

# Impact de l'adoption des variétés améliorées de riz SAHEL sur le rendement et le revenu global des riziculteurs au Sénégal : approche de l'effet marginal de traitement

---

Blaise Waly BASSE\*

## Résumé

Cette étude examine l'impact de l'adoption des variétés améliorées de riz SAHEL sur le rendement et le revenu global des riziculteurs. Elle a utilisé l'approche de l'effet marginal du traitement (MTE), en se basant sur des données coupes transversales de 1451 riziculteurs venant des trois écologies du Sénégal. Les principaux résultats indiquent que l'adoption des variétés SAHEL a un impact positif et significatif sur le rendement rizicole et le revenu global des riziculteurs.

**Mots-clés :** Riz SAHEL, Adoption, Impact, Sénégal.

## Impact of improved SAHEL rice varieties adoption on yield and income in rice farmers in Senegal: marginal treatment effect (MTE) approach

### Abstract

This study examines the impact of SAHEL rice varieties adoption on yield and income among rice farming household in Senegal. It used the marginal treatment effect (MTE) approach, using cross-sectional data of 1451 farmers from the rice ecologies of Senegal namely upland, lowland and irrigated. The findings reveal a robust positive and significant impact of SAHEL variety adoption on yield and income.

**Keywords:** SAHEL rice, adoption, impact, Senegal

### Introduction

Le Sénégal dépend structurellement des importations de riz pour assouvir ses besoins alimentaires. Ces importations s'élèvent aujourd'hui à 190,5 Milliards de francs CFA et provoquent un déficit de 16 % de la balance commerciale (ANSD, 2013). Il est clair que le manque à gagner pour les producteurs et l'économie nationale est considérable. Cette situation a conduit l'Etat à promouvoir la culture du riz dont l'intensification et l'accroissement des productions devraient contribuer à améliorer la couverture des besoins céréaliers des populations (Dieng *et al.*, 2011). Toutefois, accroître la productivité agricole est une tâche ardue et dépend de plus en plus de la dissémination et de l'adoption<sup>1</sup> de variétés à haut rendement. Plusieurs études<sup>2</sup> confirment cette causalité et stipulent que l'adoption des variétés à haut rendement constitue un instrument de

---

\* Université Assane de Ziguinchor, Département Economie et Gestion, BP 523 Ziguinchor- SENEGAL ;  
E-mail: bwbasse@univ-zig.sn ; Tél: +221 77 481 86 53

<sup>1</sup> Rogers (1983) considère que l'adoption ne doit pas être vue comme un simple choix mais plutôt une série d'évènements menant à l'utilisation continue de la technologie étudiée. Dans ce sens, Rogers (1995) trouve cinq éléments qui détermineraient l'adoption ou la diffusion d'une nouvelle technologie. Ce sont l'avantage relatif, la compatibilité, la complexité, la testabilité et l'observabilité.

<sup>2</sup> Pour plus de détails sur l'apport des variétés à haut rendement, voir Mendola (2007) ; Diagne *et al.* (2012) ; Dontsop-Nguezet *et al.*, (2011).

politique économique en matière de lutte contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire. Actuellement, il est admis que la contribution de l'extension des superficies cultivées sur le rendement est insignifiante (Hossain, 1989, cité par Mendola, 2007) et est devenue une source minimale de croissance à l'échelle mondiale et une source négative en Asie et en Amérique Latine (de Janvry *et al.* 2000). En outre, quand on regarde l'évolution du croît démographique et les changements climatiques, on admet facilement que cette forme de croissance doit être articulée avec celle basée sur des technologies agricoles améliorées.

Cependant, Omilola (2009) montre que les nouvelles technologies agricoles ne conduisent pas expressément à la réduction de la pauvreté dans les pays pauvres. En effet, les barrières à l'adoption de la technologie, les dotations initiales des actifs et les contraintes à l'accès au marché peuvent nuire la capacité des petits producteurs à participer pleinement aux bénéfices de la croissance de la productivité agricole (Schneider et Gugerty, 2011). De plus, Suri (2011) observe que l'adoption des technologies nouvelles engendrent généralement des coûts, de sorte que les fermiers ayant des rendements faibles n'adoptent pas ces technologies. Ce débat, contradictoire mais intéressant, mérite d'être poursuivi dans le cas du Sénégal afin de montrer réellement l'apport des variétés améliorées de riz SAHEL sur le rendement et le revenu global des riziculteurs. Le présent article est organisé comme suit : la section suivante discute des matériels et méthodes, suivie de l'origine, du processus de dissémination et des caractéristiques potentielles des variétés SAHEL. A la section 4, l'impact des SAHEL sur le rendement rizicole et le revenu global, estimés avec l'approche MTE, est discuté.

