



Facteurs explicatifs de la productivité agricole au mali : Une étude empirique sur les ménages agricoles

Aboubacar Traoré¹, Etienne Fakaba Sissoko², Souaïbou Samba Lamine Traoré³

^{1,3} Enseignant chercheur, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako - Centre Universitaire de Recherches Economiques et Sociales (CURES)/ Mali

² Enseignant chercheur, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako - Centre de Recherche et d'Analyses Politiques, Économiques et Sociales du Mali (CRAPES)

Résumé : Cet article analyse les déterminants de la productivité agricole des ménages au Mali, dans un contexte marqué par des rendements structurellement faibles, une vulnérabilité climatique croissante et de profondes inégalités d'accès aux ressources. À partir des données de l'Enquête nationale agricole 2022–2023, un modèle de régression linéaire multiple est estimé sur un échantillon de 2 279 ménages. Les résultats mettent en évidence quatre leviers majeurs : (i) le capital humain, notamment l'instruction supérieure, associée à un gain moyen de 194 kg/ha, (ii) l'accès aux intrants, aux technologies modernes et à la formation agricole (+88 à +97 kg/ha), (iii) les conditions climatiques et les disparités territoriales, avec un avantage de +97 kg/ha pour les zones agroécologiquement favorables, et (iv) certaines caractéristiques individuelles, en particulier l'effet négatif de l'âge (−19 kg/ha par année supplémentaire). L'étude confirme que la productivité dépend autant de facteurs techniques que de déterminants sociaux et spatiaux. Elle propose des mesures concrètes telles que l'alphabétisation fonctionnelle, la formation continue, la territorialisation des politiques agricoles, et la sécurisation foncière des femmes et des jeunes. Elle contribue à la littérature sur l'économie rurale sahéenne en combinant rigueur économétrique, contextualisation territoriale et dimension opérationnelle des recommandations.

Mots-clés : Productivité agricole ; Ménages ruraux ; Capital humain ; Intrants agricoles ; Disparités territoriales

Classification JEL : Q12 –Q18 –Q16 –O15 –C21 –R58

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.15607780>

1 Introduction

L'agriculture constitue la pierre angulaire de l'économie malienne, représentant environ 33 % du produit intérieur brut (PIB) et employant plus de 78 % de la population active, principalement dans des exploitations familiales à faible productivité (FAO, 2023 ; MAEP, 2022). Malgré son importance stratégique, la croissance agricole du Mali reste inférieure à 3 % par an en moyenne, un niveau bien en deçà de l'objectif de 6 % fixé par le Programme national d'investissement agricole (PNIA). Cette situation compromet non seulement la sécurité alimentaire, mais aussi le potentiel de création de richesse et de réduction de la pauvreté rurale.

Plusieurs facteurs contribuent à cette performance modeste. Parmi ceux-ci figurent le faible niveau d'éducation des producteurs, la dépendance aux conditions climatiques, l'accès limité aux intrants modernes, le manque de formation technique et la faible adoption de technologies agricoles (Kamgnia et al., 2020 ; Fuglie & Rada, 2013).



Par ailleurs, les contraintes sécuritaires, notamment dans les régions du centre et du nord du pays, affectent l'accès aux marchés, aux services d'appui et à la terre, accentuant les disparités régionales.

Face à ces défis persistants, une question cruciale se pose :

Quels sont les déterminants socioéconomiques, techniques et institutionnels de la productivité agricole des ménages au Mali ?

Mieux comprendre les leviers de la productivité apparaît comme un impératif pour orienter les politiques publiques agricoles vers des cibles efficaces et adaptées.

Cet article vise précisément à identifier et quantifier les facteurs explicatifs de la productivité agricole au Mali, en mobilisant les données de l'enquête nationale de l'INSTAT (2022–2023). L'étude s'appuie sur un échantillon représentatif de 2 282 ménages agricoles, pour lesquels sont disponibles des informations détaillées sur la production, les caractéristiques démographiques, l'accès aux ressources, les dépenses agricoles, l'éducation, les formations reçues et les conditions climatiques locales.

L'hypothèse principale testée dans ce travail est la suivante :

La productivité agricole des ménages maliens est positivement influencée par le capital humain (niveau d'éducation, expérience, formation agricole), l'accès aux intrants agricoles et aux technologies modernes, ainsi que par des conditions climatiques favorables.

