

Dépendance spatiale et adoption des variétés améliorées au Togo Spatial dependence and adoption of improved varieties in Togo

Auteur 1 : N'GHALKPA Tchein,

Auteur 2 : ABBEY Abbévi Georges.

N'GHALKPA Tchein, doctorant
Faculté des sciences économiques et de gestion
Université de Lomé

ABBEY Abbévi Georges, Maitre de Conférence,
Ecole supérieure d'Agronomie
Université de Lomé

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 : N'GHALKPA .T & ABBEY .A G (2022) « Dépendance spatiale et adoption des variétés améliorées au Togo » , African Scientific Journal « Volume 03, Numéro 14 » pp: 383-406.

Date de soumission : Aout 2022

Date de publication : Octobre 2022



DOI : 10.5281/zenodo.7291947
Copyright © 2022 – ASJ



Résumé

Cette étude a pour objectif d'analyser les effets de la dépendance spatiale sur l'adoption des variétés de semences améliorées au Togo. Pour identifier ces effets, nous avons recours au modèle Logit appliqué à un échantillon de 3008 ménages agricoles issus de l'enquête harmonisée sur les conditions de vie des ménages pour la période 2018-2019 (EHCVM, 2018-2019). Les résultats montrent que la superficie, l'utilisation des produits phytosanitaires, la branche agricole, l'association de culture et la région sont les déterminants de l'adoption des semences améliorées. Les effets marginaux montrent que le sexe affecte positivement et significativement l'adoption des variétés de semences améliorées au seuil de 5%. Cela signifie que par rapport aux femmes, la probabilité que les hommes adoptent les semences améliorées est de 3.5%.

Les résultats suggèrent de rendre accessible le prix des semences aux utilisateurs par une diminution des coûts de production qui peut se faire à travers l'introduction de variétés plus performantes à l'instar des hybrides. Les résultats suggèrent également de maîtriser les besoins des utilisateurs des variétés de semences améliorées. Enfin, il est indispensable de se concentrer sur l'éducation des producteurs de perpétuer la sensibilisation et les campagnes de promotions des semences de variétés améliorées.

Mots clés : Dépendance spatiale, adoption, variétés de semences améliorées, changement climatique, nouvelles technologies.

Abstract

This study aims to analyze the effects of spatial dependence on the adoption of improved seed varieties in Togo. To identify these effects, we use the Logit model applied a sample of 4008 farm households from the 2018-2019 Harmonized Household Living Conditions Survey (EHCVM, 2018-2019). The results show that area, crop protection product use, agricultural branch, crop association and region are the determinants of improved seed adoption. Marginal effects show that gender affects positively and significantly the adoption of improved seed varieties at the 5% level. This means that compared to women, the probability of men adopting improved seeds is 3.5%.

The results suggest that the price of seeds should be made accessible to users by reducing production costs, which can be done through the introduction of better performing varieties such as hybrids. The results also suggest that the needs of users of improved seed varieties should be addressed. Finally, it is essential to focus on the education of producers and to perpetuate awareness and promotion campaigns for improved varieties of seed.

Keywords : Spatial dependence, adoption, improved seed varieties, climate change, new technologies

Introduction

Le secteur agricole est considéré comme une composante principale des programmes qui visent à réduire la pauvreté dans les pays en développement (Ogundari, 2014) , à travers la promotion de l'innovation et de la technologie agricoles (Kebebe, 2017). Comme l'ont noté De Janvry & Sadoulet, (2002), l'adoption d'innovations et de technologies agricoles est essentielle pour assurer la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté, en augmentant potentiellement le revenu des ménages agricoles et en réduisant le prix du marché des aliments de base. L'adoption des nouvelles technologies agricoles peut conduire à la réduction du coût de production par unité, accroître l'offre de nourriture et augmenter les revenus des producteurs et faire baisser les prix des denrées alimentaires au profit des consommateurs. Elle peut aussi créer des effets multiplicateurs à grande échelle au sein de la communauté rurale, induisant la création d'emplois dans des industries liées à la production agricole, telles que la transformation à valeur ajoutée et la commercialisation en bord de route (Moyo et al., 2007).

Divers cadres théoriques ont été conçus pour étudier la décision des agriculteurs d'utiliser de nouvelles technologies (Feder & Slade, 1984 ; Abadi & Pannell, 1999 ; Negatu & Parikh, 1999 ; Isham, 2002). Selon un modèle de diffusion de la technologie basé sur le capital humain proposé par Feder & Slade (1984), les agriculteurs disposant de vastes étendues de terre et d'un niveau d'éducation plus élevé ont une meilleure connaissance de la technologie agricole améliorée et sont donc plus susceptibles d'incorporer la technologie plus rapidement dans leur exploitation. Cet argument a été étendu par Isham (2002) qui a inclus le capital social comme intrant fixe dans la décision d'adopter une technologie améliorée. Son modèle postule que les agriculteurs disposant d'une main-d'œuvre plus importante, et ceux dont les voisins utilisent des technologies améliorées, accumulent plus d'informations et adoptent plus rapidement les nouvelles technologies. Selon Negatu & Parikh (1999), la technologie est transférée de sources telles que les agents de vulgarisation et les médias à l'agriculteur en fonction des caractéristiques de ce dernier, des dotations en facteurs de l'agriculteur et des facteurs agro-écologiques, socio-économiques et institutionnels dominants. En effet, les technologies sont souvent conçues pour offrir des avantages aux agriculteurs par l'amélioration de la fertilité des sols, la conservation des nutriments du sol, de l'eau et d'autres ressources naturelles, l'augmentation des rendements, l'amélioration de la lutte contre les ravageurs, la diminution des effets du changement climatique et l'aide à la mécanisation agricole (Ogundari & Bolarinwa, 2018). Les travaux dans la littérature montrent que l'adoption de technologies agricoles peut réduire la pauvreté à la fois

directement et indirectement (Becerril & Abdulahi, 2010 ; Moyo et al. 2007). L'adoption de technologies améliorées a été identifiée comme une mesure clé pour atteindre la sécurité alimentaire (Langyintuo et al., 2008). Les paysans ont la possibilité d'améliorer leur bien-être ainsi que leur sécurité alimentaire s'ils utilisent des technologies agricoles améliorées (Mendola, 2007).

