

# Evaluation de l'adoption des variétés de riz NERICA dans l'Ouest du Burkina Faso

Mathieu Ouédraogo\*

Institut international de Recherche sur les Cultures des zones tropicales semi-arides (ICRISAT), Région Afrique de l'Ouest et du Centre, BP 320 Bamako, Mali. E-mail: m.ouedraogo@cgiar.org

Dona Dakouo

Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (Inera), BP 910 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. E-mail: dakouo@hotmail.com

\*Auteur correspondant / Corresponding author

## Résumé

*Cet article vise à évaluer le taux d'adoption actuel et potentiel des variétés de riz NERICA (New Rice for Africa) et identifier les déterminants de leur connaissance et adoption au Burkina Faso. Des enquêtes ont été menées en 2009, auprès de 300 producteurs de riz de 10 villages rizicoles de sélection variétale participative. La méthode de l'effet moyen du traitement (ATE) a permis de déterminer un taux commun d'exposition et d'adoption des NERICA de 17% en 2008 et un taux potentiel d'adoption de 37%. Ceci montre qu'il existe un écart d'adoption de 20% lié à la diffusion incomplète des NERICA qu'il faut combler en menant davantage d'actions de diffusion de ces variétés. Le contact avec la recherche agricole constitue le principal facteur déterminant de l'exposition et de l'adoption des NERICA au Burkina Faso.*

**Mots clés:** riz NERICA; adoption; effet moyen du traitement (ATE); Burkina Faso

**English title:** Assessing the adoption of NERICA varieties in Western Burkina Faso

## Abstract

*This paper aims to assess the actual and potential adoption rate of NERICA (New Rice for Africa) rice varieties and identify the determinants of their diffusion and adoption in Burkina Faso. The surveys were conducted in 2009 among 300 rice farmers in 10 villages participating in the rice varietal selection tests. The average treatment effect (ATE) method made it possible to determine a common rate of exposure to and adoption of NERICA of 17% in 2008, and a potential adoption rate of 37%. This means that there is an adoption gap of 20% due to the incomplete diffusion of NERICA, which must be addressed by carrying out more actions to disseminate these varieties. The contact with agricultural research services is a key factor determining the awareness and adoption of NERICA in Burkina Faso.*

**Key words:** NERICA rice; adoption; average treatment effect (ATE); Burkina Faso

## 1. Introduction

Le riz occupe la 4<sup>ème</sup> place parmi les céréales cultivées au Burkina Faso, tant du point de vue des superficies, de la production que de la consommation annuelle par tête. La consommation annuelle par tête est passée de 18,2 kg en 1999 à 35 kg en 2013 et atteint 50 kg par personne dans les centres

urbains de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso (Bazié *et al.* 2014). La production de riz paddy a connu une croissance spectaculaire à partir de 2008 en passant de 113 724 tonnes (T) en 2006 à 195 102 T en 2008 puis à 305 382 T en 2014 (Masa/Dgper 2014). Elle couvre moins de la moitié des besoins en consommation de riz (27% et 41% respectivement en 2006 et 2013). Le pays a donc recours à des importations massives chaque année pour satisfaire une demande sans cesse croissante. Ceci occasionne d'importantes sorties de devises chiffrées en moyenne à 41,6 milliards de F CFA par an entre 2005 et 2013. Les superficies rizicoles sont passées de 79 112 hectares (ha) en 2008/2009 à 138 852 ha en 2013/2014 (Masa/Dgper 2014). Les rendements sont restés quasi-stables autour de 0,8 à 1,4 T/ha (Bazié *et al.* 2014) indiquant que la croissance de la production observée au cours des dernières années est principalement due à l'extension des superficies rizicoles plus qu'à l'amélioration de la productivité.

A l'instar de l'Afrique, la riziculture est caractérisée au Burkina Faso par une faible productivité. Parmi les facteurs mis en cause, on cite la faible diffusion et/ou adoption des technologies de la recherche (Seck *et al.* 2013). Cependant, les Etats ont investi dans la recherche de nouvelles technologies rizicoles, dont l'adoption devrait permettre d'accroître la productivité et le revenu rizicoles et d'améliorer la sécurité alimentaire des ménages. Actuellement, le constat qui se dégage est que de nombreuses innovations rizicoles ont été effectivement mises au point par les systèmes nationaux et internationaux de recherches agricoles, mais la question qui se pose est de savoir comment assurer de façon efficiente la diffusion et l'adoption de celles-ci au niveau des paysans. Cette situation montre qu'il est nécessaire de poursuivre les investigations qui visent à améliorer les connaissances sur l'adoption des technologies rizicoles, afin de disposer d'informations nécessaires au plaidoyer en faveur de leur dissémination. Parmi ces technologies, il y a les variétés de riz NERICA (New Rice of Africa). Ce sont des variétés interspécifiques issues du croisement entre des variétés de riz de l'espèce asiatique (*Oryza sativa*) et de l'espèce africaine (*Oryza glaberrima*) (Centre du riz pour l'Afrique [Adrao] 2008). A travers ce croisement, les variétés NERICA héritent des avantages de la productivité de leur parent asiatique (résistance à l'égrenage, résistance à la verse, potentiel de rendement) et de l'adaptabilité au milieu de culture du parent africain (tolérance aux maladies, aux insectes et aux adventices), toute chose qui contribue à améliorer leur productivité. Les premières variétés NERICA ont été créées par le Centre de Riz pour l'Afrique (AfricaRice) en 1995, pour la riziculture pluviale. Celles adaptées à la riziculture de bas-fond et irriguée furent créées par l'Institut de l'environnement et de recherches agricoles (Inera) du Burkina Faso. Sept variétés NERICA ont été mises au point par l'Inera entre 1999 et 2005. Quatre d'entre elles sont bien adaptées à la riziculture de bas-fond et irriguée (FKR 56N, FKR 58N, FKR 60N et FKR 62N) tandis que trois autres variétés sont bien adaptées à la riziculture pluviale stricte (FKR 45N, FKR 47N et FKR 49N). Ces variétés NERICA ont fait l'objet de test de sélection variétale participative durant la campagne 2006-2007 dans trois écologies de riz au Burkina Faso (bas-fond, pluviale et irriguée). Les résultats de ces tests ont montré que les variétés NERICA (FKR 62N et FKR 56N) ont été choisies par les producteurs en riziculture irriguée et la FKR 62N en riziculture de bas-fond. La dissémination de ces variétés a commencé au cours de la campagne 2007-2008 chez les paysans. A ce stade de la diffusion des NERICA, la principale préoccupation de recherche est de savoir s'il existe un potentiel d'adoption des NERICA, et si oui, quels sont les leviers sur lesquels il faut agir pour accélérer leur adoption? Ceci permet de juger de l'ampleur des efforts qui restent à fournir pour une diffusion et une adoption à large échelle des NERICA au Burkina Faso.

L'objectif de cette étude est d'évaluer le taux d'adoption actuel et potentiel des variétés de riz NERICA et d'identifier les facteurs qui déterminent leur diffusion et adoption dans l'Ouest du Burkina Faso.

