

L'impact de l'adoption des variétés améliorées de mil sur la productivité agricole au Sénégal

The impact of the adoption of improved varieties of millet on agricultural productivity in Senegal

Auteur 1 : Mabouya Ndiaye GUEYE

Auteur 2 : Ndéye fatou FAYE

Auteur 3 : Omar SENE

MABOUYA NDIAYE GUEYE, Doctorant en Économie à l'UFR Économie - Management et Ingénierie Juridique Sénégalais, Groupe de Recherche en Économie et Développement Territorial (GREDT), Université Alioune Diop, Bambey Sénégal

FAYE NDEYE FATOU, chargé de recherche au Bureau des analyses macroéconomiques de l'Institut sénégalais de recherche agronomique.

SENE OMAR, Maître de Conférences, Enseignant-Chercheur à l'UFR Économie - Management et Ingénierie Juridique, Sénégalais, Groupe de Recherche en Économie et Développement Territorial (GREDT), Université Alioune Diop, Bambey

Déclaration de divulgation : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

Conflit d'intérêts : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

Pour citer cet article : GUEYE.M.N, FAYE.NF & SENE .O (2023) « L'impact de l'adoption des variétés améliorées de mil sur la productivité agricole au Sénégal », African Scientific Journal « Volume 03, Numéro 18 » pp: 108 – 125.

Date de soumission : Mai 2023

Date de publication : Juin 2023



DOI : 10.5281/zenodo.8020204

Copyright © 2023 – ASJ



Résumé

Les innovations agricoles sont primordiales pour augmenter la productivité et les revenus de ménages ruraux plus particulièrement. Ce papier évalue l'impact de l'adoption des variétés améliorées de mil sur la productivité agricole. Les données utilisées dans cet article proviennent d'une enquête menée auprès des ménages agricoles en 2018 au Sénégal. Le champ de l'enquête couvre l'ensemble du territoire national et porte sur un échantillon de 700 ménages agricoles. Le document utilise le modèle d'appariement par les scores de propension pour évaluer l'impact de l'adoption des variétés améliorées de mil. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'impact de l'adoption des variétés améliorées mil sur la productivité agricole. Les résultats économétriques ont montré que l'adoption des variétés améliorées de mil a un impact positif sur les rendements agricoles.

Mots clés : Adoption, variétés améliorées, mil, Impact, Sénégal.

Abstract

Agricultural innovations are key to increasing the productivity and incomes of rural households in particular. This paper assesses the impact of the adoption of improved millet varieties on agricultural productivity. The data used in this paper come from a survey of farm households conducted in 2018 in Senegal. The scope of the survey covers the entire national territory and includes a sample of 700 agricultural households. The paper uses the propensity score matching model to assess the impact of adopting improved millet varieties. The main objective of this study is to assess the impact of the adoption of improved millet varieties on agricultural productivity. Econometric results showed that the adoption of improved millet varieties has a positive impact on agricultural yields.

Keywords: Adoption, improved varieties, millet, Impact, Senegal

Introduction

Le défi de la recherche agricole en Afrique est d'accroître la productivité et la compétitivité de l'agriculture en améliorant les rendements des cultures, la qualité des produits tout en protégeant l'environnement (Asfaw et al, 2012). Ce défi de la recherche pour une population croissante a poussé les états africains à investir dans la recherche agricole, afin d'augmenter la productivité. Les contraintes à une agriculture productive et forte en Afrique sont, entre autres, une pluviométrie erratique, des prix bas et non attractifs, des possibilités d'irrigation non exploitées, les attaques de ravageurs, le non-respect des bonnes pratiques agricoles et la faible adoption des technologies par les producteurs (Muzari et al ,2012).

Beaucoup d'investissements ont été faits dans la recherche afin de développer des technologies adaptées pour lever les différentes contraintes dans ce dit secteur. Au Sénégal, l'État a lancé en 2014 le Programme National de Reconstitution du Capital Semencier qui vise à accroître la disponibilité des semences certifiées. Pour lever ces contraintes, des investissements ont été faits dans la recherche agricole afin de générer des technologies adaptées. Les céréales sont des cultures qui dominent le secteur agricole. Le mil est la culture la plus appréciée en termes de production par les ménages ruraux. Il représente plus de 60 % de la production céréalière du pays, soit un total d'un million de tonnes (CRES, 2016). Par ailleurs, ce secteur occupe une place prépondérante dans le tissu économique du Sénégal au niveau rural et urbain tant par l'importance de sa population que par son poids économique.

Notre sujet « l'impact de l'adoption des variétés améliorées de mil sur la productivité agricole au Sénégal » pose un problème de productivité agricole au Sénégal du mil. Dans un contexte où l'utilisation des semences améliorées et des engrais organiques restent faible entraînant de faibles rendements avec l'inaccessibilité du crédit agricole.