## Matériels et méthodes

### Matériels

Les données servant à l'analyse sont issues d'une enquête auprès des riziculteurs et des organisations paysannes réalisées par l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), la Direction de l'Analyse, de la Prévision et des Statistiques (DAPS), le Centre du riz pour l'Afrique (AfricaRice) et l'Agence Japonaise pour la Coopération Internationale (JICA en anglais) dont les travaux de collecte ont eu lieu en 2009.

Afin de tenir compte de la représentativité et de l'hétérogénéité des systèmes de production, une enquête par sondage stratifié à deux étapes a été faite. Au premier degré et dans la strate des zones irriguées les villages ou organisations paysannes ont été tirés au hasard et au second degré ce sont les exploitants rizicoles qui ont été tirés. Dans la strate des zones non irriguées, les méthodes de tirages employées ont été, au premier degré, un tirage avec remise des villages avec probabilité inégale proportionnellement à leur taille en ménages ruraux et, au second degré, un tirage sans remise avec probabilité égale des ménages rizicoles. Ainsi, l'univers d'enquête a été découpé en 10 strates suivant un critère agro-écologique dans les zones<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> L'enquête RiceStat s'est déroulée dans toutes les régions productrices de riz à l'exception de la région de Kaolack notamment dans la zone de Niore où un projet en riziculture de bas-fonds était en phase de conception pour le compte d'un Groupement de Promotion Féminin (GPF). Dans la strate des zones irriguées (Delta (dépt de Saint-louis et Dagana), Moyenne Vallée (dépt de Podor, Matam et Kanel), Haute Vallée (dépt de Bakel), Anambé (dépt de Vélingara)) et dans la strate des zones non irriguées (Centre du Sénégal oriental (dépt de Tamba), Kédougou (dépt de Kédougou, Salémata et Saraya), Sud-Ouest du Bassin arachidier (dépt de Fatick et Foundiougne), Haute Casamance (dépt de Kolda, Vélingara, et Médina Yoro Foulah), Moyenne Casamance (dépt de Sédiou, Goudomp et Bounkiling), Basse Casamance (dépt de Bignona, Ziguinchor et Oussouye).

La taille totale de l'échantillon avait été calculée et fixée à 200 OP et villages constituant le premier degré. Dans chaque unité tirée au premier degré, 10 producteurs sont enquêtés, ce qui aurait dû donner un total de 2000 exploitants enquêtés. Mais faute de temps et de moyens, l'échantillon n'a pas été complet dans certaines zones de telle sorte que 1451 producteurs ont été enquêtés.

### Méthodologie d'évaluation d'impact des variétés SAHEL

La définition et l'identification des effets de traitements et d'autres paramètres d'impact utilisant le cadre MTE nécessite une formulation explicite d'une *équation de sélection* qui détermine les valeurs prises par la variable statut de traitement (Diagne et al. 2012). Comme Heckman et vytlacil (1999, 2007a, 2007b) et Heckman (2010), supposons un modèle à variable latente qui génère la variable indicatrice  $A$ . Plus précisément, nous supposons que l'assignation au traitement pour l'indicateur est généré par une variable latente  $A_i^*$ .

$$A^* = \mu_A(Z) - V_A(I)$$

$$A = I \text{ si } A^* \geq 0, = 0 \text{ sinon.}$$

Où  $u_A(\cdot)$  est une fonction à valeur réelle qui représente le gain individuel lié à l'adoption,  $Z$  un vecteur de variables aléatoires observées et à valeur réelle,  $V$  est un scalaire de variable aléatoire inobservée,  $A^*$  est l'utilité nette liée à l'adoption de la technologie. Cette *équation de sélection* est spécifiée comme étant la différence entre les bénéfices et les coûts de l'adoption (Björklund et Moffitt, 1987). Par conséquent, l'adoption des variétés améliorées de riz peut être caractérisée par :

$$u_A(Z) - V \geq 0 \quad (2)$$

L'équation du résultat potentiel issu de l'adoption de la technologie est  $Y_1 = \mu_1(X, U_1)$  et le résultat potentiel pour la non-adoption est  $Y_0 = \mu_0(X, U_0)$ , où  $X$  est un vecteur de variables observées et  $(U_1, U_0)$  sont des variables aléatoires inobservées.