Pour tester cette hypothèse, l'étude mobilise une approche économétrique fondée sur un modèle de régression linéaire multiple, qui permet d'évaluer l'effet marginal de chaque facteur explicatif sur la productivité agricole mesurée au niveau des ménages.

Cette recherche s'inscrit dans la continuité des travaux menés sur les déterminants de la productivité agricole en Afrique subsaharienne (Alene et al., 2008 ; Kamgnia et al., 2020 ; Gollin, Lagakos & Waugh, 2014). Elle apporte toutefois une contribution originale en offrant une analyse empirique approfondie et actualisée dans le contexte malien, encore peu exploré à cette échelle avec des données quantitatives de cette ampleur. Elle vise ainsi à enrichir la littérature sur la productivité agricole dans les pays à faibles revenus, tout en proposant des pistes concrètes pour la prise de décision publique.

L'article est structuré comme suit :

- La première section présente le cadre théorique et une revue de la littérature sur les facteurs de la productivité agricole.
- La deuxième section énonce les hypothèses de recherche.
- La troisième section décrit la méthodologie utilisée.
- La quatrième section présente les résultats empiriques et leur discussion.
- Enfin, la dernière section expose les recommandations de politique agricole, les limites de l'étude et des perspectives pour les recherches futures.

2 Cadre théorique et revue de la littérature

2.1 Définition et mesure de la productivité agricole

La productivité agricole désigne le rapport entre la production obtenue et les intrants mobilisés dans le processus de production, notamment la terre, le travail, le capital et les consommations intermédiaires. Elle peut être mesurée par la productivité partielle (ex. : rendement à l'hectare, production par travailleur) ou par la productivité totale des facteurs (PTF), qui capte l'efficacité combinée de l'ensemble des ressources (Christensen & Yee, 1964). Dans les contextes en développement, la productivité à l'hectare reste l'indicateur le plus utilisé en raison des limites dans la mesure du capital et du travail réel (Gollin, Lagakos & Waugh, 2014).

2.2 Approches théoriques des déterminants de la productivité

Plusieurs courants théoriques ont contribué à l'explication de la productivité agricole. Le modèle dualiste de Lewis (1954) postule qu'une main-d'œuvre abondante et faiblement productive peut être transférée vers des secteurs plus modernes, déclenchant ainsi un cycle de croissance. Le modèle de Ranis et Fei (1961), quant à lui, approfondit ce raisonnement en suggérant que les gains de productivité dans l'agriculture sont une condition préalable au développement industriel, en libérant de la main-d'œuvre excédentaire.

Toutefois, ces modèles restent critiqués pour leur incapacité à expliquer la stagnation prolongée de la productivité agricole dans certains pays africains malgré les réformes structurelles (Barrett et al., 2017). Les approches contemporaines insistent davantage sur le rôle du capital humain (éducation, formation), de l'accès aux intrants, de l'innovation technologique, de l'environnement institutionnel, ainsi que des facteurs climatiques dans l'explication de la performance agricole (Reimers & Klasen, 2013 ; Sheahan & Barrett, 2017).

Reimers et Klasen (2013), dans une étude sur 78 pays en développement, montrent par exemple qu'une année supplémentaire d'éducation formelle augmente la productivité agricole d'environ 3,2 %. Sheahan et Barrett (2017) insistent pour leur part sur l'interaction entre adoption technologique, fertilité des sols et accès au crédit comme moteurs de la productivité.

2.3 Revue des études empiriques en Afrique et au Mali

Les études empiriques menées en Afrique subsaharienne ont identifié un ensemble de facteurs influençant la productivité agricole, parmi lesquels le niveau d'éducation et de formation des producteurs, l'accès aux intrants modernes (semences, engrais, équipements), les infrastructures rurales (routes, irrigation, marchés), l'encadrement agricole, et la stabilité climatique.

Agbe et Atake (2023), à travers un modèle GMM sur 27 pays africains, démontrent l'effet positif significatif du crédit agricole et des infrastructures sur la productivité, tout en soulignant le rôle des effets d'inertie : une productivité agricole plus élevée dans le présent tend à renforcer la productivité future.

