Taux et déterminants de l'adoption de variétés améliorées de riz au Sénégal

The rate and determinants of adoption of improved rice varieties in Senegal

Ndèye Seynabou Diouf Sarr, Blaise Waly Basse et Amadou Abdoulaye Fall

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/economierurale/5897>

DOI : 10.4000/economierurale.5897

ISSN : 2105-2581

Éditeur

Société Française d'Économie Rurale (SFER)

Édition imprimée

Date de publication : 30 septembre 2018

Pagination : 51-68

ISSN : 0013-0559

Référence électronique

Ndèye Seynabou Diouf Sarr, Blaise Waly Basse et Amadou Abdoulaye Fall, « Taux et déterminants de l'adoption de variétés améliorées de riz au Sénégal », *Économie rurale* [En ligne], 365 | Juillet-septembre 2018, mis en ligne le 30 septembre 2020, consulté le 02 janvier 2020. URL : <http://journals.openedition.org/economierurale/5897> ; DOI : 10.4000/economierurale.5897

Taux et déterminants de l'adoption de variétés améliorées de riz au Sénégal

Ndiaye Seynabou DIOUF SARR • CCAFS/ICRISAT, Dakar, Sénégal

s.diouf@cgiar.org

Blaise Waly BASSE • Université Assane Seck de Ziguinchor, Ziguinchor, Sénégal

bwbasse@univ-zig.sn

Amadou Abdoulaye FALL • Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA),

Saint-Louis Sénégal

aafall22@yahoo.fr

L'objectif de cet article est d'estimer les taux et les facteurs d'adoption déterminant les variétés améliorées de riz développées par les institutions de recherche, en collaboration avec les structures d'encadrement. Les données utilisées proviennent d'enquêtes réalisées auprès de 317 exploitants rizicoles en système pluvial proches de la région de Fatick. Les résultats de la méthode semi-paramétrique indiquent un taux d'adoption de 29 % contre un taux potentiel de 72 %. Ce taux d'adoption potentiel plus élevé dans la sous-population des non-exposés indique la nécessité d'améliorer le ciblage afin d'atteindre les producteurs qui ont une plus grande probabilité d'adoption. Les facteurs spécifiques qui déterminent la probabilité d'adoption sont : l'appartenance à une organisation de producteurs, le type d'écologie et le niveau d'éducation.

MOTS-CLÉS : *adoption, variétés améliorées, pluvial, Sénégal*

The rate and determinants of adoption of improved rice varieties in Senegal

The aim of this study is to establish the rate and determinants of adoption of the improved rice varieties developed by research institutions in Senegal. We used survey data from 317 rice farmers in the Fatick Region of Senegal. The results, produced using a semi-parametric treatment effect method, showed an actual adoption rate of 29 percent versus a potential adoption rate of 72 percent. Moreover, the higher potential adoption rate among the non-exposed sub population implies that there is a need to improve targeting in order to reach farmers who have a high probability of adoption. The factors influencing the probability of adoption are being a member of a producer organization, the type of environment, and the farmer's level of education. (JEL: O330, Q160).

KEYWORDS: *adoption, improved varieties, rainfed, Senegal*

En Afrique, le riz joue un rôle majeur dans l'alimentation des ménages ruraux et urbains. C'est une source et une composante fondamentale dans le régime alimentaire des ménages (Kebbeh et Miezan, 2003 ; Krupnik et al., 2012). En effet, il représente 20 % de la consommation céréalière et c'est la quatrième culture la plus importante en termes de production après le sorgho, le maïs, et le mil, dans le monde (FAOSTAT, 2016). Selon Del Villar *et al.* (2011), la sécurité alimentaire des ménages vulnérables de la Guinée, du

Sénégal, de la Guinée-Bissau, du Liberia et de la Sierra Leone dépend étroitement de la disponibilité et de l'accès au riz.

Le Sénégal, en particulier, dépense annuellement plus de 200 milliards de Franc CFA (Franc de la Communauté Financière Africaine) pour satisfaire une demande sans cesse croissante. Son importation entraîne un déficit de 16 % de la balance commerciale (ANSD, 2011). Il est clair que le manque à gagner pour les producteurs et l'économie nationale est considérable. Ainsi, pour inverser cette

tendance il est indispensable que l'État du Sénégal améliore la productivité rizicole. Toutefois, accroître la productivité agricole est une tâche ardue et dépend de plus en plus de l'adoption de technologies à haut rendement (Zeller *et al.*, 1998). Plusieurs études montrent que l'adoption¹ de technologies améliorées permet d'accroître la productivité agricole, de surmonter la pauvreté et d'améliorer la sécurité alimentaire (Mendola, 2007 ; Adekambi *et al.*, 2009 ; Diagne *et al.*, 2012 ; Dontsop-NGuezet *et al.*, 2011). Mais à ce jour, l'effet de l'extension des superficies cultivées sur le rendement est insignifiant (Hossain, 1989). En effet, elle est devenue une source minimale de croissance à l'échelle mondiale et négative en Asie et en Amérique latine (De Janvry *et al.*, 2000). Quand nous regardons l'évolution démographique et les changements climatiques, cette forme de croissance n'est pas viable à long terme (De Janvry *et al.*, 2000). C'est dans ce cadre que d'ambitieux programmes de soutien du secteur agricole ont été mis en place en Afrique en mettant l'accent sur la diffusion de nouvelles technologies pouvant aider à améliorer de façon significative la productivité agricole. Au Sénégal, l'introduction de variétés améliorées de riz a été prônée dans les différentes zones de production rizicole. Parmi celles-ci, nous pouvons citer les variétés Nerica (*New Rice for Africa*) et les variétés Sahel² développées par *AfricaRice* (centre du riz pour l'Afrique), en collaboration avec les Services nationaux de recherches agricoles (SNRA) et les services d'encadrement.

L'objet de cette étude est de déterminer les taux et les facteurs qui influencent l'adoption de ces variétés améliorées dans la région de Fatick. Dans un premier temps, nous exposerons la méthode de l'effet moyen de traitement utilisée. Puis, nous détaillerons les mécanismes de diffusion et d'adoption des variétés améliorées au Sénégal. Enfin, les résultats seront présentés et discutés.

Mécanismes de diffusion des variétés Nerica et Sahel au Sénégal

L'attention soutenue accordée durant ces dernières années aux technologies améliorées a conduit de nombreux chercheurs à s'intéresser aux déterminants et aux taux d'adoption de ces technologies (voir par exemple Dontsop-NGuezet *et al.*, 2013 au Nigéria ; Dandedjrohoun *et al.*, 2012 au Bénin ; Basse, 2015 au Sénégal). Ces études ont pour objectif d'éclairer les politiques agricoles sur les barrières liées à l'adoption de ces technologies mais aussi sur leurs déterminants afin de faciliter leur diffusion. Selon Rogers (1995), « la diffusion est le procédé par lequel une innovation est transmise aux membres d'un système social à travers certaines voies de communication pendant une certaine période ». C'est pourquoi, afin d'accélérer la dissémination des technologies, *AfricaRice* a exploré la sélection variétale participative (PVS) ainsi que la Recherche action et l'apprentissage participatif (RAAP). Le partenariat à tous les niveaux est privilégié pour lever les barrières à l'adoption de nouvelles technologies. En matière de diffusion, les variétés Sahel ont été les premières à être introduites à partir de 1994 en collaboration avec l'Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA), la Direction régionale du développement rural (DRDR), la Société d'aménagement et d'exploitations des terres du delta du

1. Rogers (1995) stipule que l'avantage relatif, la compatibilité, la complexité, la testabilité et l'observabilité constituent les déterminants pour l'adoption d'une nouvelle technologie.