Dans le cadre du PPAAO/WAAPP, de nouvelles variétés de mil ont été générées et diffusées pour accroître les rendements agricoles. Des efforts sont donc constamment fournis pour promouvoir l'utilisation des semences certifiées par les producteurs. Toutefois, au Sénégal, l'agriculture présente de faibles performances pour une grande majorité de cultures. Ainsi la question qui se pose est de savoir quel est l'impact de l'adoption des variétés améliorées de mil au Sénégal. ?

Ainsi, une attention croissante est menée sur la contribution des investissements à l'atteinte des objectifs de développement. Le preneur de décision a besoin d'informations et des arguments solides sur l'efficacité et le rendement de ces investissements. Il est important de constater si

les effets escomptés des technologies diffusés sont atteints en utilisant une méthode d'évaluation adapté au contexte.

L'objectif de ce papier est d'évaluer l'impact de l'adoption des semences améliorées de mil sur les rendements au Sénégal. Il s'agit dans un premier temps de déterminer les facteurs explicatifs de l'adoption des variétés de semences améliorées de mil par les producteurs au Sénégal et d'estimer l'impact de l'adoption des variétés améliorées sur la productivité du mil au Sénégal. Pour ce faire, nous utilisons une base de données originale d'enquêtes de terrain, menées auprès 700 ménages agricoles au Sénégal en 2019. Pour la méthodologie, nous avons utilisé un modèle logistique pour étudier les déterminants d'adoption et ensuite une méthode d'appariement du score de propension pour évaluer l'impact de l'adoption de ces variétés améliorées sur les rendements.

L'article est structuré de la manière suivante. Après l'introduction, la section 1 développe une revue de la littérature et empirique des déterminants de l'adoption des semences. La section 2 est consacrée à la présentation des données et du plan de l'échantillonnage ainsi que la méthode de l'appariement par les scores de propension. Les résultats de la méthode sont analysés et discutés dans la section 3. Enfin, la conclusion résume les différentes remarques retenues et les perspectives de recherches.

1. Revue de la littérature

1.1 Approche théorique des déterminants de l'adoption

La littérature sur les déterminants de l'adoption met en évidence plusieurs caractéristiques qui influencent le statut d'adoption. Il existe une vaste littérature sur les facteurs qui déterminent l'adoption de la technologie agricole. Selon (Loevinsohn et al, 2013), les décisions des agriculteurs quant à savoir si et comment adopter une nouvelle technologie sont conditionnées par l'interaction dynamique entre les caractéristiques de la technologie elle-même et l'éventail des conditions et circonstances. La diffusion elle-même résulte d'une série de décisions individuelles de commencer à utiliser la nouvelle technologie. Ces décisions sont souvent le résultat d'une comparaison des avantages incertains de la nouvelle invention avec les coûts incertains de son adoption (Hall et Khan, 2002). La compréhension des facteurs influençant ce choix est essentielle tant pour les économistes qui étudient les déterminants de la croissance que pour les générateurs et diffuseurs de telles technologies (Hall et Khan, 2002).

L'adoption des nouvelles technologies agricoles a conduit à l'augmentation significative de la productivité agricole durant la révolution verte en Chine (Banque Mondiale, 2010). Dans le même sens, de nombreux travaux montrent que l'adoption des technologies améliorées permet d'accroître la productivité agricole (Mendola, 2007, Seck et al, 2012). A travers la littérature économique, plusieurs travaux ont abordé le choix d'adoption de nouvelles technologies par les agriculteurs. L'adoption, d'autre part, est également définie de différentes manières par divers auteurs. (Loevinsohn et al, 2013) définissent l'adoption comme l'intégration d'une nouvelle technologie dans la pratique existante et est généralement précédée d'une période «d'essai» et d'un certain degré d'adaptation. Citant les travaux de (Feder, Just et Zilberman, 1985), (Bonabana-Wabbi, 2002) définit l'adoption comme un processus mental qu'un individu passe de la première audition d'une innovation à son utilisation finale. L'adoption est en deux catégories; le taux d'adoption et l'intensité de l'adoption. Le premier est la vitesse relative avec laquelle les agriculteurs adoptent une innovation. Il a comme l'un de ses piliers, l'élément de «temps». D'autre part, l'intensité de l'adoption fait référence au niveau d'utilisation d'une technologie donnée au cours d'une période donnée.

1.2 Cadre empirique

Le modèle le plus présent dans la littérature empirique est ainsi l'appariement par les scores de propension (PSM), fondé sur l'hypothèse que l'adoption est fonction des caractéristiques observables de l'individu. (Dontsop-Nguezet et al, 2010) ont examiné l'impact de l'adoption du NERICA sur le bien-être des producteurs au Nigeria. Le résultat de l'étude montre que l'adoption de la variété NERICA a un impact positif et significatif sur le revenu du ménage agricole et sur son bien-être mesuré par les dépenses par capital et la réduction de la pauvreté en milieu rural au Nigeria. (Mendola, 2007) a utilisé la méthode d'appariement par score de propension pour évaluer l'impact de l'adoption des variétés améliorées sur la pauvreté en Bangladesh. Il observe que l'adoption de cette nouvelle technologie a un effet positif sur le bien-être des ménages. (Belém, 2017) trouve également que l'application des bonnes pratiques culturelles de production dans leur ensemble permet d'améliorer les rendements. Les résultats de son analyse sur les déterminants de l'adoption des bonnes pratiques culturelles montrent que les adoptants obtiennent environ le double du rendement des non-adoptants soit respectivement 383,78 kg/ha et 176,37 kg/ha. (Wu et al, 2010) ont également opté pour le PSM afin de mesurer l'impact de l'adoption d'une variété améliorée de riz sur les revenus et la pauvreté de producteurs chinois. Le PSM a aussi été utilisé par (Kassie et al, 2011), leurs travaux portaient sur l'évaluation de l'impact de l'adoption des variétés améliorées d'arachide sur le revenu net et la pauvreté en Ouganda. (Mendola, 2007) et (Wu et al, 2010) ont trouvé un impact positif de l'adoption des innovations agricoles sur les revenus et la réduction de la pauvreté.