Les variétés améliorées tolérantes à la sécheresse sont une technologie potentielle qui a la capacité d'aider les petits exploitants à s'adapter aux risques de sécheresse. A ce sujet, l'incorporation de la tolérance à la sécheresse et à la chaleur dans le matériel génétique des variétés de semences améliorées a le potentiel de compenser les pertes de rendement prévues et soutenir la productivité agricole dans le cadre du changement climatique dans les sites vulnérables (Tesfaye et al., 2018). Dans le cas des variétés améliorées de maïs Tesfaye et al., (2018) estiment une production allant jusqu'à 40% par rapport aux autres variétés de maïs dans des environnements de sécheresse sévère. Mais avant de décider d'adopter ou non une nouvelle technologie ou une nouvelle pratique, le producteur doit s'engager dans un processus rigoureux de prise de décisions. Le manque d'informations adéquates sur la perception des agriculteurs à l'égard des nouvelles variétés les a souvent placées dans des régions mal ciblées où elles ont soit échoué, soit rencontré un succès partiel (Shiyani et al., 2002). Aussi, face aux changements climatiques, les réponses adaptatives à l'égard de l'agriculture, requièrent le déploiement de technologies et de systèmes innovants performants.

Un nombre émergent d'études ont révélé que la dépendance spatiale joue un rôle important dans la promotion de l'adoption des technologies agricoles innovantes (Di Falco et al., 2020; Shikuku & Melesse, 2020; Yamano et al., 2018). En effet, les choix des pairs entre agriculteurs influencent positivement l'adoption de différentes stratégies d'adaptation, telles que le changement de variétés de cultures et l'augmentation de l'application d'engrais (Di Falco et al., 2020) mais aussi par les interactions spatiales entre les agriculteurs (Yang & Sharp, 2017). Ces derniers trouvent que les agriculteurs situés à proximité les uns des autres présentent un comportement de choix similaire. Les études antérieures ont été menées dans plusieurs pays d'Afrique subsaharienne pour identifier les facteurs qui affectent l'adoption des variétés améliorées. Parmi les facteurs identifiés les plus importants sont notamment : l'indisponibilité des semences améliorées, l'insuffisance des informations, le manque de ressources et le prix élevé des semences (Fisher et al., 2015), l'expérience agricole, l'accès aux semences et la

sensibilisation aux variétés (Awotide & al., 2016), la subvention des intrants agricoles, les sécheresses récentes et l'aversion au risque des agriculteurs (Holden & Fisher, 2015), les chocs climatiques sur les pratiques agricoles (Tambet & Stopnitzky, 2021).

Malgré les avantages significatifs des semences améliorées, les taux d'adoption restent assez faibles dans de nombreux pays en développement comme le Togo. Plusieurs contraintes ont été énumérées pour expliquer la faible utilisation des semences de variétés améliorées au Togo. Il s'agit notamment de (1) la non maîtrise des besoins des producteurs de grains, (2) l'absence d'un réseau efficace de distribution et de commercialisation des semences, (3) le prix des semences jugé trop élevé par les utilisateurs, (4) l'absence de conditionnement adéquat assurant aussi bien la qualité et la traçabilité des semences produites mais aussi et surtout permettant de mettre une nette différence avec les grains de consommation et (5) la pollution de la qualité des semences certifiées offert aux clients des semences (MAEH, 2015).

Il ressort de l'analyse de la littérature que de plus en plus de travaux sont consacrés à l'adoption de technologies agricoles et à leur impact sur les ménages. Cependant, ces travaux se basent plus sur les effets de l'adoption des technologies agricoles sans pour autant mettre l'accent sur des aspects particuliers de la dépendance spatiale sur les technologies adoptées principalement dans le cas du Togo. Ainsi, cette recherche a pour objectif général d'analyser les effets de la dépendance spatiale sur l'adoption des variétés de semences améliorées au Togo. Cette recherche espère apporter un éclairage nouveau sur les effets de la dépendance spatiale sur les comportements des ménages agricole en ce qui concerne leurs décisions d'adoption au Togo. Nous appliquons un modèle Logit de Rosenbaum et Rubin (1983) sur un échantillon de 4008 ménages ruraux issus de l'enquête harmonisée sur les conditions de vie des ménages (EHCVM, 2018-2019). Le choix de ce modèle se justifie par le fait qu'il permet d'estimer l'effet d'un traitement dans le cadre d'une étude comparative non randomisée en tenant compte des caractéristiques initiales non équilibrées.

La suite de ce papier se présente comme suit : la section suivante aborde les faits stylisés à travers la présentation du secteur des semences améliorées au Togo. La section 2 présente la revue de la littérature. La section 3 expose la méthodologie de la recherche. Les résultats et les discussions sont présentés dans la section 4 suivie de la conclusion.

1. Le secteur des semences améliorées au Togo: état des lieux

La production des semences a été entamée depuis 1976 par l'Institut de Recherche d'Agriculture Tropicale (IRAT). Cette initiative a été appuyée plus, par le projet de Développement Intégré de la Région Centrale-GTZ en 1977. Ce projet initié par la coopération allemande a été un véritable programme de production des semences en transformant l'ancienne ferme Agricole de Sotouboua (préfecture située au nord Togo) en une véritable ferme semencière. La création de la direction des semences agricoles et plants en 2009 fut un tournant de la relance de la production agricole par la production des semences certifiées. Depuis cette année, la production des semences est passée de 14 tonnes à près de 45 tonnes en 2014 pour les semences de base et de 770 tonne à 2 590 tonnes au cours de la même période pour les semences certifiées.

Les variétés les plus produites sont celles de maïs et de riz. Les semences sont produites sans tenir compte des demandes qui ne sont formulées habituellement qu'à la veille des semailles par les producteurs de grains. Cette situation entrave la planification des semences de toutes les catégories (pré-base, base et certifiées), ce qui entraîne un déficit criard ou des surplus exorbitants de semences de base d'une espèce à une autre ou encore d'une variété à une autre pour la même espèce. En ce qui concerne la commercialisation des semences, à peine 50 % de la production totale sont vendues chaque année. La vente est faite en grande partie à la Centrale d'Approvisionnement et de Gestion des Intrants Agricoles (CAGIA) et aux différents projets du Programme National d'Investissement Agricole et de Sécurité Alimentaire (PNIASA) avec des prix oscillants entre 225 à 600 FCFA/kg. En matière de distribution des semences, en dehors de la CAGIA qui agit pour le compte de l'Etat, elle est assurée par des établissements privés dont le fonds de commerce reste principalement les produits maraîchers et phytosanitaires.

