améliorées de riz plus que les femmes. Ainsi Houéyissan (2006), a souligné les femmes ont bien la volonté de s'approvisionner en semences améliorées. Toutefois, comme l'ont mentionné Babadankpodji (2000) et Allagbé *et al.* (2004) les femmes sont le plus souvent limitées par l'accès aux ressources de production. De même ces résultats contredisent les études antérieures qui ont montré que les hommes étaient plus au contact des innovations que les femmes malgré que, dans le milieu d'étude, les femmes aient été très actives dans la production du riz, et qu'elles aient été parfaitement au courant des innovations au même titre que les hommes. La supposition selon laquelle les femmes adoptent les technologies de production de riz plus que les hommes est également fautive.

L'âge du riziculteur explique positivement mais non significativement la pratique d'adoption de l'engrais NPK et des semences améliorées de riz. En effet, le coefficient de la variable âge (0,0236) était non seulement positif et non significatif mais aussi très faible (Tableau 2). Par ailleurs, l'effet marginal de l'âge a été égal à 0,0031 et était non significatif (Tableau 2). Par conséquent, l'âge du riziculteur n'est pas un facteur déterminant dans la pratique d'adoption des semences améliorées de riz. C'est le cas de la variable utilisation d'engrais NPK pour laquelle le coefficient de la variable âge (-0,1633) était non seulement négatif mais non significatif. Cependant concernant la pratique d'adoption des herbicides, le coefficient de la variable âge (-0,3392) a été non seulement négatif mais hautement significatif. Ainsi, les jeunes producteurs adoptent plus l'utilisation des herbicides que les plus âgés. L'analyse des coefficients estimés des variables AGE et AGE² a indiqué que l'âge avait un impact convexe sur le comportement d'adoption de l'herbicide. En effet, la variable AGE a eu une influence négative alors que la variable AGE² a eu une influence positive sur l'adoption de l'herbicide. La probabilité d'adopter l'herbicide diminue au fur et à mesure que l'âge augmente jusqu'à un point de retournement de l'effet de l'âge à partir de laquelle chaque année supplémentaire augmente cette probabilité. Ce résultat confirme ceux obtenus par Zégeye *et al.* (2000) et Ouedraogo (2003) qui ont rapporté que les jeunes sont plus disposés à prendre des risques que les producteurs d'âge avancé. Ce résultat confirme aussi ceux obtenus par Adégbola et Gardebroek (2007) qui ont indiqué que la relation entre l'âge et l'adoption n'est pas toujours claire. Ce résultat contredit en revanche ceux obtenus par certains auteurs comme Sall *et al.* (2000) qui ont montré que les jeunes producteurs adoptent les nouvelles technologies moins que les plus âgés.

Le niveau d'instruction est important dans l'adoption de nouvelles technologies en riziculture. En d'autres termes, un riziculteur instruit est plus disposé à adopter les nouvelles technologies qu'un riziculteur non instruit. En effet, le coefficient de la modalité niveau d'instruction (0,5349) était positif et significatif au seuil de 10% (Tableau 2). Aussi, l'effet marginal de cette variable est-il positif (0,2077) et significatif. Par conséquent, en passant d'un riziculteur non instruit à un riziculteur instruit, la disposition à l'adoption de l'utilisation de l'herbicide augmente de 9,9%. Le niveau d'instruction est de ce fait un facteur déterminant pour l'adoption de nouvelles technologies dans la culture du riz au Bénin. Ce résultat corrobore les résultats empiriques de plusieurs autres études qui ont fait ressortir que le niveau d'instruction influençait positivement l'adoption de nouvelles technologies (kébedé, 1990 ; Coulibaly et Nkamleu, 1998). Cependant, cette variable ne motive pas l'adoption de l'utilisation d'engrais NPK et des semences améliorées en riziculture dans le milieu d'étude. Les coefficients de la modalité niveau d'instruction étant respectivement 0,1019 et -0,2663 mais non significatif.