Maintenant, supposons que la variable aléatoire  $V$  est distribuée de façon continue avec une fonction cumulative  $F_V$ . Nous pouvons donc transformer les deux termes de l'équation (2) sans changer le sens de l'inégalité car  $F_V$  est non décroissante. L'équation (2) est équivalent à :

$$F_V(u_A(Z)) - U_A \geq 0 \quad (3)$$

Où  $U_A \equiv F_V(V)$  est une variable aléatoire, uniformément distribuée sur l'intervalle  $[0,1]$ . Avec cette transformation monotone de l'utilité indirecte nette, l'adoption de la variété par le riziculteur peut être écrite de façon équivalente impliquant uniquement les variables aléatoires  $A$ ,  $Z$  et  $U_A$  et la fonction du score de propension  $P$ .

$$A = I_{\{P(Z) - U_A \geq 0\}} \quad (4)$$

Où  $P(\cdot)$  est la fonction du score de propension défini comme la probabilité conditionnelle d'adoption sur le vecteur aléatoire observé  $Z = z$ , prenant la valeur  $z$  :  $P(z) \equiv Pr\{A = 1 | Z = z\} = Pr\{u_A(z) \geq V | Z = z\} = F_V(u_A(z))$ . Cette fonction joue un rôle central dans les modèles utilisant la variable instrumentale qui satisfassent les conditions d'indépendance et de monotonie de Imbens et Angrist (1994). Elle est aussi une transformation monotone de l'utilité indirecte nette observée de l'adoption (Diagne *et al.*, 2012).

Sous certaines hypothèses<sup>4</sup>, le paramètre MTE est défini comme suit (Heckman, 2010) :

$$MTE(u,x) = E(Y_1 - Y_0 | X = x, U_A = u) \quad (5)$$

Ce paramètre, défini par une espérance conditionnelle, est obtenu indépendamment d'un instrument (Heckman et Vytlačil, 2007b). Il est défini comme étant le revenu moyen de l'adoption pour les individus ayant les caractéristiques observables  $X = x$  et inobservables  $U_A = u_A$ <sup>5</sup>.

Heckman et Vytlačil (1999) ont développé la méthode de la variable instrumentale locale (LIV)<sup>7</sup> pour estimer le paramètre MTE. La méthode LIV est basée sur une estimation de la fonction d'espérance conditionnelle  $E(Y|X = x, P(Z) = p)$ , où  $P(\cdot)$  est la fonction du score de propension. Une autre approche consiste à utiliser une procédure en deux étapes qui estime la fonction du score de propension  $P(z)$  dans une première étape (par une procédure logit ou probit) et utilise le score de propension prédit comme variable explicative, avec le vecteur  $X$  pour estimer l'espérance conditionnelle dans une régression paramétrique qui peut impliquer des fonctions polynomiales de  $p$  (cette dernière approche est retenue dans le cadre de cette étude avec une hypothèse supplémentaire de normalité de la variable aléatoire inobservée  $V$ ).

## Origine des variétés SAHEL

L'utilisation des variétés traditionnelles<sup>6</sup> était un obstacle majeur non seulement à l'amélioration des rendements mais également à la rentabilité de la filière riz. Ainsi, l'ADRAO<sup>7</sup> et l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) à travers des activités de recherche et de partenariat avec les structures de développement et d'encadrement de la riziculture irriguée ((Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du fleuve Sénégal et des Vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED), la Direction Régional du Développement Rural (DRDR)) ont introduit les variétés SAHEL en 1994/1995 dans la Vallée du Fleuve Sénégal. Ces variétés proviennent de l'Institut International de Recherche sur le Riz (IRRI) (Philippines), du Bangladesh et du Nigeria. L'objectif était de créer des variétés à haut rendement mais aussi à cycle court et moyen pour la double culture. Cela a nécessité un processus de diagnostic de long terme avec des tests agronomiques. D'abord ces variétés ont subi une caractérisation appelée *Initial Evaluation Test* (IET) où toutes les variétés qui ne répondaient pas à l'environnement ont été éliminées. Sur les 200 variétés environ qui ont été retenues au départ, il ne restait que 50 à 60 qui ont subi la phase Observationnel Nursery (ON). L'accent est mis dans ce cas sur le rendement, la hauteur des plants, le type de grain etc. Cette étape a permis d'avoir des variétés à cycle court (95 à 110 jours) et à cycle moyen (110 à 125 jours). Ces deux phases ont à peu près durées chacun deux ans. Dans la phase *Preliminary Yield Trial* (PYT) les 15 à 25 variétés retenues sont semées dans des parcelles de façon répétitives en prenant comme témoin les variétés JAYA et IKONG PAO qui étaient les meilleures variétés en termes de rendement, de stabilité et de qualité et de grain (Fall, 2005) durant cette période. Parallèlement à ce niveau, qui a duré deux