Pour l'utilisation des semences, la majorité (75%) des producteurs de grains utilisent uniquement des semences de variétés améliorées sur leurs parcelles de production, 14 % utilisent les semences de ferme et 11% les deux types de semences. Les semences améliorées utilisées concernent plus le maïs et le riz. Les variétés améliorées de maïs occupent une grande proportion (80%) des superficies emblavées en semences améliorées. Elles sont suivies des variétés de riz (11%) et du soja (7%). Les producteurs utilisant les semences améliorées et satisfaits représentent 98%. Les raisons souvent invoquées sont entre autre la bonne germination, le bon rendement, la résistance des variétés aux maladies, le bon tallage, la résistance à la verse ou encore la précocité (MAEH, 2015) Cependant, les non satisfaits

évoquent essentiellement la non disponibilité des semences en quantité et en qualité, les difficultés dues principalement à l'éloignement des lieux d'approvisionnement, l'indisponibilité à temps et en quantité des semences et le manque de moyens financiers pour se procurer les semences à cause des prix élevés qui sont pratiqués (MAEH, 2015)

2. Revue empirique

La décision d'adopter ou non la technologie agricole exige un processus décisionnel de la part du producteur. Du fait de l'aversion de nombreux agriculteurs, la question de la rentabilité de la nouvelle technologie à court et à long terme est au cœur de cette décision (Åstebro, 2004). Au Malawi, Katengeza et al., (2019) ont trouvé que la probabilité d'adoption des variétés de maïs tolérantes à la sécheresse est positivement corrélée avec un décalage de 2 ans des périodes sèches précoces les plus longues et l'accès aux subventions pour les semences. L'intensité de l'adoption mesurée par la superficie (ha) cultivée en maïs DT est positivement corrélée avec le décalage d'un an et de deux ans des plus longues périodes sèches précoces, le décalage de deux ans et de trois ans des plus longues périodes sèches tardives et la subvention aux semences, mais inversement liée au décalage d'un an des périodes sèches tardives et à la subvention aux engrais. Allant dans le même sens Torshizi et Gray (2022) ont développé un modèle théorique qui postule que l'adaptabilité des variétés de semences compte dans les choix d'adoption des variétés par les agriculteurs. Pour vérifier cette théorie et mesurer l'ampleur de l'effet, ils ont développé une nouvelle mesure de l'adaptabilité des variétés et estimé un modèle empirique d'adoption dans l'Ouest canadien. Leurs résultats laissent croire qu'une augmentation de 1% de l'adaptabilité d'une variété augmente son adoption de 0,45% et que cet effet est statistiquement et économiquement significatif.

Seo et Mendelsohn (2008) examinent comment les agriculteurs sud-américains s'adaptent au climat en changeant de culture. Ils estiment le modèle logit sur 949 agriculteurs dans sept pays et constatent que la température et les précipitations affectent les cultures choisies par les agriculteurs sud-américains. Ces derniers choisissent les fruits et légumes dans les endroits plus chauds et le blé et les pommes de terre dans les endroits plus frais. Marie et al., (2020) ont identifié les déterminants de l'adoption par les agriculteurs de stratégies d'adaptation au changement climatique dans le district de Gondar Zuria, au nord-ouest de l'Ethiopie en utilisant des modèles de régression logistique multinomiale et binaire. Le modèle de régression logistique multinomiale a été utilisé pour estimer l'influence des caractéristiques socio-

économiques des ménages sur la décision des agriculteurs de choisir des stratégies d'adaptation au changement climatique. Les résultats montrent que l'âge, le sexe, la taille de la famille, le revenu agricole et la taille de l'exploitation ont une influence significative sur le choix des stratégies d'adaptation au changement climatique par les agriculteurs. Les auteurs trouvent également que l'accès aux informations climatiques, le revenu agricole annuel total et les variables d'accès au marché sont des déterminants significatifs de l'adoption de stratégies d'adaptation au changement climatique par les agriculteurs.

En Inde, une étude sur l'adoption de variétés améliorées de pois chiches certains villages tribaux éloignés et arriérés du Gujara a montré que la durée de maturité de la culture, la taille de l'exploitation, le risque de rendement et l'expérience des agriculteurs en matière de culture du pois chiche ont influencé de manière significative leur adoption. Les avantages sur l'exploitation résultant des variétés améliorées ont été réalisés en termes de niveaux de rendement accrus, de revenus plus élevés et de productivité du travail, de surplus commercialisables, de prime de prix et de rendements stabilisés dans des conditions météorologiques fluctuantes (Shiyani et al., 2002). Par ailleurs, Mastenbroek et al.,(2021) ont examiné la volonté des petits agriculteurs de payer pour la technologie agricole et si l'information est une contrainte à l'adoption de semences de maïs certifiées dans le nord de l'Ouganda. Ils ont utilisé des enchères Becker-DeGroot-Marschak compatibles avec les incitations pour obtenir la volonté de payer pour des semences de maïs améliorées de qualité assurée de la part de 1009 petits exploitants agricoles. Leurs résultats montrent que le traitement d'information randomisé a amélioré les connaissances des agriculteurs sur les semences certifiées. Des études similaires sont menées dans les collines du Népal pour identifier les déterminants de l'adoption de pratiques améliorées de production de maïs. Sur la base d'une analyse Tobit, la superficie, le groupe ethnique, les années d'utilisation d'engrais, les revenus non agricoles et le contact avec les services de vulgarisation ont eu une incidence significative et positive sur l'adoption de variétés améliorées. Par contre, le manque de semence et le manque de connaissances sur les nouvelles variétés étaient les principaux obstacles pour les agriculteurs d'adopter ces semences améliorées (Ransom et al., 2003). Ces résultats sont aussi similaires à ceux de Takam-Fongang et al., (2019). A l'aide d'une régression de commutation endogène et des modèles d'appariement de score de propension ils ont analysé l'adoption et l'impact des variétés de maïs améliorées sur les rendements du maïs dans le centre du Cameroun. En ce qui concerne l'adoption, leurs résultats laissent entendre le niveau d'éducation, la formation agricole, la proximité d'une branche de l'Institut de recherche agricole

pour le développement et les perceptions des agriculteurs du rendement et du risque des variétés de maïs améliorées affectent significativement l'adoption des variétés de maïs améliorées.

Ward & Pede (2015) mesurer l'effet des interactions spatiales sur l'utilisation du riz hybride en utilisant un ensemble de données unique et représentatif au Bangladesh. Ils ont considéré une stratégie d'identification et d'estimation utilisant une procédure spatiale généralisée de moindres carrés à deux étapes avec des instruments quasi idéaux pour identifier efficacement les influences causales. Leurs résultats indiquent que les effets de voisinage sont un déterminant significatif de l'utilisation du riz hybride. De plus, en utilisant deux spécifications des systèmes de réseaux spatiaux, l'une basée sur l'appartenance au même village (indépendamment de la distance) et l'autre basée sur la distance géographique (indépendamment de la limite du village), ils constatent qu'un réseau comprenant des adoptants de riz hybride proches est plus influent qu'un réseau d'adoptants de riz hybride plus éloignés. Ils remarquent également que le simple fait d'avoir un réseau avec un grand nombre d'adoptants peut être relativement insignifiant s'ils sont éloignés. En effet, Les réseaux sociaux basés sur la géographie (c'est-à-dire l'emplacement des fermes et des parcelles), la parenté, l'amitié ou la religion facilitent la diffusion des technologies par les agriculteurs. Ces résultats corroborent ceux de Langyintuo et Mekuria (2008). Leurs résultats laissent voir des preuves non seulement que l'adoption par les voisins influence l'adoption par les agriculteurs, mais aussi que l'adhésion à des associations d'agriculteurs et le contact avec des agents de vulgarisation ont une incidence positive sur l'adoption des variétés de semences améliorées de maïs au Mozambique. Les interactions et l'apprentissage facilitent la croissance de la productivité en favorisant la diffusion des technologies améliorées au sein des réseaux sociaux.