Pour ce faire, l'étude part de l'hypothèse que le taux d'adoption actuel des NERICA est inférieur au taux d'adoption potentiel du fait de l'exposition incomplète des paysans à ces nouvelles variétés.

L'article est structuré en trois parties. La première partie présente la méthodologie de l'étude, la seconde partie présente les principaux résultats et discussion à l'issue de laquelle sont tirées une conclusion et des recommandations.

## **Zone d'étude**

L'étude a été conduite dans la région Ouest du Burkina Faso qui couvre une superficie d'environ 52 000 km<sup>2</sup> soit 18,8% du territoire national. Elle couvre quatre régions agricoles sur les 13 que compte le pays. Il s'agit des régions des Hauts-Bassins, des Cascades, du Sud-Ouest et une partie de la Boucle du Mouhoun. C'est une région caractérisée par un climat du type soudanien avec une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 700 et 1200 mm. Ce climat est favorable au développement des trois types de riziculture pratiqués au Burkina Faso (pluvial strict, bas-fond et irrigué). La superficie emblavée en riz dans l'Ouest du Burkina Faso en 2009/2010 est de 48 682 ha pour une superficie totale nationale de 92 243 ha, soit 53% de la superficie rizicole du pays (Masa/Dgper 2010). Ce qui correspond à une production de riz paddy de 121 625 tonnes (soit 57%) de la production nationale qui a été évaluée à 213 584 tonnes en 2009/2010. Trois des cinq grands périmètres rizicoles du pays se trouvent dans cette partie du pays. Il s'agit de la Vallée du Kou (1 200 ha), du Bazon (750 ha) et de Karfiguela (450 ha). La région ouest abrite le programme de recherche sur le riz et la riziculture de l'Inera et trois stations de recherche agricole (Farako-Ba, Banfora et Niangoloko). L'importance de la production rizicole et la présence de stations de recherche ont fait de cette région une zone favorable à la diffusion des technologies rizicoles, justifiant ainsi son choix pour la conduite de la présente étude sur la diffusion et l'adoption des variétés NERICA au Burkina Faso.

## **2. Matériels et méthode**

### **2.1 Cadre théorique de l'estimation du taux d'adoption des variétés de riz NERICA**

Les variétés de riz NERICA ont été diffusées récemment au Burkina Faso à travers les tests de sélection variétale participative. Ces tests n'ont pas couvert l'ensemble du pays et toute la population des riziculteurs n'a pas été exposée aux variétés NERICA. Cette situation a une implication sur la détermination des taux d'adoption des NERICA au Burkina Faso. En effet, lorsqu'une technologie est nouvelle et que la population cible n'a pas été totalement exposée à elle, le taux d'adoption observé (calculé comme la proportion de l'échantillon ayant adopté la technologie) est une estimation biaisée du vrai taux d'adoption potentiel de la population (Diagne *et al.* 2009) à cause de l'existence d'un biais de "non exposition". Ce biais résulte du fait que les paysans qui n'ont pas été exposés aux variétés NERICA ne peuvent pas l'adopter même s'ils allaient le faire s'ils en avaient été exposés (Diagne & Demont 2007). Aussi, le taux d'adoption parmi les producteurs qui ont été exposés aux variétés NERICA n'est pas une estimation robuste du taux d'adoption réel de la population. Il pourrait surestimer l'adoption à cause de l'existence d'un biais de sélection dû au fait que le choix des sites de diffusion (sites des tests de sélection variétale participative) et des paysans participants n'est pas aléatoire. Ce choix est généralement déterminé par la disponibilité et l'engagement des producteurs à participer aux tests d'une part et l'accessibilité aux sites d'autre part. De ce fait, on s'attend à ce que les paysans qui ont été les premiers à être exposés aux variétés NERICA soient ceux qui sont les plus susceptibles d'adopter les nouvelles technologies. En général, ceux qui participent à un programme sont justement les plus motivés ou les plus informés (Parienté 2008).

L'existence des biais de "non exposition" et de sélection des paysans, fait que les méthodes classiques (tobit, logit, probit) d'étude de l'adoption des technologies ne sont plus efficaces pour estimer les taux d'adoption des NERICA (Diagne 2006). Pour contrôler ces biais, nous avons utilisé la méthode de l'effet moyen du traitement (*average treatment effect* (ATE)) pour estimer de façon consistante le taux d'adoption des variétés de riz NERICA dans l'ouest du Burkina Faso. Cette méthode se fonde sur les théories modernes d'évaluation au niveau micro-économique des impacts d'interventions

politiques (Chambers *et al.* 2009). Elle a été utilisée avec succès par Diagne (2006; 2009), Diagne et Demont (2007), Adekambi *et al.* (2009), Diagne *et al.* (2009), Dontsop Nguezet *et al.* (2010), Dibba *et al.* (2012) et Ojehomon *et al.* (2012) pour estimer les taux d'adoption et analyser les déterminants de l'adoption des variétés de riz NERICA respectivement en Côte-d'Ivoire, en Guinée, au Bénin, au Nigeria, en Gambie et au Nigéria.

Le cadre conceptuel de l'estimation de l'ATE repose sur le modèle causal de Rubin (1974) qui est adapté en général à l'analyse de la situation dans laquelle un traitement peut être administré ou non à un individu (Brodsky *et al.* 2007). Dans le contexte de l'adoption, un traitement correspond à l'exposition à la technologie (Diagne & Demont 2007). L'exposition se définit comme étant la connaissance de la technologie.

Soit  $T$  une variable binaire déterminant le statut de l'exposition (traitement) aux NERICA.  $T_i = 1$  signifie que le paysan a été exposé aux NERICA (et par conséquent il connaît le NERICA) et  $T_i = 0$  signifie qu'il n'a pas été exposé à ces variétés. L'exposition est supposée avoir un effet sur l'adoption des NERICA qui constitue une variable de résultat. Le modèle causal de Rubin (1974) considère que pour une variable de résultat donnée, il y a deux variables de résultats potentiels ou latents, correspondant à ce que serait la situation d'un individu sous chacune des alternatives, c'est à dire si l'individu bénéficie du traitement  $y_1$  et s'il n'en bénéficie pas  $y_0$  (Pariété 2008). Ces deux résultats ne sont jamais observés en même temps pour le même individu. Pour un individu ayant été traité,  $y_1$  est observé tandis que  $y_0$  est inconnu. Cette donnée qui correspond au résultat qui aurait été réalisé si l'individu n'avait pas été traité est appelée "contre-factuel" dans la littérature économétrique sur l'étude d'impact (Rubin 1977).

Soit  $y_1$ , le résultat de l'adoption potentiel des NERICA par le paysan si celui-ci est exposé à la technologie et,  $y_0$  ce résultat s'il n'en a pas été exposé.

Le résultat de l'adoption observé  $y$  peut s'écrire comme une fonction des deux résultats d'adoption potentiels  $y_1$  et  $y_0$  et du statut de l'exposition  $T$  comme suit :

$$y = Ty_1 + (1 - T)y_0.$$

Le résultat moyen de l'adoption des NERICA est donné par la valeur attendue  $E(y_1 - y_0)$  qui est par définition l'effet moyen de l'exposition (ATE) sur la population.