2. Voir Basse (2015) pour plus de détails sur le processus de création et de diffusion de ces variétés.

fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED) et les Organisations paysannes (OP) à travers un multi local variation trial. À l'origine, ces variétés étaient destinées à la riziculture irriguée mais sont actuellement cultivées par les riziculteurs dans les différentes écologies du pays (bas-fond, plateau) en raison de leur plasticité.

En ce qui concerne les variétés Nerica, la première génération a aussi été introduite à travers la méthode de sélection par voie participative (PVS) en Côte d'Ivoire en 1996 et dans les autres pays membres d'*AfricaRice* en 1997, dont le Sénégal. Au Sénégal spécifiquement, une PVS a été organisée par l'ISRA en lien avec l'Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO)³ en 2008 pour le choix de variétés adaptées pour la riziculture irriguée et pluviale. Dans toutes les zones (irriguée et pluviale), les sites ont été toujours choisis sur la base de leurs potentialités de production, de l'intérêt et de la motivation démontrés par les riziculteurs. Les avantages potentiels de cette sélection par voie participative sont la rapidité avec laquelle les variétés arrivent aux producteurs et l'augmentation des taux d'adoption des nouvelles variétés (AfricaRice, 2010). Les agriculteurs sont en contact avec les nouvelles variétés pour faire une évaluation paysanne, en fonction de leurs préférences, permettant ainsi aux chercheurs de confirmer leurs résultats.

Matériel et méthodes

1. Milieu d'étude

Cette recherche est réalisée auprès de riziculteurs de la région de Fatick⁴. C'est une région localisée dans la zone agroécolo-

gique du bassin arachidier qui couvre les régions de Louga, Thiès, Diourbel, Fatick et Kaolack et s'étend sur 14 783 km², soit 7,4 % du territoire national. La région de Fatick couvre une superficie de 6 685 km² en 2009. Dans la région, la pluviométrie est mal répartie dans le temps et dans l'espace. Elle varie entre 400 et 1 200 mm de pluie par endroit et selon les zones (CRF, 2013). L'agriculture y est la principale activité économique et emploie 90 % de la population active. Le système de production reste encore traditionnel et de type extensif. Il est dominé par la culture de l'arachide. Dans cette région, la riziculture se pratique de façon traditionnelle le long des vallées inondables. C'est une activité menée traditionnellement par les femmes dont la production est destinée en majorité à la consommation. Dans ce système, le travail est encore manuel sur de petites surfaces, sans engrais ni matériels végétaux améliorés et les rendements restent encore très faibles (3 t/ha). Toutes les opérations de récoltes et post-récoltes sont manuelles, du fauchage de la panicule au décorticage au mortier, mais le produit est de bonne qualité et est apprécié par les populations.

Dans le cadre du Programme national d'autosuffisance en riz (PNAR), composante rizicole du Programme d'accélération de la cadence pour l'agriculture sénégalaise (PRACAS), un rôle particulier a été accordé à la riziculture pluviale. Ainsi, une redéfinition de la mission des zones de production rizicoles a été opérée, à raison de 60 % pour la production irriguée et 40 % en pluvial, au lieu de 80 % et 20 % les années précédentes (MAER/CARD, 2014). Aussi, le choix de cette zone trouve sa justification par l'intervention d'Organisations non gouvernementales (ONGs) et de structures d'encadrement comme le Projet d'appui à la petite irrigation locale (PAPIL) et la Direction régionale pour le développement rural (DRDR) dans la

3. ADRAO, ancien acronyme d'*AfricaRice*.

4. Cette région compte 3 départements : Fatick, Foundiougne et Gossas, 9 arrondissements et 40 communes depuis l'avènement de l'acte III de la décentralisation au Sénégal.

promotion de nouvelles technologies agricoles et de bonnes pratiques culturales.

En 2012, la région de Fatick a été choisie par *AfricaRice* en collaboration avec les structures locales, comme pôle de développement rizicole en plus des deux pôles que sont la vallée du fleuve et la zone de Bagadadji (dans la région de Kolda). Ces pôles sont des entités géographiques utilisées pour mutualiser les efforts de recherche en vue de les vulgariser dans d'autres zones. Ainsi, un ensemble de paquets technologiques (par exemple, variétés à haut rendement, engrais, formation sur la production de semences améliorées, la mécanisation, des techniques de production, de stockage, de gestion, etc.) a été introduit pour enclencher une dynamique de rentabilité de la filière riz dans la région. Toutefois, afin de sortir du cercle de la faiblesse des rendements, il faut s'assurer que les technologies introduites soient adoptées. Malheureusement, il est noté une insuffisance d'études sur l'adoption des variétés améliorées dans la région de Fatick. L'objectif de cette étude est de combler ce manque d'informations (gestion actif-passif) en estimant ces taux et en éclairant les décideurs sur les facteurs qui influencent l'adoption de ces variétés.

2 Échantillonnage et collecte des données

Les données utilisées dans cette recherche sont issues de l'enquête de référence réalisée par *AfricaRice* (2012) dans le cadre du projet de l'Agence canadienne pour le développement international (ACDI). Afin de tenir compte de l'hétérogénéité des zones de production, tous les villages où le riz est cultivé ont été identifiés en collaboration avec les partenaires nationaux (DRDR, PAPIL, etc.) et les chefs de villages. Ainsi, les villages ont été répartis en trois classes en utilisant les critères

de production et d'accessibilité⁵. Compte tenu de l'intensité élevée des activités de terrain, les villages étant difficilement accessibles ont été supprimés. La combinaison de ces critères a permis d'obtenir quatre strates. Dans chaque strate, 8 villages ont été choisis de façon aléatoire, soit un total de 32 villages pour le pôle de Fatick.

Dans chaque village, 8 à 10 ménages ont été choisis de façon aléatoire en incluant au moins 30 % de ménages dirigés par les femmes. Au total, 317 exploitants rizicoles ont été retenus et enquêtés ; l'objectif étant d'avoir suffisamment de villages (grappes) pour obtenir une puissance suffisante. C'est pourquoi le choix de 8 à 10 ménages a été jugé satisfaisant pour les analyses de comparaison mais également pour des raisons économiques et de délai concernant le démarrage des différentes activités des villages.

3. Le modèle d'adoption

Cette recherche utilise la procédure de Diagne et Demont (2007) et le cadre de l'effet moyen de traitement (ATE)⁶ (voir par exemple Imbens et Angrist, 2004). Comme démontré par Diagne et Demont (2007), cette approche est nécessaire car les estimateurs des taux d'adoption habituellement utilisés⁷ souffrent de ce que l'on appelle le biais de « non-exposition », même si l'assignation au traitement est aléatoire. Ce biais est lié au fait que les individus qui n'ont pas été exposés à une technologie ne peuvent pas l'adopter. Par conséquent, le vrai taux d'adoption

5. L'accessibilité des villages dépend aussi bien de la voie que de la distance parcourue par rapport au milieu urbain. Par conséquent, les critères « bonne accessibilité » et « mauvaise accessibilité » ont été pris en compte.

6. Nous utilisons le sigle anglais de l'effet moyen du traitement, *Average Treatment Effect*.

7. Par exemple les modèles probit, logit, etc.

correspond à ce qui est défini dans la littérature moderne comme l'ATE⁸.

Suivant la littérature de l'effet moyen de traitement (Imbens et Wooldridge, 2009 ; Heckman *et al.*, 1996 ; Rosenbaum et Rubin, 1983), nous utilisons le cadre des résultats contre-factuels par lequel chaque riziculteur a deux résultats potentiels : avec et sans exposition aux variétés. De façon concrète, soit y_1 le résultat potentiel d'un riziculteur quand il est exposé aux variétés et y_0 le résultat potentiel quand il n'est pas exposé. Dans le cadre de notre étude, l'adoption est envisagée comme un producteur qui a au moins cultivé une variété améliorée. Ainsi, l'effet de traitement pour un riziculteur i est mesuré par la différence entre $y_{i1} - y_{i0}$.