Des résultats similaires ont été obtenus par d'autres auteurs. Au Mozambique les décisions des agriculteurs concernant l'adoption du tournesol sont corrélées aux choix de leur réseau de famille et d'amis (Bandiera & Rasul, 2006) tandis qu'au Ghana, les producteurs d'ananas ajustent leurs intrants pour s'aligner sur ceux de leurs voisins informateurs qui ont réussi au cours des périodes précédentes (Conley & Udry, 2010). Cet effet de groupe est expliqué par Manski (1993). Ce dernier a proposé trois hypothèses pour expliquer l'effet de l'appartenance à un groupe sur le comportement d'un individu : les effets endogènes, les effets contextuels et les effets corrélés. Le comportement individuel influence le comportement moyen du groupe tout en étant influencé par le comportement du groupe (les effets endogènes) ou est influencé par les caractéristiques exogènes de son groupe (ou par celles des membres individuels du groupe).

Enfin, Les effets de corrélation reflètent le fait que les individus d'un groupe se comportent de manière similaire parce qu'ils ont tendance à avoir des caractéristiques similaires ou à être confrontés à des conditions politiques, institutionnelles ou environnementales similaires.

3. La méthodologie de recherche

3.1. Modèle théorique

Pour démontrer l'importance de la dépendance spatiale sur les décisions de production, nous considérons une variante du modèle d'apprentissage introduit dans Conley et Udry (2010). Aussi en suivant Ward & Pede (2015) qui considèrent qu'une saison agricole est composée de deux périodes discrètes: les agriculteurs prennent les décisions concernant les intrants à la période t et réalisent la production à la période $t + 1$. La production réalisée (par unité de terre) peut être écrite comme suit:

$$Y_{i,t+1} = f(x_{it}; v_t) + \varepsilon_{i,t+1}(v_t) \quad (1)$$

où $Y_{i,t+1}$ est la productivité réalisée dans le futur, x_{it} est la quantité d'intrants utilisés (par unité de terre) dans la période actuelle, $\varepsilon_{i,t+1}$ est un choc de productivité stochastique de moyenne nulle qui est distribué indépendamment et de manière identique entre les agriculteurs et v_t caractérise les conditions de croissance. A partir de l'équation (1), les bénéfices agricoles peuvent s'écrire:

$$\pi_{i,t+1} = p_{t+1}Y_{i,t+1} - r_t x_t = p_{t+1}[f(x_{it}; v_t) + \varepsilon_{i,t+1}(v_t)] - r_t x_t \quad (2)$$

où p_{t+1} sont les prix futurs de la production et r_t est le prix unitaire actuel de l'intrant x . Comme les prix futurs de la production et la productivité sont stochastiques, les agriculteurs peuvent ne pas savoir ce que sera la productivité ou les bénéfices agricoles dans le futur sur la base des décisions qu'ils prennent dans le présent. Mais compte tenu de leurs expériences de l'utilisation des intrants et des conditions de croissance actuelles leurs attentes de la période t concernant les profits futurs peuvent être écrites comme suit :

$$E_{it}[\pi_{i,t+1}] = [(p_{t+1})E_{it}[f(x_{it}; v_t) + \varepsilon_{i,t+1}(v_t)]] - r_t x_t \quad (3)$$

Etant donné que $\varepsilon_{i,t+1}(v_t)$ est un processus stochastique de moyenne nulle, nous avons $E_{it}[f(x_{it}; v_t) + \varepsilon_{i,t+1}(v_t)] = E_{it}[f(x_{it}; v_t)]$. En supposant également que les attentes actuelles sont fonction à la fois des propres expériences des agriculteurs (c'est-à-dire les bénéfices réalisés) et des expériences des autres agriculteurs du réseau social, la productivité attendue peut être s'écrire :

$$E_{it}[f(x_{it}; v_t)] \in E_{it}[f(x_{it}; v_t)/Y_{it}(X_i), Y_{jt}(X_j), y_t] \text{ tel que } j \in J \quad (4)$$

Dans cette équation, $Y_{it}(X_i) = y_{it}(x_{it}, v_t), y_{i,t-1}(x_{i,t+2}), \dots, Y_{i,t-T+1}(x_{i,t-T})$ résume la mémoire de l'agriculteur i à la période t de ses propres décisions d'entrée et de production observée à la période suivante (dans la mesure de sa mémoire, T), $Y_{jt}(X_j) = y_{jt}(x_{j,t-1}), y_{i,t-1}(x_{j,t-2}), \dots, y_{j,t-T+1}(x_{i,t-T})$ résume la mémoire de l'agriculteur i à la période t des décisions d'intrants et des bénéfices observés à la période suivante du voisin $j \equiv J$, où J est l'ensemble de tous les membres du réseau social de l'agriculteur i , et $Y = v_{t-1}, v_{t-2}, \dots, v_{t-T}$ reflète la mémoire de l'agriculteur i à la période t des conditions de culture passées (par exemple, le sol ou la météo). Au moment t , l'agriculteur i observe la productivité (et donc le profit) des choix d'intrants $x_{i,t-1}$ et $x_{j,t-1}$. La résolution du problème de maximisation du profit de l'agriculteur passe par une équation d'utilisation de la variété hybride dont la forme réduite peut s'écrire comme :

$$x_{it} = g(E_{it}(P_{t+1}), Y_{it}(X_i), Y_{jt}(X_j), y_t, r_t, Z_{it}) \quad (5)$$