Tableau 2. Déterminants de l'adoption des différentes technologies : résultat du modèle probit

Variable	Description	Herbicides		Engrais NPK		Semences améliorées	
		Coefficients	Effet marginal	Coefficients	Effet marginal	Coefficients	Effet marginal
SEXE	Sexe du producteur (0=Féminin, 1= Masculin)	0,1308 (0,2694)	0,0511 (0,1053)	-0,0478 (0,3484)	-0,0045 (0,0327)	0,1982 0,3079	0,0255 (0,0395)
AGE	Age du producteur (an)	-0,3392*** (0,0928)	-0,1325*** (0,0367)	-0,1633 (0,1388)	-0,0152 (0,0125)	0,0236 0,0968	0,0031 (0,0127)
AGE2	[AGE]2	0,0039*** (0,0010)	0,0015*** (0,0004)	0,0021 (0,0016)	0,0002 (0,0002)	-0,0003 0,0011	0,0000 (0,0001)
NIVI	Scolarisé (1=oui)	0,5349** (0,2546)	0,2077** (0,0969)	0,1019 (0,3468)	0,0094 (0,0317)	-0,2663 0,3018	-0,0358 (0,0418)
ALPH	Alphabétisation (1=oui)	0,0254 (0,2654)	0,0099 (0,1039)	-0,2776 (0,3660)	-0,0289 (0,0429)	0,0706 0,3192	0,0090 (0,0398)
TAIL	Nombre de membres actifs travaillant avec le producteur	0,1311** (0,0546)	0,0512** (0,0216)	0,1323 (0,0846)	0,0123* (0,0073)	-0,0627 0,0573	-0,0082 (0,0078)
EXPRI	Expérience dans la production du riz (an)	-0,0003 (0,0180)	-0,0001 (0,0070)	0,0035 (0,0253)	0,0003 (0,0024)	-0,0094 0,0217	-0,0012 (0,0028)
MECA	Membre d'une coopération/ association de producteur (1=oui)	0,7990*** (0,2502)	0,3001*** (0,0888)	0,5177* (0,3132)	0,0527* (0,0329)	0,8175*** 0,2868	0,1212** (0,0476)
CREDIT	Accès au crédit (1=oui)	-0,1531 (0,2821)	-0,0592 (0,1077)	0,8214* (0,5049)	0,0526** (0,0265)	0,3777 0,3642	0,0420 (0,0346)
SUP	Superficie emblavée en riz (ha)	1,3876*** (0,2657)	0,5422*** (0,1071)	0,9918** (0,4435)	0,0924** (0,0343)	1,4064*** 0,4596	0,1845*** (0,0440)
Constante		4,5118** (1,9260)		3,0701 (2,8243)		-0,2695 2,1145	
N		200		200		200	
LR chi2(10)	Khi-deux du maximum de vraisemblance	100,37***		19,48**		26,99***	
Log likelihood		-84,004		-55,278		-63,782	
Pseudo R2		0,374		0,150		0,175	

() : Les chiffres entre parenthèses sont des erreurs standards ; *** Significatif à 1%, ** Significatif à 5%, * Significatif à 10%.

Tableau 3. Déterminant de l'adoption des différentes technologies : résultat du probit multivarié

Variables	Description	Herbicides	Engrais NPK	Semences améliorées
SEXE	Sexe du producteur (0=Féminin, 1= Masculin)	0,1759 (0,2768)	0,0659 (0,4398)	0,2122 (0,3766)
AGE	Age du producteur (an)	-0,2155* (0,1111)	-0,0379 (0,2363)	0,0185 (0,1199)
AGE ²	[AGE]2	0,0025** (0,0012)	0,0007 (0,0028)	-0,0002 (0,0013)
NIVI	Scolariser (1=oui)	0,5479* (0,2975)	0,0288 (0,4535)	-0,1963 (0,4114)
ALPH	Alphabétisation (1=oui)	0,1551 (0,2794)	-0,1960 (0,4391)	0,0416 (0,4360)
TAIL	Nombre de membres actifs travaillant avec le producteur	0,0857 (0,0682)	0,0487 (0,1319)	-0,0673 (0,0694)
EXPRI	Expérience dans la production du riz (an)	-0,0063 (0,0186)	0,0198 (0,0501)	0,0010 (0,0390)
MECA	Membre d'une coopération/ association de producteur (1=oui)	0,8053*** (0,2734)	0,2671 (0,4987)	0,7744* (0,4206)
CREDIT	Accès au crédit (1=oui)	-0,1019 (0,3010)	1,0285 (1,0455)	0,3821 (0,4721)
SUP	Superficie emblavée en riz (ha)	1,1985*** (0,2762)	0,5947 (0,4668)	1,1705* (0,6307)
Constante		2,1282 (2,3518)	0,6471 (4,5613)	-0,1522 (2,6507)
Coefficient de corrélation entre variables				
R(01,02)	Herbicides x Engrais NPK			0,9490*** (0,1085)
R(01,03)	Herbicides x Semence améliorée			0,1489 (0,3200)
R(02,03)	Engrais NPK x Semence améliorée			0,4469 (0,3131)

Log likelihood function = -196.50691.