Le résultat de l'adoption potentielle dans la sous-population exposée aux NERICA est donnée par la valeur attendue  $E(y_1|T = 1)$  qui est l'effet moyen de l'exposition sur la sous-population de ceux qui ont été réellement exposés (ATE1).

De même, le résultat potentiel de l'adoption dans la sous-population des paysans non exposés aux NERICA (ATE0) est donnée par la valeur attendue  $E(y_1|T = 0)$ .

Avec  $y_0 = 0$ , l'expression du résultat observé de l'adoption comme fonction du résultat potentiel de l'adoption et du statut de l'exposition se réduit à:  $y = Ty_1$ . Cette expression montre que la variable de résultat observé de l'adoption est une combinaison de celle de l'exposition et du résultat potentiel de l'adoption, d'où l'appellation (taux commun d'exposition et d'adoption de la population (JEA)) qui est donné par  $E(y) = E(Ty_1)$ . La différence entre le taux commun d'exposition et d'adoption (JEA) et l'effet moyen de traitement (ATE) est appelé écart d'adoption (GAP) qui est donné par l'équation:  $GAP = E(y) - E(y_1)$ . Le biais de sélection est donné par  $PSB = ATE1 - ATE = E(y_1|T = 1) - E(y_1)$ .

Si le résultat de l'adoption est une variable binaire prenant la valeur 1 ou 0 (cas dans la présente étude), alors la valeur attendue correspondant au résultat moyen de l'adoption des variétés NERICA se résume à la probabilité correspondant à la mesure du taux d'adoption (proportion des adoptants dans la population). Les différents effets de traitement s'écrivent donc comme suit:

- Effet moyen du traitement sur la population en général:

$$ATE = E(Ty_1) = P(y_1 = 1)$$

- Effet moyen de traitement sur la population exposée:

$$ATE1 = E(y_1|T = 1) = P(y_1 = 1|T = 1)$$

- Effet moyen du traitement sur la population non exposée:

$$ATE0 = E(y_1|T = 0) = P(y_1 = 1|T = 0)$$

L'effet moyen du traitement (exposition) sur l'adoption des variétés NERICA peut être estimé à partir du modèle standard des variables endogènes dichotomiques représenté par les équations suivantes (Angrist *et al.* 1996):

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 T_i + \varepsilon_i \text{ et,}$$

$$T_i^* = \alpha_0 + \alpha_1 Z_i + \vartheta_i$$

$$T_i = \begin{cases} 1 & \text{si } T_i^* > 0, \\ 0 & \text{si } T_i^* \leq 0 \end{cases}$$

avec  $y_i$  = le résultat observé de l'adoption,  $T_i$  et  $T_i^*$  représentent respectivement le statut observé et latent de l'exposition aux NERICA,  $\beta_1$  représente l'effet causal de l'exposition sur l'adoption des NERICA et  $Z_i$  est l'ensemble des variables explicatives de l'exposition.

L'estimation de l'effet du traitement peut se faire en utilisant la méthode semi-paramétrique par la pondération inverse sur le score de propension (*inverse propensity score weighting (IPSW)*) dont les détails sont donnés par Abadie (2001), Imbens et Wooldridge (2008), Diagne et Demont (2007) et Diagne (2009).

Il s'agit d'une méthode d'estimation en deux étapes où la première étape permet d'estimer les valeurs prédites du score de propension à l'exposition  $P(T = 1|z) \equiv P(z)$  à l'aide d'un modèle probit, et la deuxième étape permet d'estimer ATE, ATE1 et ATE0 en utilisant les estimateurs de la probabilité pondérée comme cas spécial du cas général des estimateurs pondérés de ATE, ATE1 et ATE0 quand  $y_0 = 0$  (Diagne & Demont, 2007):

$$\widehat{ATE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_1}{\hat{p}(z_i)}$$

$$\widehat{ATE1} = \frac{1}{n_e} \sum_{i=1}^{n_e} y_1$$

$$ATE_0 = \frac{1}{n - n_e} \sum_{i=1}^n \frac{(1 - \hat{p}(z_1))}{\hat{p}(z_i)} y_1$$

Où  $\hat{p}(z)$  est une estimation consistante du score de propension évalué à  $z$ , c'est-à-dire la probabilité pour un individu d'être exposé conditionnellement à un ensemble de ses caractéristiques  $z$  et  $n_e = \sum_{i=1}^n T_i$  est la population totale des riziculteurs exposés aux variétés NERICA.

## 2.2 Spécification des modèles d'exposition et d'adoption des variétés de riz NERICA

L'adoption se définit comme étant la décision de choisir une innovation donnée comme étant la meilleure alternative (Rogers 1983), de l'appliquer et de continuer de l'utiliser (Van den Ban *et al.*, 1988). Sur le plan théorique, l'analyse de la décision des paysans pour le choix d'une variété peut se baser sur le modèle d'utilité randomisée (McFadden 1973). La première étape d'estimation de l'ATE par la méthode semi-paramétrique IPSW, nécessite un contrôle approprié du statut de l'exposition et des facteurs qui l'influencent. Cette méthode permet d'estimer les déterminants de l'exposition par un modèle probit. Ceux de l'adoption sont également estimés par un modèle probit.

La variable dépendante du modèle d'exposition est le statut de l'exposition qui prend la valeur 1 si le producteur connaît au moins une variété NERICA et 0 sinon. Celle du modèle d'adoption est le statut de l'adoption qui prend la valeur 1 si le producteur a adopté au moins une variété NERICA et 0 sinon. Selon la littérature, les facteurs affectant la diffusion et les décisions des producteurs dans l'adoption des variétés sont: les caractéristiques socio-économiques des paysans et des exploitations, les facteurs institutionnels (Adesina & Baidu-Forson 1995; Iglokwe 2001) et les caractéristiques intrinsèques des variétés. Partant de l'évidence des études de Diagne et Demont (2007), Adekambi *et al.* (2009), Diagne *et al.* (2009), Dontsop Nguezet *et al.* (2010) et Dibba *et al.* (2012), nous avons retenu les variables suivantes comme étant des facteurs susceptibles d'influencer l'exposition et l'adoption des variétés de riz NERICA au Burkina Faso. Il s'agit des caractéristiques socio-économiques des exploitants (genre, âge, éducation et expérience en riziculture du chef d'exploitation), des caractéristiques des exploitations (taille du ménage, superficie rizicole, pratique d'une culture de rente) et des facteurs institutionnels (accès au crédit, contact avec l'encadrement agricole et la recherche agricole).

- Genre du chef d'exploitation

Le genre masculin est une variable binaire qui prend la valeur 1 si le producteur est un homme et 0 s'il est une femme. Du fait que les hommes ont plus accès aux services de la vulgarisation et aux facteurs de production agricoles que les femmes (Traoré & Dabo 2012), le genre masculin aura un effet positif sur la connaissance et l'adoption des variétés NERICA.