D'où l'impact prévu de l'adoption dans la population d'exposition aux nouvelles variétés, donné par la valeur estimée $E(y_1 - y_0)$, laquelle par définition est l'effet moyen du traitement (ATE).

Cependant, l'impossibilité d'observer à la fois un résultat et son contre-factuel fait qu'il est impossible en général de mesurer $y_1 - y_0$ pour un riziculteur. Étant donné que l'exposition aux nouvelles variétés est une condition nécessaire pour leur adoption, nous supposons que $y_0 = 0$ pour un riziculteur qui est exposé ou non aux nouvelles variétés. D'où l'impact de l'adoption d'un riziculteur i est donné par y_{i1} et l'impact de l'adoption moyen est donné par $ATE = E y_1$. Malheureusement, nous observons seulement y_1 pour les riziculteurs exposés aux variétés améliorées. Nous ne pouvons donc pas estimer la valeur prévue de y_1 .

Supposons que w soit un indicateur binaire pour l'exposition aux variétés, où

$w = 1$ représente l'exposition et $w = 0$ si non. L'impact moyen de l'adoption dans la sous-population exposée est donné par la valeur conditionnelle $E(y_1|w = 1)$, qui est par définition l'effet moyen de traitement sur les traités, généralement noté ATT. Puisque nous observons y_1 pour les riziculteurs exposés $ATT = E y_1 = P(w = 1) \times ATE1 + (1 - P(W = 1)) \times E(y_1|w = 0)$ (1), où $P(w = 1)$ est la probabilité d'exposition aux variétés. Ainsi, une fois que ATE, ATT et la probabilité d'exposition $P(w = 1)$ sont estimés, nous pouvons obtenir à partir du (1) biais de non-exposition $BNE = P(w = 1) \times ATT - ATE$, le biais prévu en utilisant le taux d'adoption moyen de l'échantillon à partir de l'exposition (défini ici comme étant la connaissance et l'accès aux variétés). Le biais de sélection (PSB) au niveau de la population est donné par : $PSB = ATE1 - ATE = E(y_1|w = 1) - E(y_1)$ (2)

L'effet moyen de traitement (ATE) peut être identifié en utilisant des méthodes qui s'appuient sur l'hypothèse d'indépendance conditionnelle. Ces méthodes stipulent que le statut de traitement w est indépendant des résultats potentiels y_1 et y_0 conditionnel à un ensemble de covariables z qui déterminent l'exposition (w). Les estimateurs ATE utilisant l'hypothèse d'indépendance conditionnelle sont soit basés sur une régression paramétrique pure, où les covariables peuvent être en interaction avec la variable statut de traitement pour tenir compte de l'hétérogénéité, soit reposent sur une procédure d'estimation à deux étapes, où la probabilité conditionnelle de traitement $P(A = 1|X) \equiv P(X)$ (appelée score de propension) est estimée dans une première étape et ATE, ATE1 et ATE0 sont estimés dans une seconde étape par des méthodes de régression paramétrique ou non paramétrique. Cette étude utilise deux estimateurs différents pour estimer ATE 1) estimateur semi-paramétrique et 2) une méthode paramétrique.

8. Ce paramètre mesure l'effet ou l'impact d'un traitement sur une personne choisie de manière aléatoire dans la population (Wooldridge, 2002).

Estimation non paramétrique de ATE

Cet estimateur est basé sur une procédure d'estimation à deux étapes où la probabilité conditionnelle du traitement $P(w = 1|z) \equiv P(z)$, appelée le Score de propension (PS), est tout d'abord évaluée, puis ATE, ATE1 et ATE0 sont estimés en utilisant la probabilité précédente des estimateurs de pondération suivants qui sont, quant à eux, des cas particuliers des estimateurs de pondération généraux.

$$ATE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{\hat{p}(z_i)}$$

$$ATE1 = \frac{1}{n_e} \sum_{i=1}^{n_e} y_i$$

$$ATE0 = \frac{1}{n - n_e} \sum_{i=1}^n \frac{(1 - \hat{p}(z_i))}{\hat{p}(z_i)} y_i$$

$$ATE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n g(x_i, \hat{\beta})$$

$$ATE1 = \frac{1}{n_e} \sum_{i=1}^{n_e} w_i g(x_i, \hat{\beta})$$

$$ATE0 = \frac{1}{1 - n_e} \sum_{i=1}^n (1 - w_i) g(x_i, \hat{\beta})$$

$$\frac{\partial E(y_1 | \bar{x})}{\partial x_k} = \frac{\partial g(\bar{x}, \hat{\beta})}{\partial x_k} \quad k = 1, \dots, K$$

2. Estimation paramétrique de l'effet moyen du traitement (ATE)

La procédure d'estimation de l'effet moyen de traitement est basée sur l'équation suivante qui identifie $ATE(x)$, laquelle sous-tend l'hypothèse d'Indépendance conditionnelle (CI) (Diagne et Demont, 2007) : $ATE(x) = E(y_1|x) = E(y|x, w=1) = g(x, \beta)$.

Où g est une fonction connue (non linéaire) du vecteur des covariables x et le paramètre β qui sera estimé par la méthode des moindres carrés en utilisant les observations (y_i, x_i) concernant la sous-population qui ont été exposées aux

variétés avec y comme variable dépendante et x le vecteur des variables explicatives. Avec un paramètre estimé $\hat{\beta}$, les valeurs prédites $g(x_i, \hat{\beta})$ sont calculées pour toutes les observations i de l'échantillon (y compris les observations dans la sous-population n'ayant pas été exposées) et ATE, ATE1 et ATE0 sont estimés en prenant la moyenne des valeurs prédites $g(x_i, \hat{\beta})$ $i = 1, \dots, n$ à travers tout l'échantillon (pour ATE) et les sous-échantillons respectifs (pour ATE1 et ATE0).

Les effets des déterminants de l'adoption tels que mesurés par les effets marginaux K du vecteur K -dimensions des covariables x étant donné un point $\bar{x}$ sont estimés comme suit :

L'hypothèse considérée dans cette recherche repose sur la sélection des observables. L'exposition aux variétés améliorées est un phénomène en partie exogène au producteur. En effet, un producteur ne choisit pas d'être exposé aux nouvelles variétés bien qu'il puisse entreprendre des actions (participation à des réunions, appartenance à des organisations paysannes, formation, etc.) qui lui faciliteront l'exposition à ces variétés. Toutefois, certains facteurs inobservables font que l'exposition n'est pas totalement exogène, ce qui peut être à l'origine d'un biais qui peut induire une surestimation de l'adoption (Diagne, 2006). Dans la zone d'étude, la dissémination des variétés passe par le canal des structures de recherche et d'encadrement qui fait que ce biais potentiel peut être négligé. Aussi, afin de minimiser ce biais, un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié par villages (grappes) a été choisi. Toutes les estimations ont été réalisées avec le logiciel stata 11 en utilisant la commande `adoption` développée par Diagne et Demont (2007). La commande `adoption` est une commande complémentaire de stata qui fonctionne comme toutes les commandes de stata.

3. Justification et signes attendus des variables incluses dans le modèle

La décision du producteur d'adopter dépend de facteurs démographique et socioéconomique. Au regard de la littérature, en particulier ceux de Diagne et Demont (2007), Adekambi *et al.* (2009), Dontop-Nguezet *et al.* (2013) et Dibba *et al.* (2012), les caractéristiques socioéconomiques des exploitations rizicoles sont des facteurs importants pour l'exposition et la rapidité avec laquelle les technologies seront adoptées par la population. En tenant compte de cette littérature, nous avons retenu les caractéristiques susceptibles d'influencer l'exposition et l'adoption (voir annexe, *tableaux 9 et 10*). Sachant qu'il existe des variétés améliorées Nerica et Sahel destinées à la riziculture pluviale, notre recherche prend en compte comme variable dépendante du modèle d'adoption l'utilisation d'au moins une variété améliorée (variable dichotomique qui prend 1 si le riziculteur adopte et 0 sinon).