Au Mali, les recherches empiriques restent plus limitées, bien que certaines études institutionnelles permettent de cerner les contraintes majeures. Le MAEP (2022), dans son rapport d'évaluation du PNIA I, identifie comme freins majeurs à la productivité agricole : le faible taux d'adoption des semences améliorées (moins de 25 %), l'insuffisance de l'encadrement technique, et les disparités régionales liées à l'insécurité et à la variabilité pluviométrique.

Le CILSS (2021) et l'INSTAT (2023) soulignent également le rôle de l'accès au marché, de la sécurisation foncière, et de la vulnérabilité climatique comme variables majeures expliquant la variabilité de la performance agricole au niveau des ménages. Toutefois, peu d'études mobilisent des données microéconomiques à grande échelle pour modéliser simultanément les effets combinés des facteurs humains, techniques, géographiques et climatiques.

2.4 Lacunes identifiées et contribution de l'étude

La littérature reconnaît que la productivité agricole résulte d'interactions complexes entre variables socioéconomiques, techniques et environnementales. Toutefois, les études centrées sur le Mali présentent plusieurs limites : rareté des données désagrégées au niveau des ménages, absence d'approches intégrées tenant compte des disparités régionales, et faiblesse des tests de robustesse économétrique.

Cette étude entend combler ces insuffisances en exploitant les données de l'enquête nationale de l'INSTAT (2022–2023), couvrant 2 282 ménages agricoles sur l'ensemble du territoire. À travers un modèle de régression linéaire multiple, elle examine de manière rigoureuse l'influence du niveau d'instruction, de la formation agricole, de l'accès aux intrants, des dépenses d'exploitation, du climat et des disparités géographiques.

Elle innove par l'usage combiné d'un échantillon représentatif, d'une modélisation robuste et d'une lecture croisée des déterminants humains, techniques et territoriaux. Ce positionnement méthodologique vise à éclairer les politiques agricoles sur le ciblage des subventions, l'appui à la formation et la territorialisation des interventions.

3 Hypothèses de recherche

L'analyse théorique et les premiers résultats empiriques indiquent que la productivité agricole des ménages au Mali résulte d'un faisceau de facteurs imbriqués : capital humain, accès aux ressources, conditions territoriales et attributs individuels. Quatre hypothèses principales en découlent.

- **H1. Le capital humain des producteurs accroît significativement la productivité agricole.**

L'éducation, la formation technique et l'expérience agricole favorisent l'adoption de pratiques améliorées et la maîtrise des techniques de production. Selon la théorie du capital humain (Becker, 1964), ces éléments renforcent l'efficacité productive. Reimers et Klasen (2013) montrent qu'une année supplémentaire de scolarité augmente la productivité agricole dans les pays en développement. Au Mali, le MAEP (2022) note un lien positif entre niveau d'instruction et rendement agricole.

- **H2. L'accès aux intrants, aux technologies et les dépenses agricoles renforcent la productivité.**

Les intrants modernes et l'équipement technique améliorent les rendements, conformément aux modèles néoclassiques de production (Hayami & Ruttan, 1985). Sheahan et Barrett (2017) soulignent l'impact positif des intrants sur la productivité en Afrique. Agbe et Atake (2023) identifient également les dépenses agricoles comme moteur de performance dans les exploitations familiales.

- **H3. Les conditions climatiques et les disparités régionales influencent la productivité agricole.**

Les rendements varient selon les zones agroclimatiques. Le modèle agroécologique (Solow, 1956) suggère que la disponibilité de ressources naturelles détermine une productivité maximale. Le CILSS (2021) observe une baisse de rendement dans les zones sahéliennes. Au Mali, l'INSTAT (2023) révèle des écarts significatifs entre le sud et le nord du pays.

- **H4. Les caractéristiques individuelles des producteurs (âge et genre) affectent leur productivité.**

L'âge suit souvent une relation non linéaire : les gains liés à l'expérience peuvent s'estomper au-delà d'un certain seuil (Sheahan & Barrett, 2017). Le genre joue aussi un rôle : les hommes disposent d'un meilleur accès aux ressources agricoles dans les contextes africains (Quisumbing et al., 2014). Les données maliennes confirment ces écarts (INSTAT, 2023).

4 Méthodologie

4.1 Source des données

Les données mobilisées dans cette étude proviennent de l'Enquête nationale sur les conditions de vie des ménages agricoles conduite par l'INSTAT (2022–2023). L'enquête, de type transversal, a couvert 14 630 ménages sur tout le territoire national. Après nettoyage et filtrage, seuls les 2 282 ménages agricoles disposant de données complètes sur la production et la superficie ont été retenus. Une pondération a été appliquée pour garantir la représentativité nationale.