Dans l'équation (5), Z_{it} démontrent des différences idiosyncratiques qui peuvent conduire à des différences dans l'adoption d'hybrides entre des agriculteurs par ailleurs équivalents sur le plan de l'observation. Cette équation est une forme réduite d'adéquation de la demande et les variables introduites peuvent être considérées comme des modificateurs idiosyncrasiques de la demande. L'analyse théorique montre que la décision des agriculteurs d'adopter les semences améliorées est un choix binaire dans lequel les agriculteurs pondèrent la différence d'utilité (y^*). Bien que le niveau réel de la différence d'utilité (y^*) ne soit pas observable du fait de sa subjectivité, il peut être exprimé comme une fonction linéaire de variables exogènes dans le modèle de variable latente. Le modèle est spécifié comme suit :

$$y^* = G\alpha + X\beta + w \text{ avec } H_i = \begin{cases} 1 & \text{si } x_i > 0 \\ 0 & \text{si } x_i < 0 \end{cases} \quad (6)$$

où x_i fait référence à la probabilité d'adoption des semences améliorées, qui est déterminée par une variable binaire observée, H_i (1 pour les adoptants des semences améliorées et 0 pour les non-adoptants). G désigne une matrice de variables d'information (par exemple, l'utilisation de smartphones, les services de vulgarisation et les organisations d'agriculteurs); X désigne une matrice de variables explicatives exogènes (par exemple, l'âge du chef de ménage, l'éducation, la possession d'actifs et l'état des routes). α et β sont des vecteurs de paramètres à estimer ; ω désigne le terme d'erreur.

3.2. Modèle empirique

En se focalisant sur les équations (5) et (6), le modèle économétrique peut être spécifié comme suit :

$$H_i = \alpha + \rho \sum_{j \in J} \omega_{ij} H_j + Z_i' \beta + \varepsilon_i \quad (7a)$$

$$\varepsilon_i = \lambda \sum_{j \in J} \omega_{ij} \varepsilon_j + u_i \quad (7b)$$

où H_k , $k=i, j$ est une mesure binaire de l'adoption des semences améliorées correspondant à l'agriculteur i et au membre du réseau j , Z_i' est un vecteur des caractéristiques du ménage, ε_i est un terme d'erreur composite constitué de corrélations spatiales entre des caractéristiques inobservables avec les membres de son réseau (ε_j) et de termes d'erreur aléatoires idiosyncratiques (u_i) et ω_{ij} est l'élément (i, j) d'une matrice de poids spatiaux définissant la structure du cadre spatial, avec $\omega_{ii} = 0$. Les termes ρ et λ sont des coefficients de corrélation spatiale correspondant à des variables dépendantes et des erreurs spatialement retardées, respectivement, l'espace des paramètres étant supposé être $(-1, 1)$.

La première ligne de l'équation (7a) implique que l'utilisation des semences améliorées par le ménage i est fonction de l'utilisation par ses voisins ainsi que de ses caractéristiques exogènes. Les variables incluses dans Z_i' seraient des caractéristiques démographiques du ménage (par exemple, la composition du ménage, les caractéristiques du chef de ménage, etc.) et des caractéristiques économiques (par exemple, les revenus ou les dépenses, l'épargne, les caractéristiques professionnelles, etc.). La deuxième ligne de l'équation (7b) capte la corrélation spatiale des facteurs inobservables, également appelée erreurs décalées dans l'espace ou erreurs autorégressives spatiales. Ce terme reflète le fait que les agriculteurs d'un même réseau ont un comportement similaire parce qu'ils sont exposés à des caractéristiques inobservées similaires qui conditionnent les décisions de culture.

3.3. Les données

Les données utilisées dans cet article proviennent de l'Enquête harmonisée sur les conditions de vie des ménages (EHCVM 2018-2019). Cette enquête s'inscrit dans le cadre du Programme Statistique Régional (PSR) 2015-2020 de l'UEMOA. L'EHCVM a été réalisée à partir d'un sondage probabiliste aréolaire à deux degrés avec stratification au premier degré. Cette approche offre la possibilité d'avoir les résultats représentatifs au niveau du domaine d'étude et permet d'avoir tous les indicateurs de précisions d'une enquête probabiliste (erreur de sondage, coefficient de variation, intervalle de confiance, etc.). La méthode de sondage utilisée

est celle du sondage à deux degrés avec stratification au premier degré. La taille de l'échantillon de l'EHCVM est de 6 171 ménages dont 3008 ménages agricoles.

4. Présentation des résultats

4.1. Statistiques descriptives

Il ressort de l'analyse du tableau N°1, que l'âge moyen du chef du ménage parmi les adoptants est de 28,82 ans avec un écart de 7,83 ans. La variable âge est hétérogène. Elle varie de 15 à 65 ans pour les adoptants. Par contre, pour les non adoptants, l'âge moyen du chef de ménage est 28,67 ans avec un écart de 11,15 ans. Comparé aux adoptants, on remarque une différence de 27 ans au niveau de l'âge maximum. En ce qui concerne la taille du ménage, elle est de 3,32 pour les adoptants contre 5,11 en moyenne pour les non adoptants. La taille maximale est de 18 parmi les ménages adoptants contre 21 pour les non adoptants.

Tableau N°1 : Statistiques descriptives des variables quantitatives utilisées dans le modèle

Caractéristiques	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Ménage adoptant la technologie				
Age du chef du ménage	28.82	7.83	15	65
Taille du ménage	3.32	3.00	1	18
Ménage non adoptant la technologie				
Age du chef du ménage	28.67	11.15	15	92
Taille du ménage	5.11	2.81	1	21

Source : auteur à partir des données d'EHCVM 2018-2019.

Il ressort du tableau N°2 que 9,43 % de l'échantillon a adopté les semences améliorées contre 90,57 %. Parmi les ménages adoptants, 65,17 % n'ont aucun niveau d'éducation contre 60,05 % pour les non adoptants. Ces proportions sont respectivement de 15,56 % et 14,91 % pour les ménages ayant le secondaire et plus. Par ailleurs, au niveau du primaire on remarque une tendance contraire où on remarque que les proportions des adoptants (19,26) restent plus faibles que celles des non adoptants des nouvelles semences. Ce qui ne permet de déduire une éventuelle relation entre le niveau d'éducation et l'adoption des semences améliorées. Selon le sexe du chef de ménage, les hommes ont tendance à adopter les semences améliorées que les femmes. En effet, le taux varie de 75,99 % chez les hommes adoptants contre 24,01 % chez les femmes adoptantes. Par contre chez les non adoptants ce taux est de 64,99% chez les hommes contre 35,01 % chez les femmes.

L'état matrimonial d'un individu peut jouer sur sa capacité à adopter ou non une nouvelle technologie. Dans notre étude, il ressort que les mariés et les divorcés ont plus adopté les nouvelles semences que les célibataires. Les proportions de chaque groupe sont respectivement 86,54, 10,29 et 3,17 pourcents parmi les adoptants. Ceux qui sont membre d'une association ou d'un organe agricole aussi ont plus adopté les nouvelles semences soit 93,40 % contre 6,60%. Par ailleurs parmi ceux ayant adopté les semences améliorées, seul 5,80 % ont accès à l'électricité contre 94,20 %. Et enfin s'agissant de la région, 42,48 % des adoptants sont de la région des savanes et 36,94 % dans la région de la Kara contre 2,11 % dans la région maritime.