- Age du chef d'exploitation

C'est une variable quantitative dont le signe attendu sur l'adoption des variétés ne peut être déterminé à l'avance. En effet, il n'y a pas d'unanimité concernant l'effet de l'âge sur l'adoption des technologies agricoles dans la littérature. Les vieux peuvent adopter plus facilement les nouvelles variétés que les jeunes. Ils peuvent être aussi nostalgiques et réfractaires à tout changement. Cependant, l'effet attendu de l'âge sur l'exposition est positif car une plus grande longévité des producteurs les permet d'exposer à plus d'innovations agricoles.

- Situation matrimoniale du chef d'exploitation

C'est une variable binaire qui prend la valeur 1 si le producteur est marié et 0 si non. La situation matrimoniale affecte l'accès aux facteurs de production agricole notamment les terres aménagées pour la riziculture. Par ailleurs, elle conditionne l'appartenance à certains réseaux sociaux (organisation de producteur de riz) qui peuvent être des canaux de diffusion d'innovations agricoles. Le statut de marié aura un effet positif sur l'exposition et l'adoption des variétés NERICA.

- Niveau d'éducation du chef d'exploitation :

Il s'agit d'une variable binaire qui prend la valeur 1 si le producteur a été à l'école formelle et 0 si non. En effet, un paysan avec un niveau d'éducation élevé est mieux outillé pour faire des choix éclairés et judicieux des innovations. Aussi, l'éducation rend les paysans aptes à aller chercher l'information sur les innovations agricoles. L'effet attendu positif de cette variable sur la connaissance et l'adoption des variétés NERICA est positif.

- Origine du chef d'exploitation

C'est une variable binaire qui prend la valeur 1 si le producteur est originaire du site d'étude (autochtone) et 0 si non. Les populations migrantes sont plus disposées à adopter des changements que les autochtones. De ce fait, le statut d'autochtone affecte négativement l'exposition et l'adoption de NERICA.

- Taille du ménage du chef d'exploitation

La taille de la famille est une variable quantitative exprimée en nombre de personnes résidant dans le ménage. Les grandes familles disposent de plus de main-d'œuvre pour la conduite des activités agricoles. Ce qui favorise généralement l'adoption des nouvelles technologies agricoles. La taille du ménage augmente la probabilité qu'au moins un membre du ménage soit informé de l'existence des variétés NERICA.

- Expérience en riziculture du chef d'exploitation

C'est une variable quantitative qui se définit comme étant le nombre d'années de pratique de la riziculture. L'expérience permet aux producteurs d'avoir une bonne connaissance de la riziculture leur permettant de prendre des décisions judicieuses en matière de choix de technologies. Elle contribue également à exposer les producteurs aux innovations rizicoles. Ainsi, l'expérience en riziculture doit avoir un effet positif sur la connaissance et l'adoption des NERICA.

- Superficie cultivée en riz

Les grands producteurs sont plus exposés aux innovations car ils constituent le plus souvent les cibles privilégiés des programmes de vulgarisation agricole. Ainsi, l'effet attendu de la superficie sur la connaissance et l'adoption des variétés NERICA est positif.

- Accès au crédit pour la production du riz

Il s'agit d'une variable qui prend la valeur 1 si le producteur a eu accès à un crédit pour la production de riz et 0 si non. L'accès au crédit permet de renforcer les capacités financières des producteurs et favorise ainsi l'adoption de nouvelles technologies dont les variétés. Le signe attendu de cette variable sur l'adoption des NERICA est positif. Il est indéterminé par rapport à la connaissance des variétés.

- Pratique d'une culture de rente

Les cultures de rente génèrent des revenus qui peuvent servir à l'achat des intrants agricoles dont les semences améliorées. Les paysans qui pratiquent les cultures de rente sont plus ouverts au marché et aux nouvelles technologies agricoles. Cette variable prend la valeur 1 si le producteur pratique une culture de rente (coton, arachide) et 0 si non. Son effet attendu sur l'exposition et l'adoption des nouvelles variétés est positif.

- Contact avec l'encadrement agricole

Le service de l'agriculture constitue le principal canal de diffusion des technologies agricoles au Burkina Faso. Le contact avec ce service facilite l'accès à l'information sur les variétés et favorise leur adoption. Cette variable prend la valeur 1 si le producteur a déjà eu un contact avec l'encadrement agricole et 0 si non. Le signe attendu de cette variable sur la connaissance et l'adoption des NERICA est positif.

- Contact avec la recherche agricole

La recherche agricole génère les nouvelles variétés et assure leur diffusion par la pré-vulgarisation. Cette variable prend la valeur 1 si le producteur a déjà eu un contact avec la recherche agricole et 0 si non. Son effet attendu sur la connaissance et l'adoption des NERICA est positif.

- Participation aux tests de sélection variétale participative (SVP)

La SVP est une approche qui permet d'impliquer les paysans dans le processus de sélection des nouvelles variétés. Par cette approche, les paysans sont exposés très tôt aux nouvelles variétés, facilitant ainsi leur rapide adoption. La participation au test de SVP est une variable binaire qui prend la valeur 1 si le producteur a déjà participé à un test de SVP et 0 si non. Son effet attendu sur l'exposition et l'adoption est positif.

### 2.3 Echantillonnage et collecte des données

Cette étude a utilisé des données secondaires et primaires. Les données secondaires sont issues d'une part de la revue documentaire sur les variétés NERICA et, d'autre part des entretiens avec les chercheurs-sélectionneurs de Riz et les responsables des services de vulgarisation agricole. La revue et les entretiens ont permis une meilleure connaissance des variétés NERICA au niveau de la recherche et des variétés améliorées vulgarisées en milieu paysan. Les données primaires sont issues des enquêtes conduites auprès d'un échantillon de 300 producteurs issus de 10 sites rizicoles de la région ouest du Burkina Faso, à raison de 30 producteurs par site. Les sites d'étude ont été choisis de façon aléatoire sur la base de la liste des sites qui ont abrité les tests de sélection variétale participative (SVP) au cours de la campagne 2006/2007. Dix sites de production ont été tirés dont quatre dans la région des Hauts-Bassins (Vallée du Kou, Banzon, KohoYabiro et Kotoura), deux dans la région des Cascades (Ouo et Sidéradougou), deux dans la région de la Boucle du Mouhoun (Sokoura et Poura), deux dans la région du Sud-Ouest (Loropéni et Nako). Les producteurs notamment les chefs d'exploitation rizicole ont également été tirés de manière aléatoire sur la base de la liste des producteurs rizicoles recensés au niveau de chaque site.

Les données primaires ont porté sur les caractéristiques socio-économiques des chefs d'exploitation et des exploitations, l'appréciation des caractéristiques agronomiques et technologiques des variétés, l'encadrement pour la riziculture, les pratiques rizicoles et les résultats d'exploitation, etc.



Le traitement et l'analyse des données ont été faits à travers les statistiques descriptives et la modélisation économétrique avec le logiciel Stata.