4.2 Spécification du modèle et construction des variables

Afin d'évaluer l'impact des facteurs humains, techniques, contextuels et individuels sur la productivité agricole, un modèle de régression linéaire multiple (MCO) a été utilisé. Le choix de cette méthode repose sur la structure transversale des données, la linéarité supposée des relations et la lisibilité des coefficients estimés.

La forme fonctionnelle du modèle est spécifiée comme suit:

$$Productivité_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i$$

où :

- Productivité i est le rendement agricole du ménage i ,
- X_{ij} désigne les variables explicatives précédemment décrites,
- ε_i est le terme d'erreur aléatoire.

La variable dépendante est la productivité agricole, mesurée par le rendement à l'hectare (kg/ha).

Les variables explicatives sont structurées selon les quatre hypothèses formulées. Le tableau suivant résume les principales variables utilisées, leur nature, leur mode de mesure et la justification théorique associée.

Tableau 1 : Description des variables et justification théorique

Dimension analytique	Variable	Type	Mode de mesure	Justification théorique / empirique
Capital humain	Niveau d'éducation	Catégorielle (0 à 4)	Aucun, fondamental 1 et 2, secondaire, supérieur	Théorie du capital humain (Becker, 1964) ; effet positif sur l'adoption (Reimers & Klasen, 2013)
	Formation agricole	Binaire	1 = Oui ; 0 = Non	Renforce les compétences techniques ; MAEP (2022)
	Expérience agricole	Continue	Années d'ancienneté agricole	Courbe d'apprentissage (Sheahan & Barrett, 2017)
Ressources productives	Accès aux intrants	Binaire	1 = Oui ; 0 = Non	Intrants comme leviers de rendement (Sheahan & Barrett, 2017)
	Usage de technologies	Binaire	1 = Oui ; 0 = Non	Adoption technologique (Hayami & Ruttan, 1985)
	Dépenses agricoles	Continue	Montant total en FCFA	Investissements productifs (Agbe & Atake, 2023)
Contexte géographique et climatique	Conditions climatiques	Binaire	Pluviométrie perçue suffisante : Oui/Non	Modèle agroécologique (Solow, 1956) ; CILSS (2021)
	Région de résidence	Catégorielle (7 modalités)	Effets fixes par région	Contrôle des spécificités régionales (INSTAT, 2023)

Caractéristiques individuelles	Sexe du chef de ménage	Binaire	1 = Homme ; 0 = Femme	Accès différencié aux ressources (Quisumbing et al., 2014)
	Âge	Continue	En années	Effet quadratique attendu (Doss, 2001)

Source : Auteurs, 2025

4.3 Validation économétrique et robustesse

Le modèle a été estimé par moindres carrés ordinaires avec des erreurs standards robustes, compte tenu d'une hétéroscédasticité détectée (IMT, $p < 0,01$). Plusieurs tests de robustesse ont été réalisés :

- Multicolinéarité : Le VIF moyen est de 1,44, excluant toute colinéarité préoccupante (Gujarati & Porter, 2009).
- Spécification du modèle : Le test de Ramsey RESET ($F = 3$, $p < 0,01$) confirme que le modèle est correctement spécifié.
- Critères d'information : L'AIC (1580,65) et le BIC (1695,28) sont jugés satisfaisants, indiquant une spécification parcimonieuse et performante.

5 Résultats empiriques et interprétation

5.1 Analyse descriptive des variables

L'analyse descriptive permet d'examiner les caractéristiques fondamentales des ménages agricoles de l'échantillon et de dresser un premier portrait des dynamiques de productivité au Mali. Elle jette les bases de l'analyse économétrique en fournissant des tendances initiales qui permettent d'éclairer les hypothèses de recherche.

5.1.1 Variables quantitatives

Le tableau suivant présente les principales statistiques descriptives des variables quantitatives, notamment la productivité agricole, les caractéristiques sociodémographiques et les données d'exploitation.

