



Impact de l'adoption des technologies maraîchères améliorées sur le bien-être des producteurs au Mali

Amadou YOUSOUF COULIBALY^{1*}, Daouda COULIBALY², Bola Amoke AWOTIDE³,

¹ University, Faculty of Agronomy and Animal Medicine (FAMA), Ségou, Mali

² Rural Polytechnic Institute for Training and Applied Research (IPR/IFRA), Bamako, Mali

³ Centre for Agrarian Transformation and Development (CATD), Mali and Nigeria

Résumé : Cette étude analyse l'impact de l'adoption des technologies maraîchères améliorées sur le bien-être des producteurs dans la région de Sikasso au Mali. Les données ont été collectées auprès de 567 maraîchers, dont 268 adoptants et 299 non-adoptants. L'approche méthodologique repose sur le modèle de régression à changement endogène (Endogenous Switching Regression, ESR), permettant de corriger les biais de sélection liés à l'adoption. Les résultats montrent que l'adoption améliore significativement la productivité, le revenu agricole et la consommation des ménages. Les effets moyens du traitement indiquent également que les non-adoptants pourraient bénéficier davantage s'ils adoptaient ces technologies. Par ailleurs, l'accès aux intrants, à la formation et aux services agricoles apparaît comme un facteur déterminant du bien-être des producteurs. L'étude conclut que la promotion des technologies maraîchères améliorées constitue un levier important pour améliorer durablement les conditions de vie des ménages agricoles au Mali, sous réserve de renforcer l'accès aux services agricoles et aux ressources productives.

Mots-clés : Maraîchage, Adoption technologique, bien-être, productivité, revenu des ménages, Mali

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.21264062>

1. Introduction

Le secteur maraîcher joue un rôle essentiel dans la sécurité alimentaire, la création de revenus et la réduction de la pauvreté en Afrique subsaharienne (Weinberger & Lumpkin, 2007). Au Mali, notamment dans la région de Sikasso, le maraîchage constitue une activité stratégique pour les ménages ruraux en raison de son potentiel de production et de diversification des revenus (FAO, 2018). Cependant, les performances du secteur restent limitées

par de faibles niveaux de productivité et une adoption encore insuffisante des technologies agricoles améliorées (Feder et al., 1985).

L'adoption des technologies agricoles, telles que les semences améliorées et les bonnes pratiques culturales, est reconnue comme un levier clé d'amélioration de la productivité et du bien-être des producteurs (Diagne & Demont, 2007). Plusieurs études montrent que ces technologies contribuent à l'augmentation des rendements, des revenus et à l'amélioration de la sécurité alimentaire (Kijima et al., 2011 ; Abebaw & Haile, 2013). Toutefois, l'adoption reste hétérogène et dépend fortement des caractéristiques socioéconomiques et de l'accès aux services agricoles (Suri, 2011). Dans ce contexte, il est nécessaire d'évaluer l'impact réel de ces technologies sur le bien-être des producteurs en tenant compte des biais de sélection liés à la décision d'adoption (Lokshin & Sajaia, 2004).

Objectifs de l'étude

L'objectif principal de cette étude est d'analyser l'impact de l'adoption des technologies maraîchères améliorées sur le bien-être des producteurs dans la région de Sikasso au Mali. De manière spécifique, il s'agit de :

- Analyser les caractéristiques socioéconomiques et institutionnelles des maraîchers ;
- Identifier les déterminants de l'adoption des technologies maraîchères améliorées ;
- Évaluer l'impact de l'adoption sur la productivité, le revenu et la consommation des ménages à l'aide du modèle de régression à changement endogène (ESR).

2. Matériel et méthodes

2.1. Zone d'étude et données

Les données ont été collectées dans la région de Sikasso auprès de 567 maraîchers, dont 268 adoptants et 299 non-adoptants. Les adoptants proviennent de villages bénéficiaires ayant participé à des champs écoles et pôles d'immersion sur les technologies maraîchères améliorées, tandis que les non-adoptants sont issus de villages voisins non bénéficiaires. Les technologies étudiées concernent l'utilisation de semences améliorées et l'adoption de bonnes pratiques agricoles enseignées. L'impact de l'adoption est évalué à travers trois indicateurs de bien-être : la productivité, le revenu agricole et la consommation des ménages. Les cultures concernées sont principalement l'oignon et le piment. L'échantillon a été constitué selon une méthode de stratification en deux groupes : adoptants et non-adoptants.