### 3. Résultats et discussion

#### 3.1 Caractéristiques socio-économiques des producteurs de riz

L'analyse statistique montre que l'échantillon d'étude est constitué de 65% d'hommes et de 35% de femmes. Environ 95% des producteurs sont mariés. Près de 97% d'entre eux pratiquent l'agriculture comme activité principale et 28% ne pratiquent aucune activité secondaire. Le petit commerce constitue la première activité secondaire et occupe 43% des producteurs, suivi de l'élevage (15%) et l'artisanat (8%). L'échantillon d'étude est composé à 50% d'autochtones. Il est constitué majoritairement de producteurs appartenant à l'ethnie mossi (38%). Environ 58% des producteurs sont analphabètes et 42% sont instruits. L'âge moyen des chefs d'exploitation est de 44 ans variant entre 18 et 75 ans. Le nombre moyen d'années de pratique de la riziculture est de 13 ans avec un maximum de 42 ans. Ceci témoigne d'une bonne expérience des producteurs en riziculture. La taille moyenne du ménage est de 9 personnes. La superficie moyenne emblavée en riz est de 0,54 ha et varie entre 0,1 et 3,5 ha avec un écart-type de 0,41. Ce qui permet de dire que la riziculture est pratiquée par des petits producteurs dans cette région.

#### 3.2 Caractéristiques comparées des producteurs en fonction de la connaissance des variétés de riz NERICA

Le tableau 1 indique que les producteurs qui ont été exposés aux variétés NERICA et ceux qui ne les connaissent pas diffèrent de par plusieurs facteurs. Les producteurs qui sont exposés au NERICA ont une plus grande expérience en production de riz que les autres. Ils disposent de plus grande superficie rizicole et sont généralement issus de ménage de grande taille. Le pourcentage d'hommes, d'autochtones et d'instruits est plus élevé parmi les producteurs qui connaissent les NERICA que les autres. Les producteurs qui sont exposés aux NERICA ont tendance à évoluer au sein d'organisation de producteur de riz. Ils ont plus accès au crédit pour la culture du riz, et sont plus en contact avec la recherche et l'encadrement agricoles. Ils ont tendance à participer aux tests de SVP.

**Tableau 1: Caractéristiques socio-économiques en fonction de la connaissance des NERICA**

Variables	Non Exposé	Exposé	Total	Différence	t ou z
Age du chef d'exploitation (moyenne)	43,05	45,02	44,29	-1,96	-1,41
Nombre d'années de pratique de la riziculture du chef d'exploitation (moyenne)	8,85	15,90	13,29	-7,05***	-6,18
Taille du ménage du chef d'exploitation (moyenne)	7,45	9,84	8,96	-2,39***	-3,56
Superficie de riz en ha (moyenne)	0,36	0,65	0,54	-0,29***	-6,09
pourcentage Producteur homme (%)	44,55	77,01	64,98	-0,32***	-5,66
Producteur marié (%)	92,73	95,19	94,28	-0,02	-0,88
Producteur ayant fait l'école formelle (%)	9,09	24,06	18,52	-0,15***	-3,21
Producteur autochtone (%)	60,91	43,85	50,17	0,17***	2,84
Membre d'une organisation de producteur de riz (%)	78,18	94,65	88,55	-0,16***	-4,31
Accès au crédit pour la culture du riz (%)	3,64	32,09	21,55	-0,28***	-5,76
Pratique d'une culture de rente (%)	39,09	29,95	33,33	0,09	1,61
Contact avec la recherche agricole (%)	69,09	87,17	12,12	-0,18***	-3,79
Contact avec l'encadrement agricole (%)	4,55	16,58	80,14	-0,12***	-3,07
Participation aux tests de SVP (%)	2,73	7,49	5,72	-0,05*	-1,71

Source des données: Enquête terrain, 2009.

\* Significatif au seuil de 10%, \*\* Significatif au seuil de 5%. \*\*\* Significatif au seuil de 1%.

### 3.3 Caractéristiques comparées des adoptants et des non adoptants des variétés de riz NERICA

L'analyse statistique indique que les adoptants et les non adoptants des variétés de riz NERICA diffèrent surtout par la taille de la superficie cultivée en riz, la participation aux tests de sélection variétale participative et le contact avec la recherche agricole. Le tableau 2 indique que les producteurs qui ont adopté les NERICA ont une superficie de riz plus grande, 0,63 ha en moyenne contre 0,50 ha pour les non adoptants. Ils sont plus motivés à participer aux tests de SVP et ont plus de contact avec la recherche agricole. En effet, environ 19% des adoptants ont déjà participé à un test de SVP contre seulement 3% pour les non adoptants. De même, 29% des adoptants ont été en contact avec la recherche agricole contre seulement 9% pour les non adoptants.

**Tableau 2: Caractéristiques socio-économiques en fonction du statut d'adoption des NERICA**

Variables	Non adoptants	Adoptants	Total	Différence	t ou z
Age du chef d'exploitation (moyenne)	44,26	44,44	44,29	-0,185	-0,10
Nombre d'années de pratique de la riziculture du chef d'exploitation (moyenne)	13,18	13,81	13,29	-0,624	-0,41
Taille du ménage (moyenne)	8,93	9,10	8,96	-0,170	-0,20
Superficie de riz en ha (moyenne)	0,53	0,63	0,54	-0,104*	-1,66
Producteur homme (%)	65,71	61,54	64,98	4,17	0,57
Producteur marié (%)	93,88	96,15	94,28	-2,27	-0,64
Producteur ayant fait l'école formelle (%)	18,37	19,23	18,52	-0,86	-0,15
Producteur autochtone (%)	49,8	51,92	50,17	-2,12	-0,28
Membre d'une organisation de producteur de riz (%)	89,39	84,62	88,55	4,77	0,98
Accès au crédit pour la culture du riz (%)	21,63	21,15	21,55	0,48	0,08
Pratique d'une culture de rente (%)	31,43	42,31	33,33	-10,88	-1,51
Contact avec la recherche agricole (%)	8,98	26,92	12,12	-17,94***	-3,60
Contact avec l'encadrement agricole (%)	81,51	73,47	80,14	8,04	1,29
Participation aux tests de SVP (%)	2,86	19,23	5,72	-16,37***	-4,62

Source des données: Enquête terrain, 2009. \* Significatif au seuil de 10%, \*\*\* Significatif au seuil de 1%

### 3.4 Connaissance et utilisation des variétés de riz

L'enquête a montré que les producteurs utilisent plusieurs variétés de riz qui peuvent être classées en cinq catégories suivantes (Figure 1):

- les variétés de type NERICA

Ces variétés sont connues par 63% des producteurs de l'échantillon, mais ne sont utilisées que par 17,51% des producteurs de l'échantillon. Les NERICA les plus utilisées sont la FKR 60N (6,06%) et la FKR 62N (7,07%).

- les variétés améliorées non NERICA créées par l'Inera du Burkina Faso

Une soixantaine de variétés améliorées non NERICA a été créée par la recherche rizicole nationale au Burkina Faso. Elles sont utilisées par 50,51% des producteurs de l'échantillon. Les plus utilisées d'entre elles sont la FKR 19 (34,34%), la FKR 14 (11,11%) et la FKR 34 (4,04%).

- les variétés chinoises

Ces variétés ont été introduites à travers la coopération chinoise. Il s'agit des variétés TS 2 et SC 27 qui sont respectivement utilisées par 1,68 et 3,70% des producteurs. Ces variétés sont surtout utilisées en riziculture irriguée.