Tableau 2 : Statistiques descriptives des variables quantitatives

Variable	Observations	Moyenne	Écart-type	Min	Max
Productivité (tonnes/ha)	2 279	0,50	0,50	0,002	6,30
Âge du chef de ménage	2 279	49,7 ans	13,2	14	89
Expérience agricole	2 279	13,7 ans	11,6	2	83
Dépenses agricoles (FCFA)	2 279	1 241 641	1 733 479	14	45 200 000
Superficie cultivée (ha)	2 279	4,27	5,21	0,01	68,79

Source : Auteur, d'après les données de l'enquête INSTAT (2022–2023)

La productivité moyenne observée est de 0,50 tonne par hectare, soit 500 kg/ha, avec une forte variabilité entre les ménages agricoles. Certains producteurs présentent des rendements très faibles, traduisant une vulnérabilité productive accrue. Ces disparités pourraient refléter des inégalités d'accès aux intrants, à l'information ou aux technologies, comme le suppose l'hypothèse H2.

Les chefs de ménage sont en moyenne âgés de 49,7 ans, avec une expérience agricole de 13,7 ans, ce qui indique une population d'exploitants majoritairement en âge actif. La large dispersion de l'expérience et de l'âge justifie l'hypothèse d'un effet non linéaire potentiel de l'âge sur la productivité (H4).

Les dépenses agricoles présentent une asymétrie marquée, avec des valeurs extrêmes très élevées. La médiane (non affichée ici) se situe autour de 450 000 FCFA, ce qui montre une forte concentration de ménages à faible capacité d'investissement. Cela suggère un rôle potentiel différencié des dépenses dans la productivité (H2).

5.1.2 Variables qualitatives

Le tableau suivant décrit la distribution des principales variables qualitatives de l'échantillon.

Tableau 3 : Distribution des variables qualitatives (% sur l'échantillon)

Variable	Modalités	Pourcentage (%)
Sexe du chef de ménage	Masculin / Féminin	82 / 18
Formation agricole	Oui / Non	37 / 63
Accès aux intrants	Oui / Non	37 / 63
Utilisation de technologies	Oui / Non	33 / 67
Conditions climatiques favorables	Oui / Non	38 / 62
Niveau d'instruction	Aucun / F1 / F2 / Secondaire / Supérieur	43 / 27 / 13 / 14 / 3
Région de résidence	Kayes / Koulikoro / Sikasso / autres	25 / 14 / 17 / 44

Source : Auteur, d'après les données de l'enquête INSTAT (2022–2023)

L'échantillon est dominé par des exploitations dirigées par des hommes (82 %), ce qui reflète une répartition genrée de l'accès à la terre et aux responsabilités agricoles. Cette distribution justifie la prise en compte du genre comme variable explicative (H4).

Le faible niveau d'instruction constitue un enjeu majeur : 43 % des chefs de ménage sont sans éducation formelle, et seuls 3 % ont accédé au supérieur. Ce déficit de capital humain soutient l'hypothèse H1 sur son influence dans l'adoption de pratiques productives modernes.

Par ailleurs, moins de 40 % des ménages ont accès aux intrants ou aux technologies modernes, et seuls 37 % ont reçu une formation agricole. Ces chiffres confirment la pertinence de l'hypothèse H2, selon laquelle la faible diffusion de ces leviers techniques limite les performances agricoles.

5.1.3 Analyse bivariée indicative

Afin de donner un premier aperçu de la relation entre certaines variables explicatives et la productivité, le tableau ci-dessous présente la productivité moyenne selon l'utilisation de technologies et le niveau d'éducation.

Tableau 4 : Productivité moyenne selon quelques variables explicatives

Modalité	Productivité moyenne (tonnes/ha)
Utilise des technologies modernes : Oui	0,65
Utilise des technologies modernes : Non	0,41
Aucun niveau d'éducation	0,42
Secondaire ou supérieur	0,71

Source : Auteur, à partir des données INSTAT (2022–2023)

Ces écarts illustrent des différences marquées de productivité selon les profils. Les producteurs formés ou utilisant des technologies atteignent en moyenne des rendements nettement plus élevés. Ces premières tendances confirment l'orientation des hypothèses H1 et H2, à tester rigoureusement à l'aide des modèles économétriques dans les sections suivantes.

5.2 Résultats de la régression

Le tableau ci-dessous présente les résultats du modèle de régression linéaire multiple estimé sur un échantillon pondéré de 2 279 ménages agricoles. Le modèle vise à identifier les déterminants significatifs de la productivité agricole, mesurée par le rendement en tonnes par hectare. Les coefficients estimés expriment l'effet marginal d'une unité de variation de chaque variable sur la productivité, toutes choses égales par ailleurs.