<sup>4</sup> Pour définir et identifier les paramètres d'impact, des hypothèses (en plus de l'hypothèse de séparabilité additive  $H_0$ ) sont nécessaires qui sont données dans Heckman et Vytlačil, 2007b).

<sup>5</sup> Voir Diagne *et al.* (2012) pour plus d'informations sur l'interprétation de ce paramètre.

<sup>6</sup> Pour plus de détails sur ces variétés JAYA et IKONG PAO, voir Fall (2005).

<sup>7</sup> ADRAO (association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest), devenu centre du riz pour l'Afrique, est l'un des 16 centres internationaux de recherche agricole soutenus par le groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI). Aujourd'hui l'appellation est changée pour devenir AfricaRice (Centre du riz pour l'Afrique)

ans, ces variétés sont soumises au test de salinité, de qualité de grain et de Rice Garden ou elles ont été semées de Janvier à Décembre. Cet exercice a permis d'avoir des variétés performantes durant l'hivernage et la contre saison. Cette étape sera suivie du *Advanced Yield Trial* (AYT) où les meilleures sur les 6 à 8 variétés restantes ont été retenues. En collaboration avec l'ISRA, la DRDR, la SAED et les organisations paysannes un *Multi local Variation trial* a été organisé dans la Vallée du Fleuve plus précisément dans les départements de Dagana, Podor, Matam et Bakel. Les riziculteurs de la Vallée ont été donc les premiers bénéficiaires du projet de dissémination des variétés SAHEL. Ces sites ont été choisis sur la base de leurs potentialités de production, l'intérêt et la motivation démontrée par les riziculteurs. Les avantages potentiels de cette sélection par voie participative (PVS) sont la rapidité avec laquelle les variétés arrivent aux producteurs et l'augmentation des taux d'adoption des nouvelles variétés (AfricaRice, 2010). Après toutes ces années de compilation de résultats (entre 8-10 ans) ces variétés<sup>8</sup> ont été finalement approuvées par la Division des semences (DISEM). Ainsi les variétés IR 13240 (IRRI), de BW 293 (Bangladesh) et ITA 306 (Nigeria), prenant respectivement les noms d'homologation de SAHEL 108 (cycle court), SAHEL 201 et SAHEL 202 (cycle moyen), ont été homologuées et introduites en 1994/1995. Actuellement ces variétés sont cultivées dans toutes les zones agro écologiques du pays du fait de leur caractéristique plastique.

## Résultats et discussion

### Statistiques descriptives des exploitants rizicoles

Cette partie présente les caractéristiques sociodémographiques des exploitants rizicoles étudiées (voir tableau I). Ces exploitants sont constitués pour 91,71 % d'hommes et 8,3 % de femmes. Dans la sous population des adoptants et des non adoptants les femmes représentent respectivement 10,33 % et 6,2 %. Au moment de l'enquête l'âge des riziculteurs étudiés varie entre 20 et 90 avec une moyenne de 53(±13,2) ans avec une différence statistique significative entre les adoptants et les non adoptants. La taille moyenne d'une exploitation rizicole familiale est estimée à 10,3<sup>9</sup> (±5) dont 10 en moyenne pour les non adoptants et 10,7 pour les adoptants. Il ressort également de l'analyse du tableau I que 38,2 % des chefs d'exploitations rizicoles ne savent ni lire et écrire. Ce taux est élevé dans la sous population des non adoptants (40,6 %). Parmi les chefs d'exploitants ayant un niveau primaire (20,6 %), 22,5 % sont des non adoptants. De plus, 92,3 % des exploitants rizicoles étudiés sont mariés, 2,6 % sont célibataires, 4,8 % sont veufs/veuves et 0,3 % sont divorcés. L'agriculture est l'activité principale des riziculteurs étudiés (91,3 %) alors que toutes les autres activités confondues n'occupent que 8,7 % des enquêtés.