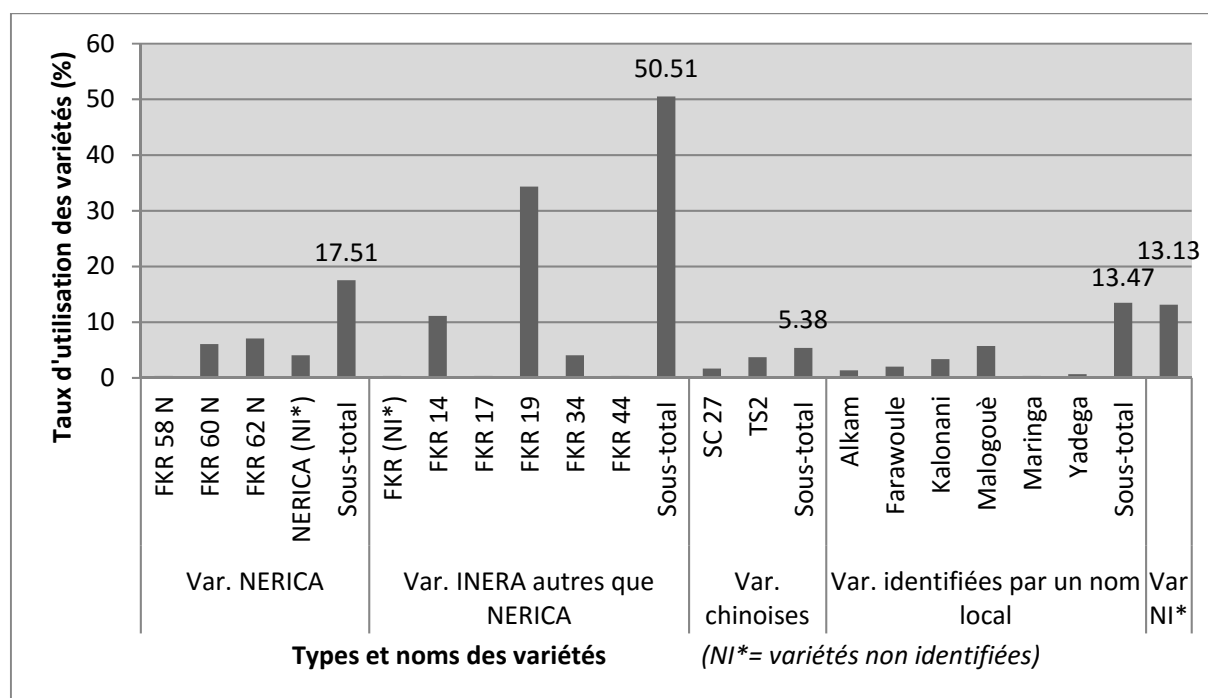
- les variétés désignées par des noms locaux ou de personne

Environ 13,47% des producteurs ont utilisé des variétés identifiées par des noms locaux désignant soit une caractéristique de la variété de riz (*Farawoule, Malougouè, etc.*) ou le nom de la personne qui l'a introduite dans le village (*Maringa, Yadéga*).

- les variétés non identifiées ou inconnues.

Jusqu'à 13,13% des producteurs ont utilisé des variétés pour lesquelles ils n'arrivent pas à attribuer un nom. L'importance de ces variétés non identifiées ou désignées par des noms locaux montre l'ampleur de la méconnaissance des noms des variétés par les producteurs. Ceci interpelle les chercheurs-sélectionneurs sur la dénomination des variétés de riz afin de faciliter la rétention des noms par les producteurs.

D'une manière générale, les variétés les plus utilisées par les producteurs sont caractérisées par une bonne productivité (4 à 7 tonnes/ha), un bon tallage (FKR 62N), une tolérance à la pyriculariose (FKR14, FKR 60N), une tolérance à la sécheresse (FKR 19), une tolérance à la toxicité ferreuse (FKR 62N) et à l'égrenage (FKR 60N) (Inera 2009).



**Figure 1: Taux d'adoption observés des variétés de riz**

Source des données: Enquête terrain, 2009.

### 3.5 Déterminants de la connaissance des variétés de riz NERICA dans l'Ouest du Burkina Faso

Les déterminants de l'exposition sont analysés à l'aide d'un modèle Probit. Les résultats des estimations sont présentés dans le tableau 3. Ils montrent que le modèle est globalement spécifié, car la valeur de la statistique Chi<sup>2</sup> à 13 degrés de liberté qui est de 155 est significative au seuil de 1%. Ce qui permet de rejeter l'hypothèse nulle et de conclure que, statistiquement, tous les coefficients des variables explicatives du modèle d'exposition ne sont pas nuls simultanément. L'analyse de la signification individuelle des coefficients des variables par la statistique (z) indique que le niveau d'éducation, l'expérience en riziculture, la superficie cultivée en riz et l'accès au crédit sont significatifs au seuil de 1% tandis que le sexe masculin et le contact avec la recherche agricole le sont respectivement au seuil de 5 et 10%. L'analyse des effets marginaux indique que l'éducation augmente

la probabilité de connaître les NERICA de 23%. Le contact avec la recherche améliore cette probabilité d'environ 18%. L'expérience en riziculture et la superficie de riz ont un effet positif sur l'exposition aux NERICA. Les producteurs qui ont accès au crédit pour la production du riz ont 40% plus de chance de connaître les NERICA. Cette situation s'explique par le fait que le crédit porte généralement sur les intrants agricoles (dont les semences améliorées) et l'octroi se fait à travers les groupements et les coopératives de producteurs de riz qui constituent des canaux d'exposition aux innovations agricoles (Ouédraogo *et al.* 2010).

**Tableau 3: Résultats de la régression probit de l'exposition aux variétés de riz NERICA**

Variables	Coefficients	Z	Effet marginal (dF/dx)
Genre masculin	0,501**	2,14	0,168**
Age	-0,015	-1,59	-0,005
Marié	-0,002	0,00	-0,001
Education	0,913***	3,24	0,234***
Autochtone	-0,126	-0,60	-0,041
Expérience	0,044***	3,31	0,014***
Taille du ménage	-0,020	-0,83	-0,007
Superficie riz	1,667***	4,07	0,539***
Crédit riz	1,929***	6,45	0,394***
Culture de rente	-0,268	-1,19	-0,089
Vulgarisation	0,350	1,44	0,120
Recherche agricole	0,673*	1,71	0,178*
Test SVP	0,190	0,38	0,058
Constante	-1,140*	-1,78	
N = 295; LR chi <sup>2</sup> (13) = 155,36; Prob > chi <sup>2</sup> = 0; Log likelihood = -116,63; Pseudo R <sup>2</sup> = 0,3998 P observe = 0,6305; P = 0,7416			

\* significatif au seuil de 10%; \*\* significatif au seuil de 5%; \*\*\* significatif au seuil de 1%

### 3.6 Taux d'adoption actuel et potentiel des variétés de riz NERICA

Les résultats de l'estimation du taux d'adoption des variétés de riz NERICA par la méthode semi-paramétrique (pondération de l'inverse du score de propension) sont présentés dans le tableau 4. Il ressort de ce tableau qu'à l'exception du PSB, tous les paramètres estimés sont significatifs au moins au seuil de 5%. Le taux commun d'exposition et d'adoption (JEA) est d'environ 17%.