Résultats et discussion

1. Données et statistiques descriptives des exploitants rizicoles

Le *tableau 1* résume les caractéristiques sociodémographiques des exploitants rizicoles étudiés. Notre échantillon est composé de 47 % de femmes et de 52 % d'hommes. La moyenne d'âge des exploitants rizicoles prouve que la population rurale active rizicole est composée essentiellement d'adultes. La taille moyenne d'une exploitation rizicole familiale fait état de 10,53 ($\pm 0,26$) personnes dont 10,26 en moyenne pour les non-adoptants et 11,2 pour les adoptants. Elle s'approche de la moyenne nationale qui est de 10 et confirme les résultats obtenus dans d'autres études (ISRA/BAME, 2008). Le niveau d'éducation est très faible dans

la zone : 34,7 % ont reçu une éducation formelle pour 12,61 % d'alphabétisés. Dans la sous-population des adoptants, 40,66 % des exploitants n'ont aucun niveau contre 56,19 % au niveau des non-adoptants.

Il ressort de l'analyse du *tableau 2* que l'agriculture constitue l'activité principale pour une grande majorité de riziculteurs. Plus de 55,83 % exercent une activité secondaire autre que l'agriculture, par exemple la pêche ou le commerce. Nous notons également que les superficies cultivées sont très importantes pour les adoptants ; ce fait confirme qu'ils ont plus de moyens de cultiver une plus grande superficie. En moyenne, les superficies sur lesquelles portent les technologies améliorées sont de 1,7 ha soit une différence de 1,15 ha statistiquement significative par rapport aux non-adoptants. De plus, les résultats indiquent que 23,97 % des riziculteurs enquêtés entretiennent des relations avec les structures de recherche. Ce taux est estimé à 40 % au niveau des riziculteurs adoptant au moins une variété améliorée et conforte le fait que la relation avec des structures de recherche permet d'être au courant des nouvelles technologies et améliore la probabilité d'utiliser les résultats de la recherche. Concernant la collaboration avec d'autres institutions, les riziculteurs sont en majorité (81,7 %) en contact avec les projets de développement. Cette situation peut s'expliquer par la mise en place du gouvernement sénégalais d'un programme d'accélération de la cadence agricole dans le but de booster ce secteur et la riziculture en particulier. Dans ce cadre, de nombreux bailleurs ont répondu favorablement avec la mise en place de projets de développement agricole en milieu rural.

Les *tableaux 3 et 4* présentent les caractéristiques des riziculteurs en fonction du statut d'exposition à au moins une variété améliorée. Il ressort de l'analyse du

Tableau 1. Caractéristiques des exploitants rizières selon le statut d'adoption

Observations	Adoptants	Non-adoptants	Moyenne	Différence de test
Taille ménage (moyenne)	11,2 (0,45)	10,26 (0,32)	10,53 (0,26)	-0,96 (0,57)*
Nb années d'expérience dans la riziculture (moyenne)	33,54 (1,39)	32,88 (1,044)	33,07 (0,84)	-0,66 (1,87)
Femmes	47,25 (0,052)	49,55 (0,033)	48,9 (0,028)	2,3 (0,062)
Hommes	52,74 (0,05)	50,44 (0,033)	51,1 (0,028)	-2,3 (0,062)
Âge (moyenne)	57,09 (0,898)	56,3 (0,81)	56,53 (0,636)	-0,78 (1,4)
Marié (%)	85,71 (0,036)	83,18 (0,025)	83,91 (0,020)	-2,53 (0,04)
Aucun niveau d'éducation (%)	40,66 (0,51)	56,19 (0,033)	51,73 (0,028)	15,53 (0,061)**
Alphabétisé (%)	15,38 (0,038)	11,50 (0,021)	12,61 (0,018)	3,88 (0,04)
Niveau formel (%)	47,2 (0,053)	29,64 (0,03)	34,7 (0,027)	-17,6 (0,05)***

Notes : STd Err sont entre parenthèses ; ***, ** et * significative au seuil de 1 %, 5 % et 10 %.

Source : les auteurs.

Tableau 2. Activités et dotations des exploitants rizières selon le statut d'adoption

Observations	Adoptants	Non-adoptants	Moyenne	Différence de test
Activité principale : Agriculture (%)	94,50 (0,024)	91,15 (0,018)	92,1 (0,015)	-3,35 (0,033)
Autre activité secondaire autre qu'agricole	57,1 (0,052)	55,3 (0,033)	55,83 (0,028)	-1,8 (0,062)
Recherche (%)	40,65 (0,052)	17,25 (0,025)	23,97 (0,024)	-23,4 (0,051)***
Projet de Développement (%)	91,20 (0,029)	77,87 (0,027)	81,7 (0,021)	-13,3 (0,047)**
Formation en riziculture (%)	42,85 (0,052)	26,11 (0,029)	30,91 (0,026)	-16,75 (0,056)**
Exposition à l'information (%)	85,7 (0,036)	92 (0,018)	90,22 (0,016)	6,3 (0,036)*
Superficie riz 2013 (ha)	1,7 (0,197)	0,92 (0,05)	1,15 (0,07)	-0,79 (0,15)***
Superficie totale (ha)	5,49 (0,93)	3,45 (0,182)	4,03 (0,299)	-2,04 (0,652)***
Petit matériel ^a	3,97 (0,2)	3,8 (0,14)	3,86 (0,12)	-0,15 (0,26)
Gros matériel ^b	0,53 (0,18)	0,78 (0,14)	0,71 (0,11)	0,25 (0,25)
Écologie Plateau	3,3 (0,019)	1,3 (0,008)	1,89 (0,008)	-2 (0,017)
Écologie Bas-fonds	85,71 (0,037)	73 (0,03)	76,7 (0,03)	-12,7 (0,05)
Nombre actifs	8,41 (0,78)	8,10 (0,4)	8,19 (0,36)	-0,31 (0,81)

Notes : STd Err sont entre parenthèses. ***, ** et * significative au seuil de 1 %, 5 % et 10 %.

a : Le petit matériel est constitué de charrue, charrette, pulvérisateur, houe, semoir et billonneur.

b : Le gros matériel est constitué de tracteurs, offset, groupe motos pompe, moissonneuses batteuses, batteuses et décortiqueuses

Source : les auteurs.

tableau 3 que 45 % des exposés aux variétés ont reçu une éducation formelle contre 27,4 % dans la sous-population des non-exposés soit une différence de 17,6 %, significative au seuil de 5 %. L'alphabétisation étant une autre forme d'éducation a été intégrée au modèle d'adoption et les riziculteurs exposés ont été plus alphabétisés. Les résultats du *tableau 4* révèlent aussi une différence significative de l'exposition sur cinq variables. Il s'agit de l'activité secondaire autre qu'agricole, à savoir : le contact avec un projet de développement, la formation en riziculture, la superficie rizicole et la superficie totale du producteur. Cette différence peut s'expliquer par le fait que la plupart des programmes de développement n'agissent pas de façon aléatoire pour identifier les ménages qui seront exposés aux nouvelles technologies. En réalité, les individus qui sont exposés à un programme diffèrent généralement de ceux qui n'ont pas été exposés au programme. Aussi, les programmes sont placés dans des zones spécifiques et choisissent des personnes particulières.