---

<sup>8</sup> Pour plus de détails sur les caractéristiques agronomiques, morphologiques, organoleptiques et technologiques... de ces variétés, voir Traoré *et al.* (2010).

<sup>9</sup> Ce chiffre s'approche de la moyenne nationale qui est de 10 et confirme les résultats obtenus dans d'autres études (ISRA/BAME, 2008).

**Tableau I.** Caractéristiques démographiques et socio-économiques suivant le statut d'adoption

Caractéristiques	Adoptants	Non-adoptants	Total	Différence de test
Nombre d'observations	737	714	1451	
<b>Facteurs socio-démographiques</b>				
Proportion de femmes (%)	10,31(1,12)	6,16(0,90)	8,27(0,72)	-4,14***
Proportion d'hommes (%)	89,68(1,12)	93,82(0,90)	91,71(0,72)	4,13***
Age (moyenne)	52,68(47,62)	55,18(50,15)	53,91(34,69)	2,49***
Taille ménage (moyenne)	10,68(0,19)	10,02(0,18)	10,35(0,13)	-0,66***
Nombre d'années de résidence dans le village	45,11(0,60)	50,75(0,62)	47,88(0,44)	5,63***
<b>Situation matrimoniale</b>				
Marié	93,18(0,93)	91,44(1,04)	92,32(0,69)	1,74*
Célibataire	2,31(0,55)	2,94(0,63)	2,62(0,42)	0,62
Veuf ou Veuve	4,35(0,75)	5,18(0,83)	4,76(0,56)	0,82
Divorcé	0,13(0,13)	0,42(0,24)	0,27(0,13)	0,28
<b>Niveau d'éducation</b>				
% primaire	18,72(1,43)	22,54(1,56)	20,60(1,06)	3,82**
% secondaire	2,98(0,62)	5,88(0,88)	4,41(0,53)	2,89***
% moyen	1,67(0,81)	1,57(1,16)	7,92(0,72)	0,09
% sans éducation	35,82(1,76)	40,61(1,83)	38,18(1,27)	4,79**
<b>Activités primaires</b>				
Agriculture	93,16(0,93)	89,40(1,15)	91,31(0,74)	-3,75***
Elevage	0,13(0,13)	0,28(0,19)	0,20(0,12)	0,14
Pêche	0,95(0,36)	0,42(0,24)	0,69(0,21)	-0,53
Commerce	0,41(0,23)	0,14(0,14)	0,77(0,13)	-0,26
Commerce	10,86(1,16)	8,93(1,07)	9,90(0,79)	-1,92

Note : \*\*\*,\*\* et \* significative au seuil de 1%, 5% et 10%. Source : Enquête DAPS/ISRA/AFRICARICE/JICA (2009)

### Impact des variétés SAHEL sur le rendement selon le genre

Les estimations du LATE, LATT, LATU (tableau II) montrent que l'adoption des SAHEL a conduit sur le rendement des riziculteurs un gain de +0,872 kg dans la sous-population des adoptants potentiels (LATE), +1,106 kg dans la sous-population des adoptants réels (LATT) et +0,479 kg pour les non-adoptants potentiels (LATU). Cependant, la désagrégation par genre révèle que l'adoption des SAHEL n'a qu'un effet positif et significatif au niveau des ménages dirigés par des hommes (+0,913 kg). Les disparités entre hommes et femmes chefs de ménages

riziculteurs sont fortes et selon ISRA/BAME (2008) c'est une situation normale et s'explique par le fait que généralement les femmes n'ont pas accès à la terre. Traditionnellement, le domaine de la riziculture a été pendant longtemps le monopole des hommes en dehors de la région naturelle de Casamance où les femmes en sont les principales actrices. Il faut donc infléchir cette tendance en impliquant davantage les femmes dans des programmes de développement local.

**Tableau II.** Impact des variétés SAHEL sur le rendement selon le genre

Variable		LATE	LATE1	LATE0
Rendement	Homme	0,913***	1,449***	1,329**
		(0,18)	(0,20)	(0,52)
	Femme	0,306	0,548	-0,140
		(1,00)	(1,02)	(0,96)
	Total	0,872***	1,106***	0,479**
		(0,177)	(0,169)	(0,232)

Note : les chiffres entre parenthèses représentent les écarts types. Légende : \*p<0,1, \*\*p<0,05 et \*\*\*p<0,001.