(Kassie et al, 2011) ont également mis en évidence un impact positif de l'adoption des variétés améliorées d'arachide sur les revenus nets et la réduction de la pauvreté en Ouganda. (Arouna Aminou et al, 2017) utilisent une méthode d'analyse à l'occurrence la méthode du score de propension (PSM) pour d'estimer l'impact de l'adoption des semences certifiées des variétés améliorées de riz sur le taux de pauvreté au Bénin. Les résultats ont montré que les dépenses alimentaires ont augmenté d'environ 105500 FCFA par an avec l'adoption des semences certifiées de variétés améliorées et que l'adoption des semences améliorées certifiées diminue le taux de pauvreté de 3,6%. Dans cette même logique, (Seye Boubacar, Arouna Aminou et al, 2017) à travers un modèle LARF « Local Average Response Function » pour évaluer l'impact de l'adoption de la nouvelle technologie Smart-valley pour l'aménagement des basfonds sur les conditions de vie des riziculteurs du Bénin. Ils concluent que l'adoption de la nouvelle technologie Smart-valley améliore le rendement du riz 0,9 t / ha et le revenu net de 133676

FCFA/ha. Par rapport au contexte du Sénégal, (Ndèye Fatou Faye, Abdoulaye Diagne et al, 2018) insistent dans l'étude l'impact de l'adoption de variétés améliorées de millet perlé sur la productivité au centre du Sénégal à travers un modèle correspondant des scores de propension (PSM) et le modèle de régression de commutation endogène. Les résultats obtenus ont montré que l'adoption de variétés améliorées de mil a un impact positif sur les rendements.

Ils souhaitent également une sélection négative dans l'adoption, ce qui signifie que les producteurs les moins productifs utilisent des variétés améliorées. Dans l'ensemble, les résultats obtenus pour parvenir à la sécurité alimentaire, des investissements sont nécessaires pour accroître l'adoption et promouvoir les bonnes pratiques dans l'utilisation de variétés améliorées de mil à chandelle 67. (OH Issoufou, Boubacar et al, 2017) ont analysé les déterminants de l'adoption et impact des variétés améliorées sur la productivité au Niger. Le modèle logistique et la méthode de Local Average Response Function (LARF) basée sur l'approche contrefactuelle a été utilisée pour estimer l'effet moyen local du traitement « Local Average Treatment Effect » (LATE). Les résultats donnent un taux d'adoption de 35,29% des semences du mil amélioré. Cette adoption est significativement déterminée à P inférieur à 0,001 par la perception de risque de production, l'accès à la vulgarisation, la disponibilité et la productivité. Ces semences ont permis d'augmenter le rendement du mil de 406,93 kg ha⁻¹. De leur côté (Aminou Arouna et Aliou Diagne, 2013) au Bénin à travers leur étude portant sur l'impact de la production de semence riz sur le rendement et le revenu des ménages agricoles, la méthode de Local Average Response Function (LARF) basée sur l'approche contrefactuelle a été utilisée pour estimer l'effet moyen local du traitement (LATE). Les résultats concluent que la rentabilité de la production de semence est environ deux fois celle du riz de consommation.

De plus, la production de semence a permis d'augmenter le rendement du riz de 1924 kg/ha d'améliorer leur revenu des ménages agricoles de 92572 FCFA/ha. Cette étude suggère la mise en place des innovations institutionnelles qui proposent des premiums sur le prix du riz mais exigeante sur la qualité de l'offre pour non seulement améliorer la qualité du riz local mais aussi le revenu des ménages agricoles. (Arouna Aminou, Akpa Aristide K. A. et al, 2019) évaluent l'impact de l'adoption de la nouvelle technologie Smart-valley pour l'aménagement des basfonds sur les conditions de vie des riziculteurs du Bénin. A travers un LARF « Local Average Response Function utilisé pour éliminer les biais dus aux caractéristiques observables et non observables. Les résultats ont cependant montré que l'adoption de la nouvelle

technologie Smart-valley améliore le rendement du riz 0,9 t / ha et le revenu net de 133676 FCFA/ha.