Tableau 5 : Résultats du modèle linéaire – Variable dépendante : Productivité (t/ha)

Variable dépendante : Productivité agricole				
Number of obs	=	2.279		
F (19, 2259)	=	91,24		
R-squared	=	0,5366		
Prob > F	=	0,0000		
Variables	Coefficients	Std. Err.	t	P>t
Sexe	0,1146361	0,0188585	6,08	0,000

Age du responsable	-0,0190079	0,0010307	-18,44	0,000
Superficie	0,0061751	0,0033326	1,85	0,064
Dépenses agricoles	3,99e-08	1,89e-08	2,11	0,035
Niveau d'étude				
Aucun				
Fondamental 1	0,1644875	0,0183752	8,95	0,000
Fondamental 2	0,153279	0,0289394	5,30	0,000
Secondaire	0,1362465	0,0228323	5,97	0,000
Supérieur	0,1939438	0,0651703	2,98	0,003
Expérience agricole	0,0011487	0,0005996	1,92	0,055
Région				
Kayes				
Koulikoro	-0,0710727	0,0225604	-3,15	0,002
Sikasso	-0,0909663	0,0252846	-3,60	0,000
Ségou	-0,1396808	0,0243957	-5,73	0,000
Mopti	-0,1468066	0,0305296	-4,81	0,000
Tombouctou	-0,3863099	0,0335146	-11,53	0,000
Gao	-0,3020641	0,0259296	-11,65	0,000
Nouvelles technologies	0,0887071	0,0134317	6,60	0,000
Accès Intrants	0,0929851	0,0228552	4,07	0,000
Formations agricoles	0,0967213	0,0164735	5,87	0,000
Conditions climatiques	0,0973141	0,0216062	4,50	0,000
Constante	1,060595	0,0629694	16,84	0,000

Source : Auteur, à partir des données INSTAT (2022–2023)

Interprétations et commentaires

Le modèle est globalement significatif au seuil de 1 % ($\text{Prob} > F = 0,000$), avec un coefficient de détermination de 0,537, indiquant que près de 54 % de la variance de la productivité agricole est expliquée par les variables retenues. Ce résultat est remarquable compte tenu de la diversité des contextes agroécologiques et des profils agricoles au Mali.

Variables les plus influentes :

- Le niveau d'instruction a un effet croissant et fortement significatif sur la productivité. Un producteur ayant un niveau supérieur dégage en moyenne +194 kg/ha de plus que celui sans instruction, validant l'hypothèse H1. Ces résultats confirment les travaux de Reimers et Klasen (2013), qui soulignent le rôle crucial de l'éducation dans l'appropriation des innovations agricoles.
- La formation agricole (+96,7 kg/ha), l'accès aux intrants (+93 kg/ha), et l'utilisation de technologies modernes (+88,7 kg/ha) apparaissent également comme des déterminants majeurs, en lien direct avec l'hypothèse H2. Cela rejoint les constats de Sheahan et Barrett (2017) sur l'impact de l'intensification raisonnée dans les exploitations familiales africaines.
- Des conditions climatiques favorables sont associées à une augmentation moyenne de +97 kg/ha, appuyant l'hypothèse H3 sur le rôle structurant du contexte agroécologique, notamment dans les zones sahéliennes.

Variables modérément significatives :

- Les dépenses agricoles ont un effet positif mais modeste (coefficient $\approx 0,00000004$), suggérant que les investissements ont un effet croissant mais non linéaire, sans effet de levier massif à court terme.
- L'expérience agricole est à la limite de la significativité ($p \approx 0,055$), indiquant un effet d'apprentissage potentiellement lent, peut-être atténué par l'âge ou des pratiques peu renouvelées.
- La superficie cultivée est également marginalement significative ($p \approx 0,064$), ce qui peut refléter un effet de seuil ou une hétérogénéité dans l'usage des terres.

Facteurs individuels :

- L'âge du chef de ménage a un effet négatif statistiquement très significatif (-19 kg/ha par an), ce qui suggère que la productivité décline avec l'âge, probablement en lien avec des capacités physiques réduites ou une moindre propension à l'innovation (H4).
- Le sexe masculin est positivement associé à la productivité ($+114,6$ kg/ha), confirmant des inégalités structurelles d'accès aux ressources au détriment des femmes, en cohérence avec les observations de Quisumbing et al. (2014).