2.2. Méthode d'analyse

Le modèle de régression à changement endogène (ESR) est estimé en deux étapes, une approche largement utilisée pour corriger les biais de sélection dans les analyses d'impact de politiques et de technologies agricoles (Maddala, 1983 ; Lokshin & Sajaia, 2004).

Dans un premier temps, une équation de sélection est spécifiée afin d'identifier les facteurs influençant la décision d'adoption des technologies maraîchères améliorées, conformément aux travaux sur l'adoption des innovations agricoles (Feder, Just & Zilberman, 1985 ; Diagne & Demont, 2007).

$$A_i^* = Z_i\gamma + u_i$$

$$A_i = \begin{cases} 1 & \text{si } A_i^* > 0 \text{ (adoptant)} \\ 0 & \text{sinon (non-adoptant)} \end{cases}$$

où :

- A_i = statut d'adoption
- Z_i = variables explicatives (caractéristiques du ménage, accès au crédit, etc.)
- γ = paramètres à estimer
- u_i = terme d'erreur

Dans un second temps, deux équations de résultats sont estimées séparément pour les adoptants et les non-adoptants, portant sur la productivité, le revenu agricole et la consommation des ménages, suivant l'approche de différenciation des régimes de traitement (Lee, 1983 ; Lokshin & Sajaia, 2004).

$$\begin{cases} Y_{1i} = X_{1i}\beta_1 + \varepsilon_{1i} \text{ si } A_i = 1 \\ Y_{0i} = X_{0i}\beta_0 + \varepsilon_{0i} \text{ si } A_i = 0 \end{cases}$$

où :

- Y_{1i}, Y_{0i} = indicateurs de bien-être (productivité, revenu, consommation)
- X_{1i}, X_{0i} = variables explicatives
- β_1, β_0 = paramètres à estimer
- $\varepsilon_{1i}, \varepsilon_{0i}$ = termes d'erreur

L'estimation est réalisée par maximum de vraisemblance, permettant de corriger le biais de sélection lié à l'adoption et de tenir compte de l'hétérogénéité non observée entre les groupes, comme recommandé dans les modèles à changement endogène (Maddala, 1983 ; Lokshin & Sajaia, 2004).

$$\text{Cov}(u_i, \varepsilon_{1i}) \neq 0 \text{ et/ou } \text{Cov}(u_i, \varepsilon_{0i}) \neq 0$$

Les effets contrefactuels sont ensuite calculés afin d'évaluer l'impact réel de l'adoption sur le bien-être des producteurs, conformément à la littérature sur l'évaluation d'impact causal en économie agricole (Heckman, 1979 ; Imbens & Wooldridge, 2009).

$$\begin{cases} E(Y_1 | A = 1) - E(Y_0 | A = 1) & \text{Représente des gains des adoptants} \\ E(Y_1 | A = 0) - E(Y_0 | A = 0) & \text{Gains potentiels des non adoptants} \end{cases}$$

2.3. Variables étudiées

Le tableau 1 présente les variables utilisées dans l'analyse ainsi que leurs mesures. Les variables dépendantes mesurent le bien-être des ménages à travers la productivité (kg/ha), le revenu agricole (FCFA), la consommation (kg). La variable principale est l'adoption des technologies (1 = adoptant ; 0 = non-adoptant). Les variables de contrôle regroupent les caractéristiques socio-économiques des producteurs et leur accès aux services agricoles (formation, crédit, intrants, vulgarisation, information et irrigation), permettant de mieux isoler l'effet de l'adoption sur le bien-être.

Tableau 1 : Description des variables et des mesures utilisées dans l'analyse

Variables	Type	Unité / Modalités
Variable dépendante (bien-être)		
Productivité	Continue	kg/ha
Revenu	Continue	FCFA
Consommation	Continue	kg

Superficie	Continue	m ²
Variables explicatives principales		
Adoption	Binaire	1 = adoptant ; 0 = non adoptant
Variables de contrôle		
Sexe	Binaire	1 = homme ; 0 = femme
Age	Continue	ans
Niveau d'instruction	Binaire	1 = oui ; 0 = non
Accès à la formation	Binaire	1 = oui ; 0 = non
Accès au crédit	Binaire	1 = oui ; 0 = non
Accès aux intrants	Binaire	1 = oui ; 0 = non
Accès aux agents de vulgarisation	Binaire	1 = oui ; 0 = non
Accès à l'information	Binaire	1 = oui ; 0 = non
Mode d'irrigation	Binaire	1 = oui ; 0 = non

3. Résultats et discussions

3.1. Caractéristiques socioéconomiques et institutionnelles des maraîchers

Le tableau 2 présente les caractéristiques socioéconomiques et institutionnelles des maraîchers selon le statut d'adoption. Les résultats du test de différence de moyenne montrent des écarts statistiquement significatifs entre adoptants et non-adoptants pour la plupart des variables.