2. Méthodologie

La méthode d'appariement par les scores de propension sera utilisée pour évaluer l'impact de l'adoption des semences certifiées de mil sur les rendements. Nous supposons qu'il existe un groupe de producteurs (appelé groupe témoin) qui partage les mêmes caractéristiques de prétraitement que les adoptants tout en considérant que la sélection se fait sur des variables observables.

2.1 Le modèle d'appariement par les scores de propension (PSM)

L'objectif de cette étude consiste à évaluer l'impact de l'adoption des semences certifiées des variétés améliorées de mil sur la productivité agricole. Pour cela, notre stratégie d'identification consiste à utiliser une méthode d'appariement qui a pour objectif de trouver pour chaque individu traité, un ou plusieurs individus non traités auxquels ses résultats seront comparés. Plus précisément il s'agit de comparer les résultats d'un groupe de traitement (adoptants) à un groupe témoin (non-adoptants) avec une comparaison basée sur l'appariement en fonction de leurs caractéristiques antérieures qui pourraient être liées à l'adoption. Cette méthode est utilisée pour procéder à une comparaison statistiquement valable (Rosenbaum et Rubin, 1983), en présence de données de traitement (l'adoption des semences certifiées) non aléatoirement distribué. Ces caractéristiques sont dans le vecteur des variables explicatives, noté X . Ce vecteur est composé de n variable x_j , $j = 1, \dots, n$ et prend la valeur pour chaque X_i individu i .

Soit D la variable qui représente le traitement

$$D = \begin{cases} 1 & \text{si le producteur adopte des variétés améliorées de mil ou maïs} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$\text{On note } \begin{cases} Y_{i1} & \text{le resultat avec traitement} \\ Y_{i0} & \text{le resultat sans traitement} \end{cases}$$

Si $Y_{i1} > Y_{i0}$ le producteur rationnel n'adopte pas des semences améliorées

Soit la condition d'indépendance suivante :

$$Y_{i1}, Y_{i0} \perp D_i$$

Cette indépendance justifie l'utilisation du résultat moyen du groupe non traité comme contrefactuel. Toutefois, si l'affectation au traitement n'est pas aléatoire, comme dans le cas de l'adoption des semences certifiées de mil, cette condition d'indépendance ne tient plus. Nous supposons que le fait d'adopter les semences certifiées est lié à un ensemble de variables explicatives observables X . L'appariement exploite l'idée que l'adoption, corrigée de l'effet de X , peut devenir aléatoire pour utiliser le modèle d'appariement par les scores de propension. Cela donne l'hypothèse d'indépendance conditionnelle HIC définie comme suit :

$$Y_{i1}, Y_{i0} \perp D_i \mid X_i$$

Sous l'hypothèse d'indépendance conditionnelle, on a :

$$E(Y_{i1}, X_i) = E(Y_{i1} \mid D_i = 1, X_i) = E(Y_{i1} \mid D_i = 0, X_i) \quad (1)$$

$$E(Y_{i0}, X_i) = E(Y_{i0} \mid D_i = 1, X_i) = E(Y_{i0} \mid D_i = 0, X_i) \quad (2)$$

Ainsi, pour tout X , l'estimateur de l'appariement est défini par α_{apX}

$$\alpha_{apX} = E(Y_{i1}, X_i) - E(Y_{i0}, X_i) \quad (3)$$

(Heckman et al, 1998) ont montré que l'hypothèse d'indépendance conditionnelle pouvait être moins restrictive pour trouver l'effet de traitement sur les traités. En effet, en se servant de cette hypothèse, on a :

$$\begin{aligned} \alpha_{apX} &= E(Y_{i1} \mid D_i = 1, X_i) - E(Y_{i0} \mid D_i = 0, X_i) \\ &= E(Y_{i1} \mid D_i = 1, X_i) - E(Y_{i0} \mid D_i = 1, X_i) \\ &= \alpha_{EttX} \end{aligned}$$

Donc, pour avoir l'effet de traitement sur les traités sachant X , il suffit seulement que soit vérifiée l'hypothèse d'indépendance conditionnelle pour les non traités, c'est-à-dire $Y_{i0} \perp D_i \mid X_i$. Pour obtenir une estimation inconditionnelle de l'impact, on doit supposer que

$$0 < \text{Prob}(D_i = 1 \mid X_i) < 1, \forall X_i \quad (4)$$

Donc l'impact inconditionnel comme suit:

$$\alpha_{ap} = E_{X \mid D_i=1} [E(Y_{i1} \mid D_i = 1, X_i) - E(Y_{i0} \mid D_i = 0, X_i)] = \alpha_{Ett} \quad (5)$$

Dans la construction du groupe contrôle de l'appariement le principe est que chaque individu traité soit apparié à un individu non traité qui ait les mêmes caractéristiques X . si X est multidimensionnel on fait recours à une autre procédure. Pour ce faire, on construit un score $a(X)$, appelé score d'équilibrage (Rosenbaum & Rubin, 1983, 1984).

$$Y_{i1}, Y_{i0} \perp D_i \mid X_i \rightarrow Y_{i1}, Y_{i0} \perp D_i \mid a(X_i)$$

Le score d'équilibrage doit être une fonction de X . Une mesure communément utilisée est la probabilité de bénéficier du traitement, appelée score de propension, mesurée en utilisant les valeurs prétraitement de X . Le score de propension est défini par :

$$P(X_i) = \text{Prob}(D_i = 1 | X_i) = E(D_i | X_i) \quad (6)$$

Dans la pratique, l'estimation des scores de propension est obtenue par les probabilités prédites par un modèle à choix qualitatif binaire probit ou logit.