2. Taux d'adoption des variétés améliorées

Avant de présenter les résultats sur les taux d'adoption, il est nécessaire de faire une vérification de l'hypothèse d'un support commun. Les méthodes d'estimations utilisées reposent aussi sur cette hypothèse. Elle nous permettra de nous assurer que, pour chaque producteur exposé, il existe des producteurs dans le groupe des non-exposés ayant les mêmes caractéristiques (*figure 1*). De ce point de vue, si certains ont été exposés et pas d'autres, nous pouvons l'attribuer au hasard (hypothèse d'exogénéité).

Les résultats du *tableau 5* indiquent que tous les paramètres estimés sont significatifs au seuil de 1 %. Ces résultats révèlent un taux d'adoption potentiel (ATE) de 72 % et un taux actuel d'adoption (JEA) de 28,5 %. Cela signifie que si toute la population était exposée aux variétés améliorées, les taux d'adoption seraient (en 2012) de plus de 72 %. À ce jour, ce n'est pas le cas. C'est ce qui a entraîné un GAP négatif de

Figure 1. Distribution des scores de propension en fonction du statut d'exposition

Source : les auteurs.

Tableau 3. Caractéristiques des exploitants rizicoles selon le statut d'exposition

Observations	Non-exposés	Exposés	Moyenne	Différence de test
Taille ménage (moyenne)	10,3 (0,35)	10,86 (0,39)	10,53 (0,26)	-0,56 (0,53)
Nb années d'expérience dans la riziculture (moyenne)	33,73 (1,16)	32,13 (1,2)	33 (0,84)	1,6 (1,7)
Hommes	50 (0,04)	52,7 (0,04)	51 (0,03)	-2,67 (0,057)
Femmes	50 (0,04)	47 (0,04)	48,89 (0,028)	2,67 (0,057)
Âge (moyenne)	56 (0,89)	57 (0,89)	56 (0,64)	-0,42 (1,29)
Marié (%)	83 (0,03)	85 (0,03)	84 (0,02)	-2,7 (0,04)
Aucun (%)	60 (0,04)	40,45 (0,04)	52 (0,03)	19,75 (0,06)***
Alphabétisé (%)	11,83 (0,02)	13,7 (0,023)	12,6 (0,019)	-1,9 (0,04)
Niveau formel (%)	27,4 (0,03)	45 (0,04)	34,6 (0,03)	-17,6 (0,05)**

Notes : STd Err sont entre parenthèses. ***, ** et * significative au seuil de 1 %, 5 % et 10 %.

Source : les auteurs.

Tableau 4. Activités et dotations selon le statut d'exposition

Observations	Non exposés	Exposés	Moyenne	Différence de test
Activité principale : agriculture (%)	91,9 (0,02)	92,37 (0,023)	92,1(0,015)	-0,4 (0,03)
Autre activité secondaire autre qu'agricole	3,76 (0,013)	4,58 (0,018)	4,1 (0,01)	-0,8 (0,02)
Recherche (%)	12,36 (0,024)	25 (0,04)	17,67 (0,02)	-12,83 (0,04)***
Projet de développement (%)	52,15 (0,036)	70,22 (0,04)	59,62 (0,03)	-18,1 (0,055)***
Formation en riziculture (%)	16,67 (0,027)	26,71 (0,04)	20,82 (0,02)	-10 (0,046)**
Superficie riz 2013 (ha)	0,89 (0,05)	1,5 (0,15)	1,15 (0,07)	-0,63 (0,14)***
Superficie totale (ha)	3,43 (0,2)	4,91 (0,66)	4 (0,3)	-1,49 (0,6)**
Petit matériel	4 (0,15)	4 (0,17)	4 (0,11)	-0,22 (0,24)
Gros matériel	0,89 (0,17)	0,44 (0,13)	0,71 (0,11)	0,46 (0,23)
Écologie Plateau	1 (0,007)	3 (0,01)	1,89 (0,007)	-1,97 (0,015)
Écologie Bas-fonds	69,35 (0,03)	87 (0,03)	76,7 (0,024)	-17,7 (0,047)***
Nombre actifs	7,7 (0,4)	7 (0,39)	7,4 (0,29)	0,6 (0,58)

STd Err sont entre parenthèses. ***, ** et * significative au seuil de 1 %, 5 % et 10 %.

Source : les auteurs.

43 %. Ces différents résultats démontrent bien qu'il est encore possible de rehausser le taux d'adoption dans la zone d'étude en permettant aux producteurs d'être exposés à ces variétés. Ces taux d'adoption sont en deçà de ceux trouvés par Glover *et al.* (2012) sur le Nerica au niveau de trois pays de l'Afrique de l'Ouest : la Gambie, la Guinée et la Côte d'Ivoire. Par ailleurs, sur toute la population exposée à la variété

améliorée (estimation paramétrique) plus de 68 % l'ont adoptée. *A contrario*, au sein de la population qui n'a pas été exposée, nous observons un taux d'adoption supérieur (74 %) au taux observé dans la population des exposés. Ceci révèle que les adoptants potentiels sont plus importants dans la population des non-exposés. Ainsi, les individus qui devaient être exposés ne le sont pas à cause d'un

Tableau 5. Taux d'adoption et écart d'adoption des variétés améliorées en 2013 à Fatick

Adoption	ATE (Méthode semi-paramétrique)	ATE (estimation méthode Probit)
Taux d'adoption potentiel dans la population (ATE)	0,718*** (0,035)	0,741*** (0,09)
Taux d'adoption parmi les exposés (ATE1)	0,681*** (0,035)	0,682*** (0,1)
Taux d'adoption parmi les non-exposés (ATE0)	0,744 (0,04)***	0,78 (0,12) ***
Taux commun d'exposition et d'adoption (JEA)	0,285 (0,015)***	0,285 (0,043) ***
L'écart d'adoption (GAP)	-0,433 (0,023)***	-0,456 (0,07) ***
Biais de sélection (PSB)	-0,036 (0,016) **	-0,059 (0,073)
Nombre total d'observations (N)	317	
Nombre d'individus exposés (Ne)	133	
Nombre d'adoptants (Na)	91	

Notes : STd Err sont entre parenthèses. ***, ** et * significative au seuil de 1 %, 5 % et 10 %.

Source : les auteurs.

Tableau 6. Taux d'adoption et écart d'adoption des variétés de type Nerica et Sahel en 2013 à Fatick

Adoption	Estimation Probit (NERICA)	Estimation Probit (SAHEL)
Taux d'adoption potentiel dans la population (ATE)	0,43 (0,054)***	0,689 (0,04)***
Taux d'adoption parmi les exposés (ATE1)	0,439 (0,04)***	0,66 (0,04) ***
Taux d'adoption parmi les non-exposés (ATE0)	0,43 (0,06)***	0,71 (0,05) ***
Taux commun d'exposition et d'adoption (JEA)	0,101 (0,009)***	0,218 (0,013) ***
L'écart d'adoption (GAP)	-0,33 (0,049)***	-0,472 (0,03) ***
Biais de sélection (PSB)	0,005 (0,05)	-0,033 (0,027)
Nombre total d'observations (N)	317	317
Nombre d'individus exposés (Ne)	73	105
Nombre d'adoptants (Na)	32	70

Notes : STd Err sont entre parenthèses ; ***, ** et * significative au seuil de 1 %, 5 % et 10 %.

Source : les auteurs.

mauvais ciblage. Des résultats similaires ont été observés par Ouedraogo et Dakouo (2017). Selon ces auteurs, les producteurs peuvent être exposés à d'autres variétés en compétition avec les variétés améliorées. Le PSB montre que l'exposition aux variétés est tributaire de l'adoption de technologies améliorées mais ce paramètre n'est pas statistiquement significatif. Ces résultats corroborent ceux trouvés par Diagne

(2006), et Dibba (2012) qui ont révélé que l'exposition est un déterminant fondamental dans l'adoption de variétés améliorées.