Les adoptants ont un meilleur accès aux crédits, à l'information, aux services de vulgarisation et sont davantage membres d'organisations agricoles. L'âge moyen diffère également entre les deux groupes, avec des adoptants légèrement plus jeunes. Par ailleurs, l'accès aux sources d'eau et aux services d'information présente des différences significatives. Globalement, ces résultats indiquent que l'adoption des technologies est fortement associée à un meilleur accès aux ressources et services agricoles, soulignant le rôle déterminant des facteurs institutionnels dans l'adoption.

Tableau 2 : Répartition des maraîchers selon leurs caractéristiques socioéconomiques et institutionnelles

Variable	Adoptants (N=268)	Non adoptants (N=299)	Différence	T-value
Accès aux crédits	35,458 (2,927)	23,411 (2,453)	12,036 (3,794)	0,0016***
Accès à l'information	50,00 (3,06)	15,051 (2,071)	34,94 (3,630)	0,000***
Membre d'organisation	35,821 (2,934)	18,06 (2,228)	17,761 (3,641)	0,000***
Age	40 (0,671)	42 (0,717)	2,631 (0,989)	0,008***
Source d'eau	85,448 (2,158)	91,639 (1,603)	6,11 (2,654)	0,002***
Accès au service de vulgarisation	51,866 (3,058)	20 ;736 (2,349)	31,129 (3,812)	0,000***
Accès à l'information	76,492 (2,595)	60,870 (2,827)	15,623 (3,867)	0,000***

***, **, * signifie la significativité relative à 1%, 5%, 10%

Ecarts types sont entre parenthèses

3.2. Répartition des maraîchers selon les variables de bien-être

Le tableau 3 présente la répartition des maraîchers selon les variables de bien-être. Les résultats indiquent des différences globalement significatives entre adoptants et non-adoptants. Les adoptants enregistrent une productivité et un revenu agricole plus élevés que les non-adoptants, avec des écarts statistiquement significatifs. La superficie cultivée est également plus importante chez les adoptants, confirmant une meilleure intensification de la production. En revanche, la consommation des ménages ne présente pas de différence significative entre les deux groupes. Globalement, ces résultats suggèrent que l'adoption des technologies maraîchères améliorées est associée à de meilleures performances économiques et productives des ménages.

Tableau 3 : Répartition des maraîchers selon les variables de bien-être

Variable	Adoptants (N=268)	Non adoptants (N=299)	Différence	T-value
Log productivité (Kg/m ²)	1,021 (0.081)	0.81 (0.073)	0.202 (0.110)	0.067*
Log Revenu (F CFA)	12,016 (0.067)	11,817 (0.04)	0,199 (0,084)	0,018**
Log Consommation (kg)	1,414 (0.110)	1.243 (0.101)	0.172 (0.151)	0.254
Log Superficie (m ²)	2,020 (0,125)	1,597 (0,117)	0,422 (0.172)	0,014***

***, **, * signifie la significativité relative à 1%, 5%, 10%

Ecart types sont entre parenthèses

3.3. Facteurs susceptibles de contribuer aux déterminants des indicateurs de bien-être des maraîchers

Les résultats du modèle de régression à changement endogène (ESR) du tableau 5 montrent que les déterminants du bien-être des maraîchers varient selon le statut d'adoption. Le sexe, l'accès aux intrants et certains services agricoles influencent significativement la productivité, le revenu et la consommation. L'accès à la formation et aux intrants apparaît globalement comme un facteur clé d'amélioration du bien-être. Toutefois, plusieurs effets diffèrent entre adoptants et non-adoptants, confirmant l'hétérogénéité des impacts. Globalement, les résultats soulignent l'importance des services agricoles dans l'amélioration du bien-être des producteurs.