Si $Y_{i0} \perp D_i | p(X_i)$, alors :

$$E[Y_{i0} | D_i = 0, p(X_i)] = E[Y_{i0} | D_i = 1, p(X_i)] = E[Y_{i0}, p(X_i)]. \quad (7)$$

L'équation (7) est la condition d'identification. Étant donné $p(X)$, l'estimateur de l'appariement par les scores de propension est (ASP) est :

$$\begin{aligned} \beta_{\text{ASP} | p(x)} &= E[Y_{i1} | D_i = 1, p(X_i)] - E[Y_{i0} | D_i = 0, p(X_i)] \\ &= E[Y_{i1} | D_i = 1, p(X_i)] - E[(Y_{i0} | D_i = 1, p(X_i))] \\ &= \beta_{\text{Ett}, p(x)} \end{aligned}$$

Sous la condition $0 < \text{Prob}(D_i = 1 | X_i) < 1$, l'espérance de l'estimateur conditionnel sur la distribution de $p(X_i)$ donne l'estimateur non conditionnel de l'effet moyen sur les traités par la méthode de l'appariement par les scores de propension :

$$\beta_{\text{ASP}} = \beta_{p(X_i) | D_i=1} = E[Y_{i1} | D_i = 1, p(X_i)] - E[Y_{i0} | D_i = 0, p(X_i)] = \beta_{\text{Ett}} \quad (8)$$

2.2 Sources de données

Les données utilisées dans ce papier proviennent d'une enquête menée auprès des ménages agricoles en 2019 au Sénégal. Le champ de l'enquête couvre l'ensemble du territoire national et porte sur un échantillon de 700 ménages agricoles. La collecte des données a été réalisée par l'ISRA/BAME au niveau national dans toutes les zones agro-écologiques du pays. Après avoir été rigoureusement formées au questionnaire et à l'application de collecte, les équipes d'enquêteurs ont été déployées sur le terrain et réparties sur trois axes : Nord, Centre et Sud. Dans chacun de ces axes, des superviseurs, constitués de l'équipe de recherche, ont assuré le suivi, l'appui et le contrôle afin de s'assurer de la qualité des données recueillies. Les applications de cette enquête ont été développées avec l'outil de collecte SurveyCTO lui-même issu du noyau ODK.

Tableau N°1 : Statistiques descriptives

Variable	Définition	Moyenne	Ecartype	min	max
Certifmil	Adoption des VA	.0599163	.2373342	0	1
Age	Age_chef_menage	43	13.42673	17	86
Genre	Gen_chef_mén	.0930145	.290456	0	1
Niveau d'instruction	Niv_instruction	.0624504	.2419745	0	1
Obtention crédit	Obtention_crédit	.0972896	.2963549	0	1
Superficie	sup_mén	5.834649	8.208435	.002	250
Situation matrimoniale	situa_matri	.0145599	.1197959	0	1
quantité kg_01	qte_kg_01	173.0869	290.4455	1	6400
Appartenance à une organisation	App-org	.0090128	.0945079	0	1

Source : Auteurs, 2023

3. Résultats et discussions

3.1 Les scores de propension

Le tableau 2 résume les résultats de l'estimation du modèle logistique. Ces résultats ont montré que les variables sont globalement significatives. Le modèle est globalement significatif avec une probabilité $P < 0.000$ avec le test de ratio de vraisemblance. Ceci indique le modèle est bien spécifié. Les variables expliquent en grande partie l'adoption des variétés améliorées des semences de mil. Le taux d'adoption de 65,29% à travers l'estimation du modèle. Cette adoption est déterminée significativement par le genre, l'éducation, l'appartenance à une organisation et la superficie possédée.