Concernant les variétés Nerica de type pluvial, les taux d'adoption sont moins importants (tableau 6). Nous observons un taux d'adoption de 10 % contre un taux d'adoption potentiel de 43 % avec un gap de 33 %. Ceci peut s'expliquer par le fait que les populations ne connaissent pas encore

Tableau 7. Modèle probit sur la probabilité d'exposition aux variétés améliorées (NERICA et SAHEL) à Fatick

Variables	Coef	Effet marginal
Formation en riziculture	0,375 (0,22)	0,147 (0,086)
Nombre d'années d'expérience en riziculture	- 0,007 (0,007)	-0,003 (0,003)
Superficie totale de terre	0,059 (0,029)**	0,023 (0,011)*
Statut matrimonial (Marié)	0,026 (0,25)	0,01 (0,098)
Alphabétisé	0,353 (0,25)	0,139 (0,1)
Niveau formel	0,617 (0,175)***	0,24 (0,067)***
Activité secondaire autre qu'Agriculture	0,404 (0,44)	0,16 (0,17)
Nombre total d'actifs	-0,051(0,05)*	-0,019* (0,008)
Nombre de petits matériels	0,064 (0,039)	0,025 (0,015)
Nombre de gros matériels	-0,087(0,046)*	-0,034 (0,018)
Taille du ménage	- 0,0007 (0,019)	-0,0003 (0,007)
Contact avec un Projet	0,316 (0,19)	0,121 (0,07)
Femme	0,021 (0,23)	0,008 (0,087)
Chef de ménage riziculteur	0,019 (0,22)	0,008 (0,086)
Âge du producteur	0,012 (0,009)	0,005 (0,003)
Producteur autochtone	-0,352 (0,19)*	-0,138 (0,08)
Bas-fonds	0,752 (0,22)***	0,266 (0,07) ***
Appartenance à une Organisation de producteurs	0,358*(0,19)	-0,138 (0,08)
Contact avec une structure de recherche	0,213 (0,22)	0,083 (0,088)

Log likelihood (Statistique de vraisemblance maximum) = -178,6492

Pseudo R2 (Pseudo R2 de Mcfadden c'est le coefficient de détermination dans les modèles binaires, analogue au R2 de la régression linéaire) = 0,1681

Prob > chi2 (Probabilité > chi2 (Khi deux) leTest du Khi deux)= 0.0000

Number of obs (Nombre d'observations) = 316

Notes : STd Err sont entre parenthèses ; ***, ** et * significative au seuil de 1 %, 5 % et 10 %.

Source : les auteurs.

les performances de ces variétés. Ce taux est inférieur à celui trouvé par Ouedraogo et Dakouo (2017). En revanche, les variétés Sahel ont un taux d'adoption de 21,8 % au niveau de la région de Fatick alors que les taux potentiels sont de 68,96 % ; ce qui engendre un gap énorme à combler de 47 % (tableau 6). Dans la Vallée du Fleuve Sénégal, le taux d'adoption des variétés Sahel est, quant à lui, estimé à 92,6 % (Basse, 2015) contre un taux d'adoption de 10 % durant les premières années (Fall, 2005). Cette rapide pénétration des Sahel dans la Vallée du Fleuve

Sénégal s'explique par leur bonne résistance à la verse et aux insectes contrairement aux technologies traditionnelles qui disposent d'une capacité moyenne (Traoré *et al.*, 2010). Nous observons le même constat que précédemment : le taux d'adoption potentiel est plus élevé dans la population des non-exposés, en particulier pour les variétés Sahel. En effet, dans l'échantillon, le riz est cultivé en majorité dans les bas-fonds alors que les variétés Sahel sont plus performantes au niveau du plateau. Ceux qui sont donc exposés ont une plus faible propension à adopter plutôt

que ceux qui ne le sont pas et se situent au niveau du plateau (60 % des non-exposés au Sahel sont sur le plateau). Il faut remarquer que les différences de taux d'adoption des variétés Nerica et Sahel sont largement dues au fait que, pendant la saison 2012/2013, un programme de multiplication de semences de base de trois variétés Sahel sur 21 ha (S177, S108 et S209) a été opéré dans la zone.

3. Les déterminants de l'exposition aux variétés améliorées AfricaRice

L'exposition joue un rôle fondamental dans le processus d'adoption des innovations technologiques. C'est la raison pour laquelle, tout processus de diffusion doit comprendre les facteurs influençant l'exposition. Les déterminants de l'exposition sont mesurés par le modèle probit d'exposition avec les effets marginaux qui nous renseignent sur la probabilité d'être exposés aux variétés. Les informations sur le log *Likelihood*, LR chi2(22) et R2 (*tableau 7*) montrent que le modèle est bien spécifié. Il ressort du *tableau 7* que le fait d'avoir une éducation formelle est déterminant dans l'exposition aux variétés avec un seuil de significativité de 1 % ainsi que la superficie totale disponible. Par conséquent, plus la personne est éduquée plus la probabilité d'exposition est importante. Cette influence positive s'explique par le fait que les producteurs ayant reçu une éducation formelle ont plus d'opportunités sur l'existence de nouvelles variétés de riz que ceux qui n'ont pas reçu une éducation formelle, comme l'a souligné Fall (2005). Ce dernier a montré que les jeunes producteurs de la Vallée du Fleuve Sénégal, d'un niveau d'instruction plus élevé que ce qu'on connaissait jadis dans le monde, sont ouverts aux innovations technologiques mais restent très critiques. Aussi, la superficie totale disponible a un effet positif et significatif au seuil de 5 % sur l'exposition aux variétés. Cela se justifie par le fait que,

dans les programmes de multiplications de semences, les acteurs ciblent en général ceux qui disposent d'une plus grande superficie. Il est observé que le type d'écologie est aussi déterminant. Ceux qui travaillent au niveau des bas-fonds sont plus à même d'être exposés car traditionnellement dans la région la plupart des producteurs de riz cultivent au niveau de cette écologie. Très peu de producteurs le font au niveau des plateaux qui étaient auparavant destinés aux cultures de rente (arachide, mil, etc.). Les autres variables qui sont déterminantes dans le modèle d'exposition et qui sont statistiquement significatives au seuil de 1 % sont le fait d'exercer une activité secondaire autre que l'agriculture et l'appartenance à une organisation de producteurs. Par ailleurs, les effets marginaux révèlent que d'avoir une éducation formelle et l'écologie bas-fonds pourraient améliorer la probabilité d'exposition respectivement de 24 % et 27 %.

4. Les déterminants de la probabilité d'adoption des variétés améliorées

Le *tableau 8* présente les coefficients du modèle probit des déterminants de l'adoption des variables. Le pseudologlikelihood de -68,565 et le Wald Chi2 46,53 sont significatifs au seuil de 1 % montrant que le modèle est bien spécifié et que les variables exogènes retenues peuvent expliquer l'adoption des Sahel et Nerica parmi les riziculteurs.