N =200 ;

() : Les chiffres entre parenthèses sont des erreurs standards.

*** Significatif à 1%, ** Significatif à 5%, * Significatif à 10%.

Le nombre d'actif travaillant avec le producteur a paru comme un paramètre qui influençait la pratique d'adoption de certaines technologies. En effet, le coefficient (0,1311) pour l'herbicide et l'effet marginal (0,0512) de la variable « nombre de personnes à charge » ont été positifs et significatifs à 10%. Ainsi, le producteur possédant d'actif travaillant avec lui est plus enclin à adopter l'utilisation d'herbicide pour le contrôle des mauvaises herbes dans le champ du riz. Cette variable n'était pas significative pour l'adoption des engrais et des semences améliorées dans la culture du riz. Par conséquent, le nombre d'actif travaillant avec le producteur n'influence pas l'adoption de ces technologies.

Pour l'adoption d'herbicide, d'engrais NPK et des semences améliorées (Tableau 3), la variable Expérience dans la production du riz a eu une influence négative mais non significative ($p > 0,05$), alors que la variable l'alphabétisation a eu une influence positive mais non significative ($p > 0,05$). La variable Membre d'une coopération ou association de producteur a été très déterminante dans l'adoption des trois technologies ciblées. En effet, les coefficients 0,7990 pour les technologies d'utilisation des herbicides et 0,5177 pour les technologies d'utilisation de l'engrais NPK ont été positifs et hautement significatifs ($p < 0,05$), alors que le coefficient 0,8175 pour les technologies d'utilisation des semences améliorées dans la culture du riz a été positif et significatif à 10% avec des effets marginaux positifs et significatifs. L'appartenance à une coopérative ou à une association de producteurs est l'un des facteurs qui favorisent l'adoption des innovations agricoles chez les riziculteurs. De même, l'accès au crédit favorise l'adoption de l'utilisation de l'engrais NPK dans la culture du riz. L'accès au crédit impacte positivement et significativement l'adoption de ladite technologie, le résultat de l'analyse indique un coefficient positif et significatif à 10% avec un effet marginal positif et significatif à 5%. Ces résultats corroborent ceux de Zeller (1999) qui stipule que dans le domaine agricole, l'accès au crédit peut permettre un usage accru d'engrais et des semences améliorées qui va se traduire par une augmentation de la production par unité de main d'œuvre et de surface.

Résultat du modèle probit multivarié

Les résultats du tableau 3 ont indiqué qu'une corrélation existe entre l'adoption des herbicides et l'adoption du NPK. Autrement dit, *ceteris paribus*, les producteurs qui utilisent l'engrais ont aussi tendance à adopter les herbicides. En effet la décision d'adoption implique le choix de la quantité de ressources à allouer à l'innovation et à l'ancienne technologie, le processus de décision concerne aussi bien la superficie à allouer que le niveau ou le taux d'application (Feder *et al.*, 1993). Par conséquent avant la prise de décision d'adoption, le producteur prend un ensemble de décisions interdépendantes (Hassan, 1996). Les motivations qui amènent les producteurs à utiliser l'engrais sont probablement identiques à celles qui les amènent à utiliser les herbicides. L'analyse du niveau de signification des différentes variables explicatives a montré que l'appartenance à un groupement a un effet positif sur l'adoption des semences améliorées (au seuil de 1%) d'une part et sur l'adoption des herbicides (au seuil de 10%) d'autre part. De la même manière la superficie produite en riz détermine positivement l'adoption des semences améliorées (au seuil de 1%) et celle des herbicides (au seuil de 10%). L'éducation a aussi un effet positif sur l'adoption des herbicides. Le sexe n'a pas un effet significatif sur l'adoption des différentes technologies. Ce qui signifie que les femmes ont tendance à performer autant que les hommes.