Source : enquête JICA, ISRA, AfricaRice, DAPS, 2009.

### Impact des variétés SAHEL sur le rendement par zone agro-écologique

L'analyse par zone agro-écologique (tableau III) soulève un impact positif statistiquement significatif plus élevé dans les zones irriguées (Delta et Moyenne Vallée) que dans les bas-fonds avec respectivement +1,632 kg et +0,330 kg. En effet, la zone irriguée bénéficie d'aménagements hydro-agricoles favorables à la production et d'autre part, non seulement elle est sujette aux interventions de beaucoup d'institutions (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, le Centre du Riz pour l'Afrique (AfricaRice), Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal (CNCAS), etc.) mais aussi de structures d'encadrement et de vulgarisation des nouvelles technologies (variétés améliorées, aménagements, utilisation des herbicides, etc.) de productions de riz (SAED, DRDR, etc.). En plus les producteurs de cette zone disposent de grandes superficies et utilisent des systèmes de productions plus mécanisées. Cette performance de la Vallée en matière de production et de productivité a été démontrée par plusieurs études (ISE/PNUE, 2005 ; Fall, 2005 ; Dieng *et al.*, 2011).

Toutefois, dans notre étude, il est important de noter que l'adoption des SAHEL dans le Bassin de l'Anambé n'était pas significative en 2009. Avec une production marginale, le Bassin de l'Anambé n'est pas compétitif avec des rendements de l'ordre 2 à 3 t/ha. Les mauvaises performances du système de l'Anambé résultent principalement de la faible technicité de la production, de l'utilisation peu efficiente des recommandations sur les pratiques culturales et de l'accès difficile des producteurs au crédit pour l'acquisition à temps des intrants en raison du non remboursement de leurs créances auprès de la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal (ISE/PNUE, 2005). Conjugués à une forte consommation en intrants et aux coûts hydrauliques élevés, la culture irriguée de l'Anambé n'est pas compétitive avec un CRI de 2,94<sup>10</sup>. Les riziculteurs de la Vallée sont mieux organisés et bénéficient d'un minimum de 20 à 25 ans d'expérience

<sup>10</sup> Voir ISE/PNUE (2005) pour plus de détails.



du système irriguée contrairement aux producteurs de la zone de l'Anambé qui ont moins de 10 ans d'expérience dans ce domaine. Ce qui signifie que des efforts doivent être davantage consentis dans cette zone en matière d'accroissement de la productivité et d'assainissement du crédit agricole pour asseoir les bases solides d'un développement durable de la filière rizicole. Au niveau du système pluvial et de bas-fonds, l'étude révèle un gain de +0,330 kg statistiquement significatif au seuil de 10 %. Dans ces zones, le riz est destiné à l'autoconsommation. Néanmoins, la Casamance qui obtient 1 t/ha avec très peu d'intrants est plus rentable que le Bassin de l'Anambé (ISE/PNUE, 2005). L'adoption des SAHEL en Basse Casamance augmente le rendement des riziculteurs de +0,360 kg et dans la sous-population des adoptants réels, l'impact est de +0,322 kg et est statistiquement significatif au seuil de 1%.

**Tableau III.** Impact des variétés SAHEL sur le rendement par zone agro-écologique

Variables	LATE	LATE1	LATE0
Zone irriguée	1,632*** (0,205)	1,637*** (0,206)	1,557*** (0,24)
Zone pluviale	0,330* (0,179)	0,248** (0,123)	0,387 (0,24)
Bassin de l'Anambé	0,309 (0,26)	0,314 (0,26)	0,158 (0,21)
Rendement			
Sénégal oriental	0,852*** (0,26)	0,714*** (0,24)	1,484*** (0,31)
Kédougou	0,306 (0,24)	0,281 (0,25)	0,409 (0,43)
Bassin arachidier	0,175 (0,16)	0,134 (0,13)	0,537 (0,86)
Basse Casamance	0,360* (0,20)	0,322*** (0,12)	0,376 (0,26)

Note : les chiffres entre parenthèses représentent les écarts types. Légende : \*p<0,1, \*\*p<0,05 et \*\*\*p<0,001.  
Source : enquête JICA, ISRA, AfricaRice, DAPS, 2009.