Tableau N°2: Statistiques descriptives des variables qualitatives utilisées dans le modèle

Caractéristiques	Ménages adoptants la technologie (%)	Ménage non adoptants la technologie (%)
Niveau d'éducation		
Aucun niveau	65.17	60.05
Primaire	19.26	425.04
Secondaire et plus	15.56	14.91
Sexe du chef du ménage		
Homme	75.99	64.99
Femme	24.01	35.01
État matrimonial		
Célibataire	3.17	4.72
Marié	86.54	71.76
Divorcé	10.29	22.24
Membre d'un organe		
Oui	93.40	96.18
Non	6.60	3.82
Bénéficiaire d'un filet social		
Oui	98.15	3.40
Non	1.85	96.60
Branche agricole		
Oui	82.84	92.61
Non	17.16	7.39
Accès à l'électricité		
Oui	5.80	12.03
Non	94.20	87.97
Région agricole		
Maritime	2.11	12.58
Plateaux	13.72	20.81
Centrale	4.75	11.04
Kara	36.94	31.91
Savanes	42.48	23.67
Taille de l'échantillon	9.43	90.57

Source : auteur à partir des données d'EHCVM, 2018-2019

4.2. Déterminants de l'adoption des semences améliorées

Le tableau N°3, montre que la superficie, l'utilisation des produits phytosanitaires, la branche agricole, l'association de culture et la région sont les déterminants de l'adoption des semences améliorées. Par ailleurs, les variables âge, l'utilisation d'engrais, l'éducation, bénéficiaire d'un filet social et le mode de labour ne semblent pas être des déterminants de l'adoption des semences améliorées dans cette analyse. Parmi ces variables, le sexe ; la superficie, l'utilisation des produits phytosanitaires, la branche agricole et la région affectent positivement l'adoption des semences améliorées. Par contre, l'association de culture affecte négativement l'adoption de des semences améliorées. Les effets marginaux montrent que le sexe affecte positivement et significativement l'adoption de la technologie au seuil de 5%. Cela signifie que par rapport aux femmes, la probabilité que les hommes adoptent les semences améliorées est de 3.5 %.

L'utilisation des produits phytosanitaires affecte positivement et significativement l'adoption de semences améliorées au seuil de 1%. Il en est de même pour la branche agricole. Par rapport à la région maritime, la probabilité d'adopter la semence améliorée baisse de la région des plateaux à la région centrale. Par contre, elle augmente de la Kara à la savane. Toutefois, la significativité de cette variable diffère. Elle est de 1% sauf au niveau de la région centrale où elle est de 10%. En ce qui concerne la superficie, elle affecte positivement l'adoption des semences améliorées au seuil de 1%. Cela signifie que si la superficie augmente de 1point de pourcentage, la probabilité d'adopter les semences améliorées est de 0,01. S'agissant de l'association de culture, elle affecte négativement l'adoption des semences améliorées. Cela signifie que par rapport à la monoculture, le fait d'associer les cultures baisse la probabilité de 0,04 d'adopter les semences améliorées.

Tableau N°3: Déterminants de l'adoption des semences améliorées

Variables expliquées	Score de propension		Effets marginaux	
	Coef.	t-stat	Coef.	t-stat
Age	-0.003	(-0.47)	-.0002297	(0.702)
Utilization engrais	0.145	(1.01)	0.128797	(0.38)
Sexe	0.398**	(2.53)	.0352188**	(0.013)
éduqué	0.016	(0.11)	.0013888	(0.913)
benef_filet_soc	-0.057	(-0.14)	-.0050462	(0.890)
Log(superficie)	0.113***	(6.09)	.0100082***	(0.000)
Utilization phytosanitaire	0.581***	(4.01)	.0514331	(0.000)
Branche agricole	0.731***	(2.82)	.0647142	(0.005)
<i>Région_ Maritime</i>				
Plateaux	1.468***	(2.78)	.07718***	(0.000)
Centrale	1.111*	(1.90)	.0492291*	(0.032)
Kara	1.574***	(3.01)	.0870067***	(0.000)
Savanes	1.616***	(2.97)	.0911206***	(0.000)
Association culture	-0.557***	(-3.13)	-.0493415	(0.002)
Mode Labour	0.292	(1.39)	.0258214	(0.151)
_cons	-4.854***	(-7.42)		
N	2679.000			
r2_p	0.094			
ll	-820.875			
p	0.000			

Source : auteur à partir des données d'EHCVM, 2018-2019

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

Ces résultats corroborent ceux de Deressa et al., (2009). Les résultats de ces derniers indiquent que le niveau de l'éducation, le sexe, l'âge et la richesse du chef de famille, l'accès à la vulgarisation et au crédit, les informations sur le climat, le capital social, les paramètres agroécologiques et la température influencent les choix des agriculteurs. Les principaux obstacles sont le manque d'informations sur les méthodes d'adaptation et les contraintes financières (Deressa et al., 2009). Aussi, dans la région des Prairies au Canada la taille de l'exploitation, la proximité d'une station de recherche, le type de sol et les conditions météorologiques sont les déterminants de l'adoption des nouvelles technologies (Davey & Furtan, 2008). Shiferaw et al.,(2008) ont évalué l'adoption et l'impact de deux variétés de pois d'Angole à l'aide d'un modèle à double obstacle augmenté qui permet d'estimer l'adoption des

variétés conditionnellement aux seuils d'accès aux semences en tenant compte des informations supplémentaires sur la séparation des échantillons. Leurs résultats indiquent que l'accès aux semences (approvisionnement local), de la vulgarisation, de l'éducation, de la prise de décision participative, du capital et des actifs des ménages dans la détermination de l'adoption (Bekele A. Shiferaw, Tewodros A. Kebede, Liang You, 2008).

Par ailleurs, Nkonya et al.,(1997) quantifient les facteurs socio-économiques qui affectent l'adoption de semences à l'aide d'un modèle Tobit à partir d'une enquête auprès de 246 agriculteurs du nord de la Tanzanie. Leurs résultats laissent entendre que l'adoption de semences de maïs améliorées a été positivement affectée par l'utilisation d'azote par hectare, la taille de l'exploitation, le niveau d'éducation des agriculteurs et les visites d'agents de vulgarisation. De même, en Inde, la durée de maturité de la culture, la taille de l'exploitation, le risque de rendement et l'expérience des agriculteurs en matière de culture du pois chiche ont influencé de manière significative leur adoption (Shiyani et al., 2002).