Le taux d'adoption potentiel de la population (ATE) est de 37% indiquant qu'un producteur pris au hasard dans la population a une probabilité de 37% d'adopter une variété NERICA. Les résultats indiquent un écart d'adoption (GAP) significatif et négatif de -20% confirmant l'existence d'un biais de non exposition des paysans aux variétés NERICA. En effet 63% des producteurs connaissent les NERICA et 27% d'entre eux les ont adoptés (ATE1). Le taux d'adoption parmi les non-exposés, c'est à dire ceux qui ne connaissent pas les NERICA (ATE0) est de 53%.

Contrairement aux résultats de la plupart des travaux sur l'adoption des NERICA (Dontsop Nguezet *et al.* 2010; Dibba *et al.* 2012; Ojehomon *et al.* 2012), il ressort de cette étude que ATE0 est supérieur à ATE1. Ce qui signifie que la probabilité d'adopter les NERICA serait plus élevée au sein des producteurs non exposés que parmi les producteurs exposés. Cette situation peut s'expliquer par le fait que les producteurs exposés aux NERICA connaissent de nombreuses autres variétés améliorées qui sont aussi performantes que les NERICA. Ces variétés NERICA se trouvent en compétition avec les NERICA. Ceci a un effet négatif sur l'adoption des NERICA au sein des producteurs exposés. Par contre, les producteurs non exposés aux NERICA connaissent moins de variétés améliorées si bien qu'il y a plus de chance qu'ils adoptent les NERICA dès qu'ils en auront connaissance.

**Tableau 4: Estimation des taux d'adoption des NERICA par la méthode semi-paramétrique ISPW**

Adoption des NERICA	Paramètre	z
ATE estimés		
ATE	0,368***	3,96
ATE1	0,270**	2,49
ATE0	0,533***	4,36
JEA	0,170**	2,49
GAP	-0,197***	-4,34
PSB	-0,097*	-1,92
Observés		
Ne/N	0,631***	22,4
Na/N	0,173***	7,84
Na/Ne	0,274***	7,84
Nombre d'observation (N)	295	
Nombre d'exposés (Ne)	186	
Nombre d'adoptants (Na)	51	

\* significatif au seuil de 10%; \*\* significatif au seuil de 5%; \*\*\* significatif au seuil de 1%

### 3.7 Déterminants de l'adoption des variétés de riz NERICA dans l'Ouest du Burkina Faso

Les déterminants de l'adoption des NERICA sont analysés à l'aide d'un modèle Probit dont les résultats sont présentés dans le tableau 5. Le modèle est globalement spécifié car la valeur de la statistique  $\chi^2$  (13) qui est de 28, est significative au seuil de 1%. Ce qui permet de conclure que tous les coefficients des variables explicatives du modèle ne sont pas nuls simultanément. Les résultats du modèle indiquent que le genre masculin, le contact avec le service de la recherche et la participation aux tests de SVP sont respectivement significatifs au seuil de 10, 5 et 1%. Le fait d'être homme diminue la probabilité d'adopter les NERICA de 10% tandis que le contact avec la recherche agricole l'augmente de 19%. La SVP reste la variable la plus significative qui détermine l'adoption des variétés de riz NERICA. Elle augmente la probabilité d'adopter les variétés de NERICA de 37%. Le rôle de la SVP dans la diffusion et de l'adoption des NERICA a été démontré dans plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest. Diagne (2006) a montré que la participation aux tests de SVP et l'appartenance à un village de SVP ont tous eu un effet positif sur l'adoption des NERICA en Côte d'Ivoire. Dans le même sens, Adégbola *et al.* (2005), Diagne *et al.* (2009), Ojehomon *et al.* (2012) ont montré que l'appartenance à un village de SVP affectait positivement l'adoption des NERICA respectivement au Bénin, en Guinée et au Nigeria.

**Tableau 5: Résultats de régression probit du modèle d'adoption des NERICA**

Variables	Coefficients	z	Effet marginal (dF/dx)
Genre masculin	-0,391*	-1,70	-0,098*
Age	-0,001	-0,14	0,000
Marié	0,373	0,83	0,074
Education	0,0003	0,00	0,0001
Autochtone	0,089	0,42	0,021
Expérience	0,001	0,10	0,000
Taille du ménage	-0,016	-0,73	-0,004
Superficie riz	0,259	0,89	0,061
Crédit riz	0,099	0,41	0,024
Culture de rente	0,345	1,56	0,087
Vulgarisation	-0,240	-0,98	-0,061
Recherche agricole	0,653**	2,35	0,191**
Test SVP	1,086***	2,96	0,362***
Constante	-1,207*	-1,90	

N = 295; LR  $\chi^2$  (13) = 28,61; Prob >  $\chi^2$  = 0,0074. Log likelihood = -121,52; Pseudo R<sup>2</sup> = 0,1053. P observé = 0,1729; P prédit = 0,1533

\* significatif au seuil de 10%; \*\* significatif au seuil de 5%; \*\*\* significatif au seuil de 1%.

#### 4. Conclusion

La présente étude avait pour objectif d'estimer le taux d'adoption actuel et potentiel des variétés de riz NERICA dans l'Ouest du Burkina Faso et d'identifier les déterminants de leur diffusion et adoption. L'étude a utilisé les méthodes modernes de l'évaluation de l'impact notamment la méthode ATE qui a permis d'évaluer la demande potentielle des variétés de riz NERICA séparée des questions relatives à la dissémination et à l'accès à la technologie. Elle a mis en exergue l'existence d'un biais de non exposition significatif lié à l'état de la diffusion incomplète des NERICA au Burkina Faso. Les résultats de l'étude ont montré que le taux d'adoption potentiel des NERICA serait de 37% si toute la population avait été exposée, contre un taux d'adoption observé de 17%. Il existe donc un écart d'adoption de 20% qui indique qu'il existe des possibilités d'améliorer l'adoption des NERICA en agissant sur leur diffusion. L'étude a mis également en exergue les facteurs qui déterminent significativement la connaissance et l'adoption des variétés NERICA. Il s'agit du genre masculin, du niveau d'éducation, de l'expérience en riziculture, de l'accès au crédit, de la superficie cultivée en riz et du contact avec la recherche agricole qui affectent positivement l'exposition aux NERICA, et du contact avec la recherche agricole et la participation aux tests de SVP qui favorisent l'adoption de ces variétés. Ces résultats montrent clairement que la recherche agricole a un rôle fondamental à jouer aussi bien dans la diffusion que dans l'adoption des variétés NERICA à travers la mise à la disposition de l'information sur ces variétés aux paysans. Il ressort de cette étude que le problème de l'information n'est pas la seule contrainte à l'adoption des NERICA. Les problèmes de disponibilité de semence et de compétitivité des NERICA avec d'autres variétés améliorées performantes de riz disponibles sur le terrain contribuent à expliquer la faible adoption des NERICA.