CONCLUSION

Les populations de Glazoué et de Dassa-Zoumé vivent en majorité sur des terres déshéritées et dépendent principalement de l'agriculture. Leur lutte pour la survie a pour cadre des régions aux écosystèmes fragiles et à l'accès limité aux besoins essentiels comme le service de santé, l'enseignement, l'eau potable ou la nourriture. Pour combattre cette précarité les trois innovations technologiques en agriculture suivantes sont introduites : (i) utilisation d'au moins une variété améliorée de riz ; (ii) utilisation de l'application d'un seul type de fumure recommandé ; (iii) utilisation de l'application d'herbicide pour le contrôle des mauvaises herbes. L'identification des caractéristiques déterminantes de l'adoption des technologies, prises isolément et en combinaison, testée avec un modèle de régression logistique multivariée, révèle qu'en ce qui concerne l'usage de l'herbicide six variables sont déterminantes dans l'adoption de l'innovation. « L'âge du producteur » est l'une de ces variables qui impactent négativement l'adoption de la technologie. « L'expérience dans la production du riz », « l'appartenance à une coopération ou association de producteurs » et l'éducation sont trois autres variables qui impactent positivement l'adoption des herbicides. Concernant l'utilisation d'engrais, « l'appartenance à une coopération ou association de producteurs » et « l'accès au crédit » sont les deux variables qui impactent positivement l'adoption de cette

technologie. S'agissant de l'utilisation de semences améliorées, « l'appartenance à une coopération ou association de producteurs » et « Superficie emblavée en riz » sont également deux variables qui impactent cette innovation. L'analyse multivariée indique l'existence d'une corrélation entre l'adoption des herbicides et l'adoption de l'engrais NPK en riziculture. Autrement dit, les riziculteurs qui utilisent l'engrais ont aussi la tendance à adopter les herbicides. Cependant, il n'existe pas de relation entre l'adoption de l'herbicide et la semence améliorée. Ainsi, seuls les producteurs qui possèdent de grandes superficies de terre et qui sont membres d'association ou de coopérative sont plus enclins à adopter les semences améliorées.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abiassi, E. H., Eclou, S. D., 2006 : «Étude sur les instruments de régulation des importations commerciales de riz au Bénin». CCR-B, FUPRO-Bénin, 85 p.
- Adégbola, Y. P., 2010: Economic Analyses of Maize Storage Innovation in Southern Benin. Thesis, Wageningen University, 191 p.
- Adégbola, Y. P., Sodjinou E., 2003 : Étude financière et socio-économique des technologies de la fertilité des sols au sud Bénin. In : Actes atelier scientifique N° 2 : pp. 556 – 564.
- Adégbola, Y. P., E. Sodjinou, Akoha, S., 2009 : Diagnostique des contraintes à la production cotonnière au Bénin, INRAB, Cotonou, 14 p.
- Adégbola, Y. P., Gardebroek, C., 2007: The effect of information sources on technology adoption and modification decisions. *Agricultural Economics* 37: 55 – 65.
- Adesina, A. A., D. Mbila, B. G. Nkamleu, D. Endamana, 2000: "Economic Analysis of determinants of adoption of alley farming by farmers in forest zone of southwest Cameroon". In *Agriculture, Ecosystems & Environment*, pp. 235-256.
- Allagbé, C. M., C. Akakpo, A. Zoffoun, 2010 : Valorisation des terres inondables avec un système cultural Niébé-Riz au Sud et au Centre du Bénin 2010 INRAB. Référentiel Technico-Economique. INRAB/MAEP, ISBN : 978-99919-326-5-1, ISSN : 1840-5479, Dépôt légal n°4430 du 23/01/2011, 4^{ème} Trimestre 2010. Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin, 41 p.
- Babadankpodji, P., 2000 : Exploitation des terres au sein des ménages ruraux : complémentarité ou substitution dans la production ? Le cas de la région centre du Bénin ? *Annales des Sciences Agronomiques*, pp. 45-51.
- Baker, J. L., 2000 : Évaluation de l'impact des projets de développement sur la pauvreté : Manuel à l'attention des praticiens ; Washinton, 2000. 208 p.
- CCRB (Conseil de Concertation des Riziculteurs du Bénin), 2011 : Système de gestion de l'information de la filière riz au Bénin. CCRB, Cotonou.
- Coulibaly, O., Nkamleu, B., 2004 : Manuel de formation sur les modèles d'analyse économétriques ; IITA, 2004, 29 p.
- Feder, G., Umali, D., 1993: The adoption of agricultural innovations: a review. *Technol. Forecast. Social Change* 43: pp. 215-239.
- Hassan, R. M., 1996: Planting strategies of maize farmers in Kenya : a simultaneous equations analysis in presence of discrete dependence variables. *Agricultural Economics revised. Asian Survey*, 36, pp. 118-120.
- Houéyissan, S., 2006 : Déterminants des choix et de la volonté de payer les semences des variétés améliorées de riz dans le Département des Collines. Thèse d'Ingénieur Agronome. Option : Economie, Socio-anthropologie et Communication 58 p.
- Hurlin, C., 2003 : Econométrie des Variables qualitatives Polycopié de Cours, 52 p.
- INSAE (Institut National de la statistique et d'analyse économique du Bénin), 2011 : Enquête Modulaire Intégrée Sur Les Conditions De Vie Des Ménages 2ème Édition. Rapport Préliminaire. 66 p.
- Kébédé, Y., K. Gunjal, G. Coffin, 1990: Adoption of new technologies in Ethiopian agriculture. The case of Teguleet Bulga Gistrict, Shoa Province. *Agricultural Economics*, 4(1) : pp 27-47.
- Kpangon, H., 2001 : Impact socio-économique de l'adoption des nouvelles technologies de niébé sur la réduction de la pauvreté : cas du département des collines (Bénin). Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC/Bénin, 83 p.
- Maddala, G.S., 1983: "Quantitative and Limited Dependent Variable Models in Econometrics." Cambridge : Cambridge University Press.
- Midingoyi, G.S.K., 2003 : Evaluation économique des technologies d'intensification de la production rizicole : cas du système bas-fonds dans les villages de Gomè et Gankpètin, communes de Glazoué et Dassa-Zoumè au centre-Bénin. Thèse d'ingénieur agronome, FSA/UAC/Bénin, 100 p.
- Nouhohéflin, T., 2001 : Impact de l'adoption des nouvelles technologies de niébé sur l'amélioration et la distribution des revenus dans les sous-préfectures de Save et de Klouekanmè. Thèse d'ingénieur agronome, FSA/UAC/Bénin, 129 p.
- Ouédraogo, R., 2003 : Adoption et intensité d'utilisation de la culture attelée, des engrais et des semences améliorées dans le centre nord du Burkina. CEDRES, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 107 p.