### Impact des variétés SAHEL sur le revenu global des riziculteurs

Les estimations des paramètres LATE, LATT et LATU (tableau IV) pour le revenu global<sup>11</sup> indiquent que l'adoption des SAHEL a induit un gain moyen de 111 211,10 F CFA, 117 808 F CFA et 100 510,70 FC FA respectivement. L'impact a été plus élevé dans les deux cas au niveau des ménages dirigés par des hommes (114 948,20 F CFA, 123 440,20 F CFA et 101 429,70 F CFA) que ceux dirigés par des femmes (70 043,17 F CFA, 55 277,76 F CFA et 103 916,70 F CFA). Cet impact positif de l'adoption des SAHEL sur le revenu n'est pas une surprise. En effet, même si l'adoption des SAHEL n'a pas un effet direct sur le revenu, ce dernier peut être affecté à travers

<sup>11</sup> Le revenu global est composé du revenu rizicole, autre revenu agricole et du revenu non agricole. La production rizicole destinée à l'autoconsommation (bassin arachidier, Kédougou, Sénégal oriental, la moyenne et la basse Casamance et pour certains producteurs qui n'ont pas commercialisés) la production a été valorisée au prix de 10 000 F CFA le sac de 50 kg



les rendements. Si l'adoption des SAHEL a un impact positif et significatif sur le rendement, alors on devrait s'attendre à des effets similaires sur le revenu. Cependant, il faut éviter d'en tirer une conclusion hâtive car ce n'est pas parce que l'adoption a un impact positif sur le rendement, qu'il mènera de façon significative à une augmentation du revenu. Il est fondamental de prendre en compte le fait que l'adoption des technologies agricoles génère certains coûts. Si le coût encouru est très élevé, alors il ne faut pas s'attendre à une augmentation significative des revenus et vice-versa. Ce gain supplémentaire de l'adoption est aussi fonction de la zone agro-écologique. En effet, les résultats ont indiqué que les producteurs de la Vallée ont plus bénéficié de ce gain additionnel avec un impact positif et significatif de 186 718,80 F CFA au niveau des adoptants réels. L'impact positif et significatif au niveau des femmes est une surprise et peut être dû au différentiel de prix (la commercialisation des variétés améliorées de riz SAHEL en riz entier se négocient à 300 CFA/kg au stade usine, au lieu de 250 CFA/kg pour les autres variétés). D'où l'avantage économique dont possèdent ces variétés qui permettrait d'améliorer les conditions de vie de ces riziculteurs.

**Tableau IV.** Estimations des résultats avec l'approche MTE

Variables	LATE	LATE1	LATE0
Homme	114948,2*** (58,50)	123440,2*** (0,000)	101429,7*** (151,637)
Femme	70043,2*** (0,000)	55277,8*** (0,000)	103916,7*** (0,000)
Irriguée	186773,1*** (0,000)	186718,80*** (0,000)	188114,4*** (0,000)
Pluviale	87881,5*** (70,74)	77936,8*** (0,000)	98351,5*** (145,230)
Total	111211,1*** (54,056)	117808,2*** (0,000)	100510,7*** (141,736)

Note : les chiffres entre parenthèses représentent les écarts types. Légende : \*p<0,1, \*\*p<0,05 et \*\*\*p<0,001.

Source : enquête JICA, ISRA, AfricaRice, DAPS, 2009.

## Conclusion

Cette recherche examine l'impact des différentes variétés de riz SAHEL sur le rendement et le revenu global des riziculteurs au Sénégal. Etant donné la nature non expérimentale des données, les problèmes de biais de sélection et de non obéissance de certains riziculteurs, l'approche MTE a été utilisée. Les résultats indiquent la présence de biais dans la distribution des caractéristiques observables entre les adoptants et non adoptants. De façon globale, les résultats de cette recherche révèlent que l'adoption de variétés améliorées de riz SAHEL améliore le rendement rizicole et le revenu global des riziculteurs. Ceci confirme l'idée largement répandue que l'introduction des innovations agricoles peut accroître la productivité et le revenu des agriculteurs et la sécurité alimentaire dans les pays en développement.