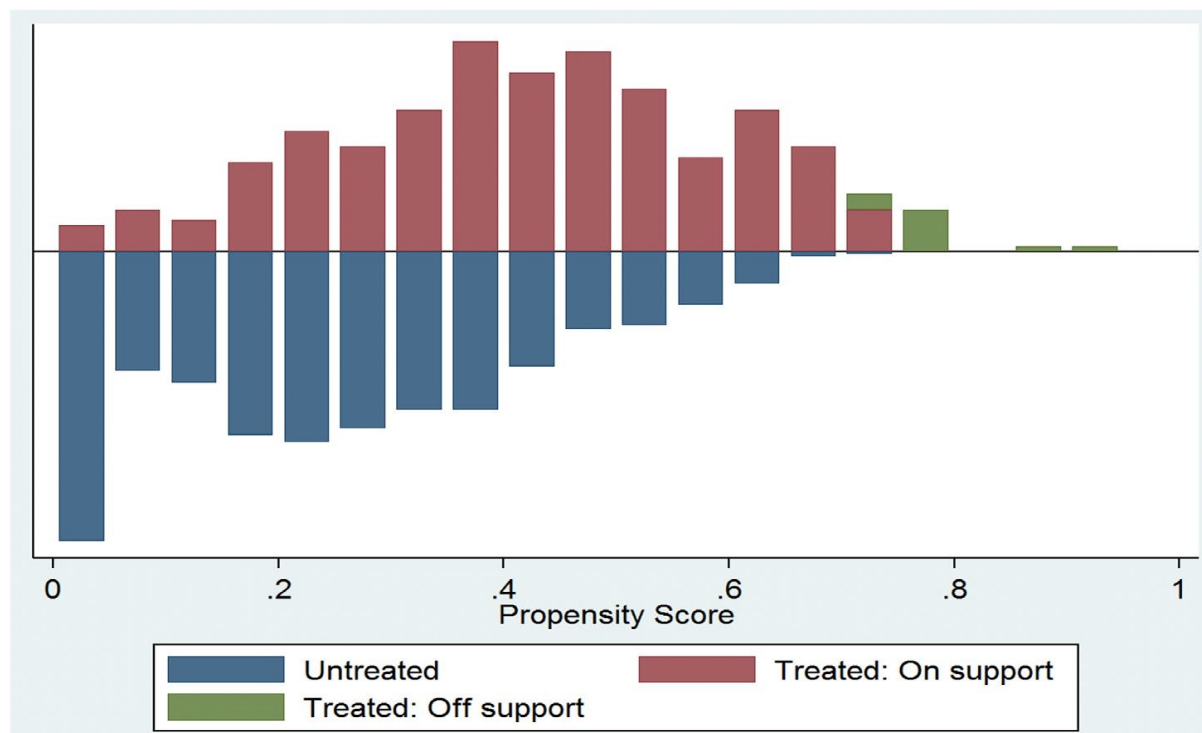
Les résultats ont aussi montré que les variables comme la quantité de semence, l'accès au crédit, situation matrimoniale et la superficie possédée des semences des variétés améliorées augmentent parallèlement la probabilité d'adoption des variétés améliorées respectivement de 0,07 ; 0,14 ; 0,09 ; 0,22 ; 0,22 et 0,16.

Tableau N°2. Estimation du modèle Logistique d'adoption des semences améliorées de mil

VARIABLES	Coefficients	Significativité	Effets marginaux
Accès au crédit	-.1856766	-0.186 (0.277)	0,099
Education	.3417666	0.342*** (0.0826)	0,076
Genre	.6127193	0.613*** (0.152)	-0,110
mem_organisation	-1.437002	-1.437*** (0.146)	0,026
Superficie possédé	.175822	0.176*** (0.0118)	0,166
qte_kg_01	.0002901	0.000290* (0.00015)	0,144
age_cm	-.0129641	-0.0130*** (0.00301)	-0,028
Sitmatri	-0.258	-0.258 (0.307)	0,218
Constant	-0.228	-0.228 (0.352)	
Nombres Observations		3172	
Log de Vraisemblance		-1863.8	
LR test		513,02**	
Proportion d'adoptants de sem améliorées mil		65,29%	

Source : Auteurs, 2023

Figure N°1 : Distribution des scores de propension et support commun du traitement



Source : Auteurs, 2023

La Figure N°1 présente les densités de probabilité des adoptants et non adoptants des variétés améliorées de mil selon leurs scores de propension respectifs. Dans cette distribution des scores de propension et support commun ci-dessus les untreated font références aux non adoptants (groupe de contrôle) tandis que les treated sont les adoptants. Nous remarquons également que la concentration tourne autour de 0 expliquant le faible taux d'adoption des variétés améliorées de semences par les producteurs de mil. Les superpositions de probabilités entre les traités et les non traités traduisent une satisfaction du support commun. Ainsi presque tous les critères d'évaluations de l'appariement ont été remplis par le modèle d'évaluation plus précisément le support commun est respecté. Ceci nous permet de calculer l'effet de traitement sur le traité ou l'ETT.

3.2 Estimation du modèle PSM

Les résultats du modèle de régression PSM pour l'estimation de l'impact de la production de semence de mil sur la productivité agricole sont présentés dans le tableau 4.6. Ces résultats montrent également des estimations entre les adoptants et les non adoptants des variétés améliorées de mil. Cette manière permet d'évaluer la qualité de l'appariement effectué et de procéder à des balancing test qui consiste en un test d'égalité des moyennes, pour l'ensemble

des variables de contrôle utilisées pour l'estimation des scores de propension et pour les adoptants et des non adoptants.