Tableau 4 : Estimation par maximum de vraisemblance de la productivité, du revenu et de la consommation des ménages (Résultats du modèle ESR)

Variable	Productivité			Revenu			Consommation		
	Adoptants (N=268)	Non adoptants (N=299)	Sélection	Adoptants (N=268)	Non adoptants (N=299)	Sélection	Adoptants (N=268)	Non adoptants (N=299)	Sélection
Sexe	0,513 *** (0,197)	0,337 (0,205)	0,622*** (0,132)	-0,573 (0,357)	0,415 *** (0,130)	0,541 *** (0,176)	-0,451 (0,410)	0,298 (0,381)	0,624*** (0,165)
Niveau d'instruction	0,035 (0,381)	-0,159 (0,295)	-0,538 ** (0,255)	0,829 (0,842)	-0,091 (0,211)	-0,169 (0,27)	0,313 (0,735)	-0,196 (0,445)	-0,483** (0,211)
Accès à la formation	-0,109 (0,304)	-0,226 (0,222)	-1,044 *** (0,132)	2,152*** (0,555)	-0,279 *** (0,107)	-0,949*** (0,152)	2,553 *** (0,514)	-0,190 (0,509)	-1,052*** (0,154)
Accès aux crédits	0,078 (0,215)	-0,437 *** (0,166)	0,204 (0,145)	0,744* (0,403)	0,208 * (0,120)	0,618 *** (0,162)	-0,380 (0,422)	-0,289 (0,250)	0,225* (0,121)
Accès aux intrants	0,639 *** (0,257)	0,075 (0,235)	-0,726 *** (0,156)	1,909 *** (0,420)	-0,171 (0,144)	-0,426 *** (0,171)	2,102 *** (0,459)	-0,081 (0,395)	-0,604*** (0,131)
Accès aux agents de vulgarisation	-0,231 (0,250)	0,035 (0,201)	-0,373*** (0,163)	0,501 (0,483)	0,021 (0,141)	-0,364 ** (0,185)	1,640 *** (0,527)	-0,064 (0,302)	-0,295 * (0,177)
Accès à l'information	0,358 ** (0,169)	0,181 (0,181)	-0,11 (0,135)	-0,581 *** (0,348)	-0,121 (0,132)	-0,467 *** (0,169)	0,327 (0,408)	0,260 (0,282)	-0,270 * (0,156)
Mode d'irrigation	-0,183 (0,328)	0,498 (0,303)	-0,114 (0,247)	-3,257b (1,009)	0,153 (0,228)	0,882 ** (0,458)	-0,755 (0,688)	0,279 (0,437)	-0,244 (0,198)
Constant	0,662 ** (0,363)	0,415 (0,515)	0,835 *** (0,264)	16,460 *** (1,025)	12,210*** (0,247)	-0,103 (0,468)	3,08 *** (0,725)	1,066 (1,246)	1,099*** (0,215)
Nombre d'observation			567			567			567
Log pseudo likelihood			-1233,96			-1221,53			-1471,75
Wald chi2 (8)			14,19			22,77			4,49
Prob>chi2			0,077*			0,004***			0,810

***, **, * signifie la significativité relative à 1%, 5%, 10%

Ecart types sont entre parenthèses

1.4. Impact de l'adoption des technologies maraîchères améliorées sur le bien-être des producteurs (modèle ESR)

Les résultats du modèle de régression à changement endogène (ESR) montrent un impact globalement positif de l'adoption des technologies maraîchères améliorées sur le bien-être des producteurs. L'effet moyen sur les adoptants (ATT) est positif et significatif pour la productivité, le revenu et la consommation, indiquant que l'adoption améliore ces indicateurs. Les résultats contrefactuels montrent également que les non-adoptants auraient des gains potentiels importants s'ils adoptaient les technologies (ATU), avec des écarts élevés et significatifs. Globalement, l'adoption des technologies améliore significativement le bien-être des maraîchers, notamment en termes de revenu et de consommation, confirmant ainsi son rôle clé dans l'amélioration des conditions de vie des producteurs.

Tableau 5 : Impact de l'adoption des technologies maraîchères améliorées estimé par le modèle ESR

Variable du bien être	Estimateurs	Etape de décision		Impact	T – value
		Adoptants (N=268)	Non adoptants (N=299)		
Productivité (kg/ha)	Adoptant (ATT)	1,021 (0,024)	1,067 (0,0166)	0,050 (0,023)	0,049**
	Non Adoptant (ATU)	1,180 (0,023)	0,819 (0,016)	0,361 (0,024)	0,000***
Revenu (F CFA)	Adoptant (ATT)	12,30 (0,070)	12,692 (0,008)	0,392 (0,069)	0,000***
	Non Adoptant (ATU)	17,835 (0,079)	11,819 (0,008)	6,016 (0,078)	0,000***
Consommation (Kg)	Adoptant (ATT)	1,860 (0,053)	1,498 (0,015)	0,362 (0,058)	0,000***
	Non Adoptant (ATU)	8,421 (0,062)	1,242 (0,013)	7,178 (0,067)	0,000***

***, **, * signifie la significativité relative à 1%, 5%, 10%

Ecarts types sont entre parenthèses

4. Discussion des résultats

Les résultats indiquent que l'adoption des technologies maraîchères améliorées améliore significativement la productivité, le revenu et la consommation des ménages (Tableaux 3 et 5), en cohérence avec Feder et al. (1985). Les différences observées entre adoptants et non-adoptants (Tableau 2) suggèrent que l'accès aux services agricoles (crédit, intrants, vulgarisation) favorise l'adoption, comme l'ont également montré Diagne et Demont (2007).