Ces résultats suggèrent qu'il faut entreprendre d'avantage d'actions dans le sens de la mise en relation entre les paysans et la recherche agricole pour permettre une plus grande visibilité des résultats de la recherche variétale. La sélection variétale participative se positionne comme une approche novatrice de diffusion des variétés à promouvoir dans ce sens. Aussi, l'organisation des journées portes ouvertes sur les produits de la recherche, des foires de semence et d'autres types de fora peuvent contribuer à cette fin. Par ailleurs, il est important de promouvoir la production de semence en quantité et en qualité pour accompagner l'adoption des NERICA. Enfin, la recherche variétale devrait travailler à améliorer les performances déjà appréciables des NERICA pour les rendre plus compétitives par rapport autres variétés améliorées. La conjugaison de ces actions permettra sans doute de booster l'adoption des NERICA au Burkina Faso en vue d'accroître la productivité et le revenu rizicoles pour une sécurité alimentaire durable des ménages.

#### Remerciements

Aux termes de cette étude, les auteurs adressent leurs sincères remerciements à l'Agence japonaise de coopération internationale (JICA) pour le financement de l'enquête, le Centre de riz pour l'Afrique (AfricaRice) pour l'appui technique et les lecteurs anonymes pour leur observations qui ont permis de finaliser cet article.

#### Références bibliographiques

- Abadie A, 2001. Semiparametric instrumental variable estimation of treatment response models. John F. Kennedy School of Government, Harvard University, Cambridge MA.
- Adégbola P, Arouna A, Diagne A & Adékambi SA, 2005. Déterminants socio-économiques et taux d'adoption et d'intensité d'adoption des nouvelles variétés de riz NERICA au Centre du Bénin. Miméo, INRAB.
- Adekambi AS, Diagne A, Simtowe FP & Biaou G, 2009. The impact of agricultural technology adoption on poverty: The case of NERICA rice varieties in Benin. Paper prepared for presentation

- at the International Association of Agricultural Economists' 2009 Conference, 16–22 August, Beijing, China.
- Adesina AA & Baidu-Forson J, 1995. Farmers' perceptions and adoption of new agricultural technology: Evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. *Agricultural Economics* 13: 1–9.
- Angrist JD, Imbens GW & Rubin DB, 1996. Identification of causal effects using instrumental variables. *Journal of the American Statistical Association* 91: 444–55.
- Bazié YG, Guissou SR, Ilboudo WFA & Mas Aparisi A, 2014. Analyse des incitations par les prix pour riz au Burkina Faso. Série de notes techniques, SPAAA, FAO, Rome.
- Brodaty T, Crépon B & Fougère D, 2007. Les méthodes micro-économétriques d'évaluation et leurs applications aux politiques actives de l'emploi. *Économie et Prévision* 177(1): 93–118.
- Centre du riz pour l'Afrique (Adrao), 2008. Guide pratique de la culture des NERICA de plateau. Cotonou, Bénin.
- Chambers R, Karlan D, Ravallion M & Rogers P, 2009. Méthodologie de l'évaluation d'impact: présentation de différentes approches. Working Paper 4 (In French), Initiative Internationale pour l'évaluation d'impact-3ie.
- Diagne A, 2006. Diffusion and adoption of NERICA in Cote d'Ivoire. *The Developing Economies* 44(2): 208–31.
- Diagne A, 2009. Technological change in smallholder agriculture: Bridging the adoption gap by understanding its source. CEGA Working Paper Series No. AfD-0905. Center of Evaluation for Global Action, University of California, Berkeley.
- Diagne A & Demont M, 2007. Taking a new look at empirical models of adoption: Average treatment effect estimation of adoption rates and their determinants. *Agricultural Economics* 37: 201–10.
- Diagne A, Sogbossi MJ, Simtowe F, Diawara S, Diallo AS & Barry AB, 2009. Estimation of actual and potential adoption rates and determinants of a new technology not universally known in the population: The case of NERICA rice varieties in Guinea. Paper prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists' 2009 Conference, 16–22 August, Beijing, China.
- Dibba L, Diagne A, Fialor SC & Nimoh F, 2012. Diffusion and adoption of new rice varieties for Africa (NERICA) in the Gambia. *African Crop Science Journal* 20(1): 141–53.
- Dontsop Nguezet PM, Diagne A & Okoruwa VO, 2010. Estimation of actual and potential adoption rates and determinants of improved rice variety among rice farmers in Nigeria: The case of NERICAs. AAAE Third Conference/AEASA 48th Conference, 19–23 September, Cape Town, South Africa [African Association of Agricultural Economists (AAAE) & Agricultural Economics Association of South Africa (AEASA)].
- Iglokwe EM, 2001. Adoption of rice production techniques among wetland farmers in southeastern Nigeria. *Tropicultura* 19(4): 180–3.
- Imbens GM & Wooldridge JM, 2008. Recent development in the econometrics of programme evaluation. Working Paper 14251, National Bureau of Economic Research, Cambridge.
- Inera, 2009. Fiche technique riziculture irriguée. Fiche technique, Inera, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
- Masa/Dgper, 2010. Résultats définitifs de la campagne agricole et de la situation alimentaire et nutritionnelle 2009/2010. Ouagadougou, Burkina Faso.
- Masa/Dgper, 2014. Résultats définitifs de la campagne agricole et de la situation alimentaire et nutritionnelle 2013/2014. Ouagadougou, Burkina Faso.
- McFadden D, 1973. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In Zarembemka P (ed.), *Frontiers in econometrics*. New York: Academic Press.
- Ojehomon VET, Adewumi MO, Omotesho OA, Ayinde K & Diagne A, 2012. Adoption and economics of new rice for Africa (NERICA) among rice farmers in Ekiti State, Nigeria. *Journal of American Science* 8(2): 423–9.
- Ouédraogo M, Dembélé Y & Somé L, 2010. Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements des précipitations: cas des paysans du Burkina Faso. *Sécheresse* 21(2): 87–96.

- Parienté W, 2008. Analyse d'impact: l'apport des évaluations aléatoires. Stateco n°103: 5–17.
- Rogers EM, 1983. Diffusion of innovations. Third edition. The Free Press, London.
- Rubin DB, 1974. Estimating causal effects of treatments in randomized and non-randomized studies. *Journal of Educational Psychology* 66: 688–701.
- Rubin DB, 1977. Assignment to treatment on the basis of a covariate. *Journal of Educational Statistics* 2(1): 1–26.
- Seck PA, Togola A, Touré A & Diagne A, 2013. Propositions pour une optimisation des performances de la riziculture en Afrique de l'Ouest. *Cah. Agric.* 22: 361–8. doi:10.1684/agr.2013.0646
- Traoré B & Dabo K, 2012. Interactions population-production agricole au Sahel et en Afrique de l'Ouest: Constat d'un déséquilibres et proposition pour des perspectives meilleurs. *Etude et recherche Sahéliennes* n° 16, Institut du Sahel.
- Van den Ban AW, Hawkins HS, Brouwers JH & Boon CAM, 1994. La vulgarisation rurale en Afrique. Karthala, Paris.