Ces résultats des balancing tests pour les différentes variables explicatives indiquent le non-rejet de l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes pour un risque de 5 %, selon le test de Student bilatéral. Ce qui laisse présager que notre appariement est consistant (Tableau 4.6). Il ressort de l'analyse de ce tableau que 30 % des producteurs de mil n'ont pas été à l'école. Ce taux est élevé dans la sous population des non-adoptants (68%). De plus, les producteurs non adoptants emblavent plus de superficies, bien que les adoptants aient plus de rendements. Ce résultat montre également l'importance de l'innovation agricole sur l'augmentation des rendements comparé à l'extension des superficies. Selon les auteurs (Mendola, 2007 ; Janvry et al, 2000), les producteurs de mil opèrent donc sur la partie croissante de la fonction de production. Cependant, le coefficient de la superficie cultivée significatif au seuil de 1% qui signifie qu'une augmentation de la superficie augmente le rendement. On pourrait expliquer ceci par le fait que lorsque la superficie augmente, les producteurs arrivent à apporter les inputs nécessaires à la production. Les producteurs adoptant les semences certifiées des variétés améliorées de mil ont plus d'accès au crédit. Ce résultat semble montrer l'importance des moyens financiers sur l'adoption de l'innovation des technologies agricoles. L'accès au crédit des producteurs a aussi un effet positif, comme attendu sur le rendement du mil. En effet, l'une des contraintes à laquelle font face les producteurs est le difficile accès aux financements pour l'acquisition d'intrants en quantité en début de campagne. Ainsi, l'accès au crédit permet aux producteurs d'investir dans l'acquisition des intrants en quantité suffisante pour la production (Haidara, 2001), Ce qui permet d'augmenter la productivité. De plus, les coefficients de la production totale ainsi que la quantité d'engrais utilisée sont positifs et significatifs à 1%. Il en résulte que le rendement augmente avec la quantité d'engrais utilisée. Nous pouvons également noter que les adoptants appartiennent plus à des réseaux d'organisation et ont plus d'accès au crédit.

Ces facteurs jouent un rôle déterminant sur l'adoption des semences certifiées. Le coefficient de l'adoption de la production de semence est positif mais non significatif. Cependant, deux coefficients des interactions sont significatifs (Tableau 4.6). Il en ressort que le niveau de rendement des producteurs dépend de l'activité de production de semence.

Les coefficients de la production totale et la quantité d'engrais utilisée sont positifs et significatifs à 1%. Il en résulte donc que le rendement augmente avec la quantité d'engrais utilisée. Pour le genre et l'âge les résultats montrent que le coefficient de ces variables est positif

et significatif et la situation matrimoniale n'est pas significative, ceci montre donc qu'être membre dans une famille n'influence pas sur le rendement.

Tableau N°3 : PMS avec les variables de contrôle

Variable	Traiter	Moyenne Contrôle	%biais	Z	P>z
crédit	31	9	15.8	-0.73	0.467
Education	191	72	20.7	.0494901	0.000
Genre	210	138	42.1	.0923941	0.000
mem_orga	202	128	8.5	.0847751	0.000
suptot_pos	218	253	-7.3	.0048178	0.000
qte_kg_01	132	342	0.01596	.0000884	0.071
age_cm	90	293	0.17	.0017984	0.000
Sitmatri	100	410	-.1822346	.187452	0.331

Source : Auteurs, 2023

3.3 Résultats du PSM (mil)

L'estimation de l'effet moyen du traitement (ATT) avec le voisin le plus proche montre que la différence est significative avec une statistique ($t= 11.67$). Ainsi nous pouvons dire les variétés améliorées de mil impactent positivement sur les rendements

Tableau N°4 : Résultats avec la méthode de voisinage

n treate.	n control.	ATT	Std. Err.	T
4415	40965	0.112*	0.010	11.678

Source : Auteurs, 2023

Conclusion

Cette étude a pour objectif d'étudier l'impact de l'adoption des variétés améliorées de mil sur la productivité agricole au Sénégal. Les données utilisées proviennent d'une enquête menée auprès des ménages agricoles en 2019 au Sénégal sur les producteurs de céréales sèches au Sénégal.

La méthode de l'appariement par les scores de propension, utilisée dans ce chapitre, est largement présente dans la littérature. Cependant, certaines critiques ont été formulées à son encontre à cause de sources de biais potentielles malgré les avantages engendrées dans la procédure. Les résultats des estimations ont montré que l'adoption de ces variétés améliorées de mil a un impact positif sur la productivité agricole. Ainsi, les semences certifiées de mil améliorent la sécurité alimentaire des ménages en agissant sur l'évolution des rendements et plus particulièrement sur la hausse des dépenses alimentaires. Cette situation constitue donc un moyen indispensable de lutte contre la pauvreté. A fortiori les agriculteurs utilisant les semences dans ces zones sont considérés comme les moyens productifs car ils présentent de faibles rendements. Toutefois, ces résultats prouvent la nécessité de continuer la promotion de ces variétés améliorées afin qu'elles soient adoptées par un grand nombre de producteurs. Le point le plus important reste l'accès à l'information sur les caractéristiques des variétés améliorées, leur disponibilité et leurs coûts et la sensibilisation des différents acteurs pleinement.