- Pitt, M. M., Khandker S. R., 1996: "Household and Intrahousehold Impact of the Grameen Bank and Similar Targeted Credit Programs in Bangladesh." Discussion Paper 320. World Bank. Washington, D.C.
- Sall S., D. Norman, A. M. Featherstone, 2000: Quantitative assessment of improved rice variety adoption: the farmer's perspective. *Agricultural Systems* 66: pp. 129-144.
- Sodjinou, E., Henningsen, A., 2012: Community-Based Management and Interrelations between Different Technology Adoption Decisions: Innovations in Village Poultry Farming in Western Africa. Institute of Food and Resource Economics. FOI Working Paper 2012, 11 p.
- Velandia, M., R. M. Rejesus, T. O. Knight, B. J. Sherrick, 2009: Factors affecting farmers' utilization of agricultural risk management tools : the case of crop insurance, forward contracting, and spreading sales. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 41 (1), pp. 107–123.
- Vodouhè, D. S., 1996: *Making rural development work, cultural hybridation of farmers' organization: the Adja case of Benin*. Wageningen. Wageningen Agricultural University. PhD. Thesis.
- Zegeye, T., B. Tadesse, S. Tesfaye, 2001: Determinants of adoption of improved maize technologies in major maize growing regions of Ethiopia. Second National Maize Workshop of Ethiopia. November 2001, Ethiopia, pp. 12-16.
- Zeller, M., Sharma, M., 1998: Demand for and access to financial services by the rural poor: a multicounty synthesis. In: *Innovations in Microfinance for the rural poor : exchange of knowledge and implication for policy.*- Germany : DSE. pp. 29-64.