Conclusion

Cette étude a pour objectif d'analyser l'effet de la dépendance spatiale sur l'adoption de variétés de semences améliorée au Togo. Le modèle Logit est appliqué un échantillon de 3008 ménages agricoles issus de l'enquête harmonisée sur les conditions de vie des ménages pour la période 2018-2019 (EHCVM, 2018-2019). Les résultats montrent que la superficie, l'utilisation des produits phytosanitaires, la branche agricole, l'association de culture et la région sont les déterminants de l'adoption des semences améliorée. Parmi les ménages adoptants, 65,17 % n'ont aucun niveau d'éducation contre 60,05 % pour les non adoptants. Ces proportions sont respectivement de 15,56 % et 14,91 % pour les ménages ayant le secondaire et plus. Par ailleurs, au niveau du primaire on remarque une tendance contraire où on remarque que les proportions des adoptants (19,26) restent plus faibles que celles des non adoptants des nouvelles semences. Les effets marginaux montrent que le sexe affecte positivement et significativement l'adoption de la technologie au seuil de 5%. Cela signifie que par rapport aux femmes, la probabilité que les hommes adoptent les semences améliorées est de 3.5%.

Les résultats suggèrent de rendre accessible le prix des semences aux utilisateurs par une diminution des coûts de production qui peut se faire à travers l'introduction de variétés plus performantes à l'instar des hybrides, de maîtriser les besoins des utilisateurs de semences, de se concentrer sur l'éducation des producteurs en tant que composante de l'influence de la technologie et de perpétuer la sensibilisation et les campagnes de promotions des semences de variétés améliorées.

BIBLIOGRAPHIE

- Abadi Ghadim, A. K., Burton, M. P., & Pannell, D. J. (1999). More empirical evidence on the adoption of chick peas in Western Australia. Or : Different ways of thinking about nothing.
- Abdul Mumin, Y., & Abdulai, A. (2022). Informing Food Security and Nutrition Strategies in Sub-Saharan African Countries : An Overview and Empirical Analysis. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 44(1), 364-393.
- Arslan, A., Belotti, F., & Lipper, L. (2016). Smallholder Productivity and Weather Shocks : Adoption and Impact of Widely Promoted Agricultural Practices in Tanzania. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2800204>
- Åstebro, T. (2004). Sunk costs and the depth and probability of technology adoption. *The Journal of Industrial Economics*, 52(3), 381-399
- Awotide, B. A., Abdoulaye , T., Alene, A. D., & Manyong, V. M. (2016). Adoption of Drought Tolerance Maize Varieties for Africa , Productivity , Food Security and Welfare in Nigeria : An Ex-Post Impact Assessment. Nigeria: Unpublished PhD Thesis, University of Ibadan.
- Bandiera, O., & Rasul, I. (2006). Social networks and technology adoption in northern Mozambique. *The economic journal*, 116(514), 869-902.
- Becerril, J., & Abdulai, A. (2010). The impact of improved maize varieties on poverty in Mexico : A propensity score-matching approach. *World development*, 38(7), 1024-1035.
- Bekele A. Shiferaw, Tewodros A. Kebede, Liang You. (2008). Technology adoption under seed access constraints and the economic impacts of improved pigeonpea varieties in Tanzania. *Agricultural Economics*.
- Conley, T. G., & Udry, C. R. (2010). Learning about a new technology : Pineapple in Ghana. *American economic review*, 100(1), 35-69.
- Davey, K. A., & Furtan, W. H. (2008). Factors that affect the adoption decision of conservation tillage in the prairie region of Canada. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, 56(3), 257-275.
- Davies, M., Guenther, B., Leavy, J., Mitchell, T., & Tanner, T. (2009). Climate Change Adaptation, Disaster Risk Reduction and Social Protection : Complementary Roles in

- Agriculture and Rural Growth? IDS Working Papers, 2009(320), 01-37.
https://doi.org/10.1111/j.2040-0209.2009.00320_2.x
- De Janvry, A. & Sadoulet, E., (2002). World Poverty and the Role of Agricultural Technology: Direct and Indirect Effects. *The Journal of Development Studies*, 1-26.
- Deressa, T. T., Hassan, R. M., Ringler, C., Alemu, T., & Yesuf, M. (2009). Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global Environmental Change*, 19(2), 248-255.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.01.002>
- Devereux, S. (2007). The impact of droughts and floods on food security and policy options to alleviate negative effects : The impact of droughts and floods on food security and policy options to alleviate negative effects. *Agricultural Economics*, 37, 47-58.
<https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2007.00234.x>
- Di Falco, S., Doku, A., & Mahajan, A. (2020). Peer effects and the choice of adaptation strategies. *Agricultural Economics*, 51(1), 17-30. <https://doi.org/10.1111/agec.12538>
- FAO, CEA et CUA (2020). Africa regional overview of food security and nutrition 2020 : Transforming food systems for affordable healthy diets (Vol. 1). Food & Agriculture Org.
- Feder, G., & Slade, R. (1984). The acquisition of information and the adoption of new technology. *American Journal of Agricultural Economics*, 66(3), 312-320
- Fisher, M., Abate, T., Lunduka, R. W., Asnake, W., Alemayehu, Y., & Madulu, R. B. (2015). Drought tolerant maize for farmer adaptation to drought in sub-Saharan Africa : Determinants of adoption in eastern and southern Africa. *Climatic Change*, 133(2), 283-299. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1459-2>
- Holden, S. T., & Fisher, M. (2015). Subsidies promote use of drought tolerant maize varieties despite variable yield performance under smallholder environments in Malawi. *Food Security*, 7(6), 1225-1238. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0511-4>
- Isham, J., Kelly, T., & Ramaswamy, S. (2002). Social capital and well-being in developing countries : An introduction. *Social Capital and Economic Development: Well-Being in Developing Countries*. Northampton, MA: Edward Elgar, 3-17
- Issahaku, G., & Abdulai, A. (2020). Can Farm Households Improve Food and Nutrition Security through Adoption of Climate-smart Practices? Empirical Evidence from