## Références bibliographiques

- Africa Rice Center (AfricaRice), 2010.** Participatory Varietal Selection of Rice-The Technician's Manual. Cotonou, Benin: 120p.
- Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD), 2013.** Situation Economique et Sociale du Sénégal Edition 2013, 350p.
- Basu A., Heckman J. J., and Navarro-Lozano S., 2007.** Use of instrumental variables in the presence of heterogeneity and self-selection: An application in breast cancer patients. HEDG working paper 07/07.
- Björklund A. and Moffitt R., 1987.** The estimation of Wage Gains and Welfare Gains in Self-Selection. *Review of Economics and Statistics.*, 69(1): 42-49.
- Brüntrup M., Nguyen T. et Kaps C., 2006.** Les pays importateurs de produits alimentaires et le commerce mondial libéralisé : le marché du riz au Sénégal. *Agriculture et Développement Rural*, 1 : 23-26.
- Diagne A., Dontop-Nguezet P. M., Kinkingninhoun-Medgabé F. M., Alia D., Adégbola P. Y., Coulibaly M., Diawara S., Dibba L., Mahamood N., Mendy M., Ojehomon V. T. et Wiredu A. N., 2012.** The impact of adoption of NERICA rice varieties in West Africa. SPIA Pre-conference workshop; 28<sup>th</sup> IAAE conference, Foz do Iguacu, Brazil, August 18, 2012. 58p.
- De Janvry A. et Sadoulet E., 2000.** Rural poverty in Latina America: Determinants and exit paths. *Food Policy.*, (25): 389-409.
- Dieng A., Sagna M., Babou M., Dione F., Diallo B., 2011.** Analyse de la compétitivité du riz local au Sénégal. Résumé n°1, 2011-2012du Programme de Renforcement et de Recherche sur la Sécurité Alimentaire en Afrique de l'Ouest, Michigan State University, 9p.
- Dontop-Nguezet P. M., Diagne A., Okoruwa V. O. and 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.*, 50(3): 267-291.
- Fall A.A., 2005.** Impact Economique de la Recherche Rizicole au Sénégal et en Mauritanie. *Revue Agronomie Africaine*, (5) :53-6..
- Heckman J. J., and Vytlacil E. J., 1999.** Local instrumental variables and latent variable model for identifying and bounding treatment effects. *Economics Sciences*, 96: 4730-4734.
- Heckman J. J. and Vytlacil E. J., 2007a.** Econometrics Evaluation of Social Programs, Part I: Causal Models, Structural Modals and Econometric Policy Evaluation. In Handbook of Econometrics, Volume 6B, ed. James J Heckman and Edward E Leamer, 4779-4874. Amsterdam and Oxford, Elsevier, North-Holland.
- Heckman J. J. and Vytlacil E. J., 2007b.** Econometrics Evaluation of Social Programs, Part II: Using the Marginal Treatment to Organize Alternative Economics Estimators to Evaluate Social Programs and to Forecast Their Effect in New Environment. In Handbook of Econometrics. Vol .6B, ed. J.J. Heckman and E. Leamer, 4875-5144. Amsterdam: Elsevier.
- Heckman J. J., 2010.** Building Bridges between Structural and Program Evaluation Approaches to Evaluating Policy. *Journal of Economic Literature.*, 48(2): 356-398.
- Imbens G. and Angrist J., 1994.** Identification and estimation of local average treatment effects. *Econometrica.*, 62: 467-75.
- ISE/PNUE, 2005.** Evaluation intégrée de l'impact de la libéralisation du commerce : une étude de cas sur la filière du riz au Sénégal. 68p.
- ISRA/BAME, 2008.** Caractérisation et typologie des exploitations agricoles familiales. Tome I : Vallée du Fleuve Sénégal, 38p.
- 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*, 32: 372-393.
- Omilola B., 2009.** Estimating the Impact of Agricultural Technology on Poverty Reduction in Rural Nigeria. IFPRI Discussion Paper 00901.
- Phiri D., Franzel S., Mafongoya P., Jere I., Katanga R. and Phiri S., 2004.** Who is using the new technology? The association of wealth status and gender with the planting of improved tree fallows in Eastern Province, Zambia. *Agricultural Systems.*, 79(2) :131-144.
- Schneider K. et Gugerty M. K., 2011.** Agricultural productivity and poverty reduction: linkages and pathways». *The Evans School Review.*, 1(1) 56-74.
- Suri T., 2011.** Selection and Comparative Advantage in Technology Adoption. *Econometrica.*, 79(1) : 159-209.
- Traoré K., Bado V. B. and N’Diaye M. K., 2010.** Fiches descriptives des Variétés de riz. Centre du Riz pour l’Afrique, Station Régionale pour le Sahel, 53 p.