Les estimations issues du modèle ESR (Tableau 5) confirment un effet positif et significatif de l'adoption sur le bien-être des producteurs, ce qui rejoint les résultats de Kijima et al. (2011). L'amélioration du revenu et de la consommation des ménages (Tableaux 3 et 5) est également conforme aux conclusions de Abebaw et Haile (2013), qui soulignent l'impact des innovations agricoles sur les conditions de vie rurales.

Enfin, l'hétérogénéité des effets entre adoptants et non-adoptants (Tableau 5) confirme que les gains de l'innovation dépendent des contraintes d'accès aux ressources, comme le souligne Suri (2011). Globalement, ces résultats montrent que les technologies maraîchères améliorées constituent un levier important d'amélioration du bien-être des ménages agricoles.

5. Conclusion et recommandations

Cette étude analyse l'impact de l'adoption des technologies maraîchères améliorées sur le bien-être des producteurs dans la région de Sikasso au Mali. Les résultats montrent que l'adoption améliore significativement la productivité, le revenu agricole et la consommation des ménages.

L'utilisation du modèle de régression à changement endogène (ESR) a permis de corriger les biais de sélection et de mettre en évidence des effets différenciés entre adoptants et non-adoptants. Les résultats révèlent également que l'accès aux intrants, à la formation et aux services agricoles joue un rôle déterminant dans l'amélioration du bien-être des maraîchers.

Cependant, l'hétérogénéité des impacts souligne que les bénéfices de l'adoption dépendent des caractéristiques socioéconomiques et de l'accès aux ressources. Il apparaît donc essentiel de renforcer les politiques d'appui aux producteurs, notamment en facilitant l'accès aux intrants, au crédit et aux services de vulgarisation. En somme, la promotion des technologies maraîchères améliorées constitue un levier important pour améliorer durablement les conditions de vie des ménages agricoles au Mali.

Références bibliographiques

- Abebaw, D., & Haile, M. G. (2013). *The impact of cooperatives on agricultural technology adoption: Empirical evidence from Ethiopia*. Food Policy, 38, 82–91.
- Diagne, A., & Demont, M. (2007). Taking a new look at empirical models of adoption: Average treatment effect estimation of adoption rates and their determinants. *Agricultural Economics*, 37(2–3), 201–210.
- FAO. (2018). *Situation de l'agriculture au Mali et rôle du maraîchage*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- Feder, G., Just, R. E., & Zilberman, D. (1985). Adoption of agricultural innovations in developing countries: A survey. *Economic Development and Cultural Change*, 33(2), 255–298.
- Heckman, J. (1979). Sample selection bias as a specification error. *Econometrica*, 47(1), 153–161
- Imbens, G. W., & Wooldridge, J. M. (2009). Recent developments in the econometrics of program evaluation. *Journal of Economic Literature*, 47(1), 5–86.
- Lee, L. F. (1983). Generalized econometric models with selectivity. *Econometrica*, 51(2), 507–512.
- Lokshin, M., & Sajaia, Z. (2004). Maximum likelihood estimation of endogenous switching regression models. *The Stata Journal*, 4(3), 282–289.
- Maddala, G. S. (1983). *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*. Cambridge University Press.
- Kijima, Y., Otsuka, K., & Sserunkuuma, D. (2011). *An inquiry into constraints on a green revolution in sub-Saharan Africa: The case of NERICA rice in Uganda*. *World Development*, 39(1), 77–86.
- Lokshin, M., & Sajaia, Z. (2004). *Maximum likelihood estimation of endogenous switching regression models*. *The Stata Journal*, 4(3), 282–289.
- Suri, T. (2011). Selection and comparative advantage in technology adoption. *Econometrica*, 79(1), 159–209.
- Weinberger, K., & Lumpkin, T. A. (2007). *Diversification into horticulture and poverty reduction: A research agenda*. *World Development*, 35(8), 1464–1480.