Les résultats montrent que le niveau d'éducation formelle augmente la probabilité d'adopter de 14,2 %, statistiquement significatif au seuil de 10 %. Cela implique que les riziculteurs les plus éduqués ont une plus forte probabilité d'adopter les variétés améliorées. Ceci montre le rôle important de l'éducation dans le processus d'adoption des innovations technologiques. Un tel effet de l'éducation sur la probabilité d'adoption était attendu et le même résultat a été obtenu par d'autres auteurs

Tableau 8. Déterminants de l'adoption de variétés améliorées Africa Rice par la méthode paramétrique

Variables	Coefficients estimés	Effets marginaux
Formation en riziculture	0,014 (0,29)	0,115 (0,079)
Nombre d'années d'expérience riziculture	0,012 (0,012)	-0,0009 (0,003)
Superficie totale de terre	0,0008 (0,04)	0,0175 (0,01)
Statut matrimonial (Marié)	0,156 (0,38)	0,027 (0,087)
Alphabétisé	0,156 (0,43)	0,13 (0,1)
Niveau formel	-0,276 (0,28)*	0,142(0,067)*
Activité secondaire autre qu'agriculture	-1,709 (1,02)	-0,211 (0,15)
Nombre total d'actifs	0,043 (0,03)	-0,01 (0,007)
Nombre de petits matériels	0,026 (0,063)	0,022 (0,014)
Nombre de gros matériels	0,080 (0,09)	-0,0162 (0,018)
Taille du ménage	0,045 (0,037)	0,0053 (0,007)
Contact avec Projet	-0,148 (0,33)	0,075 (0,07)
Femme	0,102 (0,33)	0,019 (0,08)
Chef de ménage riziculteur	0,174 (0,34)	0,027 (0,078)
Âge du producteur	-0,0147 (0,014)	0,002 (0,003)
Producteur autochtone	0,984 (0,32)**	0,057 (0,069)**
Écologie Bas-fonds	-1,0324 (0,45)*	0,132 (0,064)*
Appartenance à une organisation de producteurs	0,588 (0,29)*	0,181 (0,07)**
Contact avec une structure de recherche	0,116 (0,31)	0,08 (0,08)
Nombre d'observations = 132		
Wald $\chi^2(19)$ (Test de Wald) = 46,53		
Log pseudo likelihood (ration de vraisemblance logarithmique) = -68,56515		
Prob > χ^2 (Test de Khi deux) = 0,0004		

Source : les auteurs.

(Dontsop-Nguezet *et al.*, 2013 ; Basse, 2015). L'adoption des variétés améliorées est aussi fortement liée au type de riziculture pratiqué (bas-fonds). Ceci n'est pas surprenant et compréhensible puisque les efforts de recherche se sont focalisés dans cette zone. Un tel résultat a été trouvé par Dontsop-Nguezet *et al.* (2013) où le type d'écologie (plateau) était déterminant dans l'adoption des variétés Nerica au Nigeria. La riziculture pluviale de bas-fonds a été considérée comme un moyen d'intensification de l'amélioration de la productivité rizicole. Ceci a conduit l'État à promouvoir la production du riz dans cette zone par de lourds investissements en infrastructures

hydro-agricoles. Le coefficient de la variable appartenance à une organisation paysanne est positif et significatif au seuil de 5 %. Cela veut dire que la participation à une dynamique sociale augmente la probabilité d'adoption des variétés. Ceci résulte du fait que les Organisations paysannes (OP) ont développé des initiatives propres visant à faciliter l'exposition et l'utilisation des technologies agricoles. Les OP sont les seules éligibles aux crédits de campagne auprès de la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal (CNCAS), ce qui favorise l'exposition aux variétés améliorées. Cet effet positif (attendu) à l'adhésion à une organisation paysanne sur

l'adoption a été également démontré par Sharma et Kumar (2000).

*

**

L'introduction de variétés améliorées est considérée comme un instrument efficace pour accroître les rendements. Ainsi, au Sénégal, les variétés de type Nerica et Sahel ont été introduites dans toutes les zones agroécologiques. Les résultats de cette recherche ont montré qu'il est encore possible d'améliorer le taux d'adoption dans la zone de Fatick et ce de manière considérable en mettant en place une stratégie d'identification des producteurs susceptibles d'adopter les variétés. Pour cela, il demeure primordial de cibler les écologies adaptées pour la diffusion de variétés. Il demeure tout aussi important de privilégier les producteurs qui sont

affiliés à des organisations car il a été démontré que l'appartenance à une organisation est déterminante pour une adoption des variétés améliorées. Toutes ces mesures doivent être accompagnées d'un accès à des crédits incitatifs jusque-là presque inexistants dans la zone pour les organisations de producteurs. Les programmes de promotion de technologies améliorées doivent aussi inclure des activités de renforcement de l'éducation au niveau des OP dans le but d'augmenter les probabilités d'adoption. ■

Nous tenons à remercier très sincèrement AFRICA RICE et l'Institut sénégalais de recherches agricoles. Nous exprimons notre profonde gratitude au Dr Aliou Diagne (Expert en évaluation d'impact) et Pr Adama Diaw (professeur à l'Université Gaston Berger de Saint Louis) qui ont eu à relire l'article et n'ont pas hésité à donner leur expertise afin d'en améliorer sa qualité.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adekambi, S.A. (2005). *Impact socio-économique de l'adoption des variétés améliorées du riz sur la scolarisation et la santé des enfants au centre du Bénin : cas du département des Collines*. Thèse pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, Université d'Abomey-Calavi (Bénin) 127 p.
- Africa Rice Center (AfricaRice) (2010). *Participatory Varietal Selection of Rice-The Technician's Manual*. Cotonou, Bénin, 120 p.
- ANSD (2011). *Note d'analyse du commerce extérieur*, 96 p.
- Basse B. W. (2015). *Impact de l'adoption des variétés améliorées de riz SAHEL sur la pauvreté au Sénégal : approche de l'effet marginal de traitement (MTE)*. Thèse de doctorat unique ès sciences économiques, Université Gaston Berger de Saint-Louis, 208 p.
- CRF (2013). *Plan régional de Développement intégré 2013-2018*. Conseil régional de Fatick (CRF), juin 2013.
- Dandedjrohoun L., Diagne A., Biaou G., N'Cho S., Midingoyi S.-K. (2012). Determinants of diffusion and adoption of improved technology for rice parboiling in Benin. *Review of Agricultural and Environmental Studies*, vol. 93, n° 2, pp. 171-191.
- De Janvry A., Graff G., Sadoulet E., Zilberman D. (2000). *Technological Change in Agriculture and Poverty Reduction*. Concept paper for the WDR on Poverty and Development 2000/01.
- Del Villar P. M., Bauer J. M., Maiga A., Ibrahim L. (2011). *Crise rizicole, évolution des marchés et sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest*. 61 p.
- Diagne A. (2006). Diffusion and adoption of NERICA rice varieties in Côte d'Ivoire.