BIBLIOGRAPHIE

Adekambi, SA, Diagne, A., Simtowe, F., & Biaou, G. (2009). *L'impact de l'adoption des technologies agricoles sur la pauvreté : le cas des variétés de riz NERICA au Bénin* (n°1005-2016-78928, pp. 1-16).

Arouna, A., & Diagne, A. (2013). *Impact de la production de semence riz sur le rendement et le revenu des ménages agricoles: une étude de cas du Bénin* (No. 309-2016-5297).

Arouna, A., & Akpa, AK (2019). Technologie de gestion de l'eau pour l'adaptation au changement climatique dans la production de riz : Preuve de l'approche smart-valley en Afrique de l'Ouest. *Solutions durables pour la sécurité alimentaire : Combattre le changement climatique par l'adaptation*, 211-227.

Asfaw, S., Shiferaw, B., Simtowe, F., & Lipper, L. (2012). Impact of modern agricultural technologies on smallholder welfare: Evidence from Tanzania and Ethiopia. *Food policy*, 37(3), 283-295.

Bonabana-Wabbi, J. (2002). *Évaluation des facteurs affectant l'adoption des technologies agricoles : le cas de la lutte antiparasitaire intégrée (IPM) dans le district de Kumi, dans l'est de l'Ouganda* (thèse de doctorat, Virginia Tech).

Belém, FM, Almeida, JM, & Gonçalves, MA (2017). Une enquête sur les méthodes de recommandation de balises. *Journal de l'Association pour la science et la technologie de l'information*, 68 (4), 830-844

Dontsop Nguetzet, P. M., Diagne, A., & Okoruwa, V. O. (2010). *Estimation of actual and potential adoption rates and determinants of improved rice variety among rice farmers in Nigeria: The case of NERICAs* (No. 308-2016-5104, pp. 1-17).

Faye, NF, Diagne, A., Sawadogo, K., & Dia, D. (2018). Impact de l'adoption de variétés améliorées de mil chandelles sur la productivité dans le centre du Sénégal. *Journal des sciences de l'agriculture et de l'environnement*, 7 (2), 90-100.

Feder, G., Just, RE et Zilberman, D. (1985). Adoption des innovations agricoles dans les pays en développement : une enquête. *Développement économique et changement culturel*, 33 (2), 255-298

Haidara, F, Pan, Q., Bryant, G. H., McMahon, J., & Allnutt, J. E.. (2001). High elevation angle satellite-to-earth 12 GHz propagation measurements in the tropics. *International Journal of Satellite Communications*, 19(4), 363-384.

- Issoufou, OH, Boubacar, S., Adam, T., & Yamba, B. (2017). Déterminants de l'adoption et impact des variétés améliorées sur la productivité du mil au Niger. *Journal africain des sciences des cultures*, 25 (2), 207-220.
- Kassie, M., Shiferaw, B., & Muricho, G. (2011). Technologie agricole, revenus des cultures et réduction de la pauvreté en Ouganda. *Développement mondial*, 39 (10), 1784-1795.
- Key, N., Sadoulet, E., & Janvry, AD (2000). Coûts de transaction et réponse de l'offre des ménages agricoles. *Journal américain d'économie agricole*, 82 (2), 245-259.
- Khan, M., Camici, PG et Hall, RJ (2002). Effet d'épisodes répétés d'ischémie myocardique réversible sur le débit sanguin et la fonction myocardique chez l'homme. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology* , 282 (5), H1603-H1608.
- Loevinsohn, M., Sumberg, J., Diagne, A. et Whitfield, S. (2013). Dans quelles circonstances et conditions l'adoption de la technologie entraîne-t-elle une augmentation de la productivité agricole ? Une revue systématique.
- Mendola, M. (2007). Adoption de technologies agricoles et réduction de la pauvreté : une analyse d'appariement des scores de propension pour le Bangladesh rural. *Politique alimentaire*, 32 (3), 372-393.
- Muzari, W., Gatsi, W. et Muvhunzi, S. (2012). Les impacts de l'adoption de la technologie sur la productivité agricole des petits exploitants en Afrique subsaharienne : un examen. *Journal du développement durable*, 5 (8), 69.
- Rosenbaum, PR, & Rubin, DB (1983). Le rôle central du score de propension dans les études observationnelles d'effets causals. *Biometrika*, 70 (1), 41-55.
- Seck, D., Wathelet, J. P., & Lognay, G. (2012). Typologie des systèmes de stockage et de conservation du maïs dans l'est et le sud du Sénégal. *BASE*.
- Seye, B., Arouna, A., Sall, SN, & Ndiaye, AA (2017). Impact de l'adoption des semences certifiées des variétés améliorées de riz sur le taux de pauvreté : Cas du Bénin. *Cahiers du Centre Béninois de la Recherche Scientifique et de l'Innovation*, 11, 96-103.
- Wu, Ding, Y., Liu, YX, WX, Shi, DZ, Yang, M. et Zhong, ZK. (2010). Évaluation des effets du biochar sur la rétention et le lessivage de l'azote dans les colonnes de sol multicouches. *Pollution de l'eau, de l'air et du sol*, 213, 47-55.