- Northern Ghana. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 42(3), 559-579.
<https://doi.org/10.1093/aep/ppz002>
- Katengeza, S. P., Holden, S. T., & Lunduka, R. W. (2019). Adoption of Drought Tolerant Maize Varieties under Rainfall Stress in Malawi. *Journal of Agricultural Economics*, 70(1), 198-214. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12283>
- Kebebe, E. G. (2017). Household nutrition and income impacts of using dairy technologies in mixed crop–livestock production systems. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 61,1–19.
- Langyintuo, A. S., & Mekuria, M. (2008). Assessing the influence of neighborhood effects on the adoption of improved agricultural technologies in developing agriculture. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 2(311-2016-5528), 151-169.
- Manski, C. F. (1993). Identification of Endogenous Social Effects : The Reflection Problem. *The Review of Economic Studies*, 60(3), 531. <https://doi.org/10.2307/2298123>
- Marie, M., Yirga, F., Haile, M., & Tquabo, F. (2020). Farmers' choices and factors affecting adoption of climate change adaptation strategies : Evidence from northwestern Ethiopia. *Heliyon*, 6(4), e03867. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03867>
- Martey, E., Etwire, P. M., & Kuwornu, J. K. M. (2020). Economic impacts of smallholder farmers' adoption of drought-tolerant maize varieties. *Land Use Policy*, 94, 104524. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104524>
- Mastenbroek, A., Sirutyte, I., & Sparrow, R. (2021). Information Barriers to Adoption of Agricultural Technologies : Willingness to Pay for Certified Seed of an Open Pollinated Maize Variety in Northern Uganda. *Journal of Agricultural Economics*, 72(1), 180-201. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12395>
- Ministère de l'Agriculture, de l'élevage et des ressources Hlieutiques (2015). Rapport sur le sous-secteur des semences améliorées, Lomé-Togo.
- Mendola, M. (2007). Agricultural technology adoption and poverty reduction : A propensity-score matching analysis for rural Bangladesh. *Food policy*, 32(3), 372-393.

- Moyo, S., Norton, W. G., Alwang, J., Rhinehart, I., & Deom, C. M. (2007). Peanut research and poverty reduction: impacts of variety improvement to control peanut viruses in uganda. *American Journal of Agricultural Economics*, 89(2), 448–460
- Negatu, W., & Parikh, A. (1999). The impact of perception and other factors on the adoption of agricultural technology in the Moret and Jiru Woreda (district) of Ethiopia. *Agricultural economics*, 21(2), 205-216.
- Nkonya, E., Schroeder, T., & Norman, D. (1997). Factors affecting adoption of improved maize seed and fertiliser in northern tanzania. *Journal of Agricultural Economics*, 48(1-3), 1-12. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.1997.tb01126.x>
- Ogundari, K. (2014). The Paradigm of Agricultural Efficiency and its Implication on Food Security in Africa: What Does Meta-analysis Reveal? *World Development* , 64, 690–702.
- Ogundari, K., & Bolarinwa, O. D. (2018). Impact of agricultural innovation adoption : A meta-analysis. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 62(2), 217-236.
- Pauw, K., Thurlow, J., Bachu, M., & Van Seventer, D. E. (2011). The economic costs of extreme weather events : A hydrometeorological CGE analysis for Malawi. *Environment and Development Economics*, 16(2), 177-198. <https://doi.org/10.1017/S1355770X10000471>
- Ransom, J. K., Paudyal, K., & Adhikari, K. (2003). Adoption of improved maize varieties in the hills of Nepal. *Agricultural Economics*, 29(3), 299-305. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2003.tb00166.x>
- Salazar-Espinoza, C., Jones, S., & Tarp, F. (2015). Weather shocks and cropland decisions in rural Mozambique. *Food Policy*, 53, 9-21. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.03.003>
- Seo, S. N., & Mendelsohn, R. (2008). An analysis of crop choice : Adapting to climate change in South American farms. *Ecological Economics*, 67(1), 109-116. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.12.007>
- Shikuku, K. M., & Melesse, M. B. (2020). Networks, incentives and technology adoption : Evidence from a randomised experiment in Uganda. *European Review of Agricultural Economics*, 47(5), 1740-1775. <https://doi.org/10.1093/erae/jbaa009>

- Shiyani, R. L., Joshi, P. K., Asokan, M., & Bantilan, M. C. S. (2002). Adoption of improved chickpea varieties : KRIBHCO experience in tribal region of Gujarat, India. *Agricultural Economics*, 27(1), 33-39. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2002.tb00102.x>
- Simtowe, F., Amondo, E., Marenja, P., Rahut, D., Sonder, K., & Erenstein, O. (2019). Impacts of drought-tolerant maize varieties on productivity, risk, and resource use : Evidence from Uganda. *Land Use Policy*, 88, 104091. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104091>
- Takam-Fongang, G. M., Kamdem, C. B., & Kane, G. Q. (2019). Adoption and impact of improved maize varieties on maize yields : Evidence from central Cameroon. *Review of Development Economics*, 23(1), 172-188. <https://doi.org/10.1111/rode.12561>
- Tambet, H., & Stopnitzky, Y. (2021). Climate Adaptation and Conservation Agriculture among Peruvian Farmers. *American Journal of Agricultural Economics*, 103(3), 900-922. <https://doi.org/10.1111/ajae.12177>
- Tesfaye, K., Kruseman, G., Cairns, J. E., Zaman-Allah, M., Wegary, D., Zaidi, P. H., Boote, K. J., Rahut, D., & Erenstein, O. (2018). Potential benefits of drought and heat tolerance for adapting maize to climate change in tropical environments. *Climate Risk Management*, 19, 106-119. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.10.001>
- Torshizi, M., & Gray, R. (2022). Adaptability and variety adoption : Implications for plant breeding policy in a changing climate. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 1467-8489.12491. <https://doi.org/10.1111/1467-8489.12491>
- Ward, P. S., & Pedde, V. O. (2015). Capturing social network effects in technology adoption : The spatial diffusion of hybrid rice in Bangladesh. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 59(2), 225-241. <https://doi.org/10.1111/1467-8489.12058>
- Xu, J., Henry, A., & Sreenivasulu, N. (2020). Rice yield formation under high day and night temperatures—A prerequisite to ensure future food security. *Plant, Cell & Environment*, 43(7), 1595-1608. <https://doi.org/10.1111/pce.13748>
- Yamano, T., Malabayabas, M. L., Habib, Md. A., & Das, S. K. (2018). Neighbors follow early adopters under stress : Panel data analysis of submergence-tolerant rice in northern Bangladesh. *Agricultural Economics*, 49(3), 313-323. <https://doi.org/10.1111/agec.12418>

- Yang, W., & Sharp, B. (2017). Spatial Dependence and Determinants of Dairy Farmers' Adoption of Best Management Practices for Water Protection in New Zealand. *Environmental Management*, 59(4), 594-603. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0823-6>
- Zheng, H., Ma, W., & Li, G. (2021). Learning from neighboring farmers : Does spatial dependence affect adoption of drought-tolerant wheat varieties in China? *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue Canadienne d'agroeconomie*, 69(4), 519-537. <https://doi.org/10.1111/cjag.12294>