- The Developing Economics*, vol. 44, n° 2, pp. 208-231.
- Diagne A., Demont M. (2007). Taking a New look at Empirical Models of Adoption: Average Treatment Effect estimation of Adoption rate and its Determinants. *Agricultural Economics*, n° 37, pp. 201-210.
- Diagne A., Dontsop-Nguezet P. M., Kinkingninhou-Medgabé F. M., Alia D., Adégbola P. Y., Coulibaly M., Diawara S., Dibba L., Mahamood N., Mendy M., Ojehomon V. T., Wiredu A. N. (2012). The impact of adoption of NERICA rice varieties in West Africa. SPIA Pre-conference workshop, 28th IAAE Conference, Foz do Iguaçu, Brazil, August 18, 58 p.
- Dibba L., Diagne A., Fialor S. C., Nimoh F. (2012). Diffusion and adoption of new rice varieties for Africa (NERICA) in the Gambia. *African Crop Science Journal*, vol. 20, n° s1, pp. 141-153.
- Dontsop-Nguezet P. M., Diagne A., Okoruwa V. O., Ojehomon, V. (2011). Impact of Improved Rice Technology (NERICA varieties) on Income and Poverty among Rice Farming Household in Nigeria: A Local Average Treatment Effect (LATE) Approach. *Quarterly Journal of International Agriculture*, vol. 50, n° 3, pp. 267-291.
- Dontsop-Nguezet P. M., Diagne A., Okoruwa O. V. (2013). Estimating the Actual and Potential Adoption Rates and Determinants of NERICA Rice Varieties in Nigeria. *Journal of Crop Improvement*, vol. 27, n° 5, pp. 561-585.
- FaoStat (2016). *Annuaire statistiques FAO*.
- Fall A. A. (2005). Impact économique de la recherche rizicole au Sénégal et en Mauritanie. *Revue Agronomie africaine*, n° 5, pp. 53-6.
- Glover S., Phillips J., Diagne A., Groom B. (2012). *Africa's Green Revolution? The determinants of the adoption of NERICAs in West Africa*. SOAS Departement of Economics Working Paper Series, No. 174 SOAS, University of London.
- Heckman J. (1996). Identification of causal effects using Instrumental Variables: Comments. *Journal of the American Statistical Association*, vol. 91, n° 434, p. 5.
- Hossain M. (1989). *Green Revolution in Bangladesh: Impact on Growth and Distribution of Income*. University Press Ltd, Dhaka.
- Imbens G., Wooldrige J. M. (2009). Recent Developments in the Econometric of Program Evaluation. *Journal of Econometric Literature*, vol. 47, n° 1, pp. 5-86.
- ISRA/BAME (2008). *Caractérisation et typologie des exploitations agricoles familiales*. Tome I, Vallée du Fleuve Sénégal, 38 p.
- Kebbeh M., Miézan K. M. (2003). Ex-ante evaluation of integrated crop management options of irrigated rice production the Senegal River Valley. *Field Crops Research*, vol. 81, n° 2-3, pp. 87-94.
- Krupnik T. J., Shennan C., Settle W. H., Demont M., Ndiaye A. B., Rodenburg J. (2012). Improving irrigated rice production in the Senegal River Valley through experimental learning and innovation. *Agricultural Systems*, n° 109, pp. 101-112.
- Mellor J. W. (1999). *Pro-poor growth: the relation between growth in agriculture and poverty reduction*. Prepared for USAID/G/EGAD.
- Mendola M. (2007). Agricultural technology adoption and poverty reduction: A propensity –score matching for rural Bangladesh. *Food Policy*, n° 32, pp. 372-393.
- Ouedraogo M. Dakouo D. (2017). Évaluation de l'adoption des variétés de riz NERICA dans l'Ouest du Burkina Faso. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, vol. 12, n° 1, pp. 1-16.
- Rogers E. M. (1995). *Diffusion of innovation* (4th ed.). New York, Free Press.
- Rosenbaum P. R., Rubin D. B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, vol. 70, n° 1, pp. 41-55.
- Sharma V. P., Kumar A. (2000). Factors Influencing Adoption of Agro Forestry Program: A Case Study from North-West India. *Indian Journal of Agricultural Economics*, vol. 55, n° 3, pp. 500-509.

Traoré K., Bado V. B., N'Diaye M. K. (2010). *Fiches descriptives des variétés de riz*. Centre du riz pour l'Afrique, Station Régionale pour le SAHEL, 53 p.

Zeller M., Minten B., Lapenu C., Ralison E., Randrianarisoa C. (1998). Les liens entre

croissance économique, réduction de la pauvreté, et durabilité de l'environnement en milieu rural à Madagascar. *Synthèse du Cahier de la recherche sur les politiques alimentaires*, n° 19, juillet, IFPRI/FOFIFA, Antananarivo.

ANNEXES

Tableau 9. Effet attendu des déterminants de l'adoption des variétés améliorées de riz (Nerica et Sahel)

Variables	Description	Hypothèses	Effet attendu
Statut matrimonial (Marié)	1 si le producteur est marié et 0 sinon	Les individus mariés sont plus responsables et prennent moins de risque que ceux qui ne sont pas engagés dans une relation sans descendant à nourrir. Être marié peut être un handicap à l'adoption.	-
Activité secondaire autre qu'Agriculture	1 si le producteur a au moins une activité génératrice de revenus autre que l'agriculture et 0 sinon	Plus l'individu a d'autres activités génératrices de revenus autres que l'agriculture, plus il a des chances d'avoir les moyens pour supporter les coûts liés à l'adoption (Phillips, 2008).	+/-
Taille du ménage	Variable quantitative	Les ménages composés de plusieurs actifs ont la plus forte probabilité d'adopter des variétés liées au fait que ces technologies augmentent la demande saisonnière en main-d'œuvre (Herath et Takeya, 2002).	+
Femme	1 si le producteur est une femme et 0 sinon	Étant les principales actrices de la riziculture pluviale, on s'attend à ce qu'elles soient plus exposées et qu'elles adoptent du fait de leur expérience.	+/-
Chef de ménage riziculteur	1 si le principal producteur est le chef de ménage et 0 sinon	Le chef de ménage a une plus grande responsabilité vis-à-vis de la famille. Il va chercher à adopter pour maximiser sa production.	+
Âge du producteur	Variable quantitative	La probabilité d'adopter peut augmenter avec l'âge (Langyintuo et Mungoma, 2008 ; Donsop-Nguezet et al., 2013), ce qui est le cas en Gambie (Dibba, 2012).	-/+

Tableau 10. Effet attendu des déterminants en dotation sur l'adoption des variétés améliorées de riz (Nerica et Sahel)

Variables	Description	Hypothèses	Effet attendu
Formation en riziculture	1 si le producteur a fait une formation en riziculture Et 0 sinon	La formation en riziculture permet aux producteurs d'avoir une bonne maîtrise de l'itinéraire technique et par là facilite l'adoption d'une technologie.	+
Nombre d'années d'expérience en riziculture	Variable quantitative	Plus on exerce la culture du riz, plus on est ouvert à des changements, donc plus facilement on adopte une variété donnée (Basse, 2015).	+
Superficie totale de terre	Variable quantitative	La superficie totale disponible peut inciter un producteur à tester de nouvelles variétés.	+/-
Alphabétisé	1 si le producteur est alphabétisé et 0 sinon	Les personnes alphabétisées sont souvent plus ouvertes et à même d'adopter une technologie.	+
Niveau formel	1 si le producteur a reçu une éducation formelle (primaire, secondaire ou universitaire) et 0 sinon	Plus l'individu est éduqué, plus il est amené à estimer la plus-value liée à l'utilisation des variétés améliorées.	+
Nombre total d'actifs	Variable quantitative	Plus la main-d'œuvre est importante, plus l'individu a les moyens de faire face à la demande en main-d'œuvre liée à l'adoption de technologies.	+
Nombre de petits matériels	Variable quantitative	L'existence de petits matériels inadéquats peut être un frein à l'adoption.	-
Nombre de gros matériels	Variable quantitative	Le matériel motorisé permet de faire face aux lourds travaux liés à l'adoption.	+
Contact avec Projet	1 si le producteur durant l'enquête était dans un programme ou un projet de développement et 0 sinon	Les projets sont en général le meilleur canal pour l'exposition aux nouvelles variétés.	+
Producteur autochtone	1 si le producteur est originaire du village et 0 sinon	Le fait d'habiter dans le village peut faciliter les contacts et augmenter la probabilité d'adopter.	+
Bas-fonds	1 si la culture du riz se fait dans un bas-fond et 0 sinon	Dans les bas-fonds, les sols sont argileux, alluviaux, hydromorphes à fortes composantes organiques et sont assez fertiles ; ils constituent des milieux très propices à la riziculture.	+/-
Organisation de producteurs (OP)	1 si le producteur est membre d'une organisation paysanne et 0 sinon	Les OP sont les seules éligibles aux crédits de campagne auprès de la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal, ce qui favorise l'accès et donc expose les riziculteurs aux variétés améliorées.	+
Contact avec la recherche	1 si le producteur est en contact avec une structure de recherche (ISRA, AfricaRice) et 0 sinon	Les institutions de recherche sont en général le canal privilégié pour l'introduction de nouvelles technologies, donc le contact avec ces structures accroît la probabilité d'utiliser des technologies.	+

Source : les auteurs.