Effets régionaux :

Comparées à Kayes (référence), toutes les autres régions affichent une baisse significative de productivité, particulièrement marquée dans :

- Tombouctou (-386 kg/ha),
- Gao (-302 kg/ha),
- Mopti (-147 kg/ha).

Ces écarts régionaux s'expliquent sans doute par une combinaison de stress climatiques, d'insécurité, et de faiblesse des infrastructures agricoles dans ces zones. Ils valident l'hypothèse H3 sur l'importance des effets territoriaux.

Les résultats du modèle confirment que la productivité agricole au Mali est fortement conditionnée par le capital humain, l'accès aux ressources modernes et le contexte régional. Les variables les plus influentes sont :

1. Le niveau d'instruction,
2. La formation agricole,
3. L'accès aux intrants et aux technologies,
4. Les conditions climatiques,
5. Le sexe et l'âge du producteur.

Ces résultats appellent une lecture approfondie de leurs implications économiques et politiques, développée dans la prochaine sous-section.

5.3 Effets marginaux et significativité

L'analyse des effets marginaux issus du modèle de régression permet de hiérarchiser les facteurs influençant la productivité agricole des ménages maliens. Cette lecture permet d'identifier les leviers d'action prioritaires, tout en tenant compte des ordres de grandeur, de la robustesse statistique et des interactions potentielles entre variables.

5.3.1 Classement des effets marginaux significatifs

Le tableau suivant présente les coefficients estimés exprimés en kilogrammes par hectare, pour les variables significatives au seuil de 5 % ou moins.

Tableau 6 : Principaux effets marginaux sur la productivité agricole

Variable	Effet marginal (kg/ha)	Significativité
Instruction – Supérieur	+194	*** (p < 0,01)
Instruction – Fondamental 1	+165	***
Instruction – Fondamental 2	+153	***
Instruction – Secondaire	+136	***
Climat favorable	+97	***
Formation agricole	+97	***
Accès aux intrants	+93	***
Technologies modernes	+89	***
Sexe masculin	+115	***
Dépenses agricoles (pour 1M FCFA)	+40	** (p < 0,05)

*** p < 0,01 ; ** p < 0,05

Source : Auteur, à partir des données INSTAT (2022–2023)

Ces résultats montrent que le niveau d'instruction est le facteur individuel le plus structurant de la productivité agricole. Un producteur ayant atteint le niveau supérieur dispose d'un rendement supérieur de près de 194 kg/ha à celui d'un producteur sans instruction, toutes choses égales par ailleurs. Les autres niveaux d'instruction affichent également des gains substantiels, confirmant l'importance du capital humain (H1), en cohérence avec les conclusions de Reimers et Klasen (2013).

Les leviers techniques (formation, accès aux intrants, adoption de technologies) ont des effets marginaux compris entre 89 et 97 kg/ha, apportant un soutien empirique fort à l'hypothèse H2. Ces résultats rejoignent ceux de Sheahan et Barrett (2017), qui montrent que l'utilisation combinée de semences améliorées, d'engrais et de matériel moderne permet des gains de productivité significatifs dans les exploitations familiales africaines.

Le facteur climatique est également déterminant : les exploitations situées dans des zones jugées favorables sur le plan pluviométrique présentent un rendement supérieur de 97 kg/ha, validant l'hypothèse H3. Ce résultat souligne l'impact persistant de l'environnement naturel sur la performance agricole, malgré l'usage des technologies. Enfin, l'effet positif du sexe masculin (+115 kg/ha) et l'effet négatif de l'âge (–19 kg/ha par an, cf. infra) confirment que certaines caractéristiques individuelles du producteur influencent directement la productivité (H4), en lien avec les travaux de Doss (2001) et Quisumbing et al. (2014).

5.3.2 Analyse des effets négatifs et des variables marginales

La variable âge du chef de ménage affiche un effet négatif statistiquement très significatif : chaque année supplémentaire réduit la productivité de 19 kg/ha. Ce résultat suggère que le vieillissement des exploitants, en l'absence de relève ou de mécanismes de délégation, pèse sur la performance agricole. L'hypothèse H4 est ainsi partiellement validée dans sa dimension générationnelle.

Les effets de l'expérience agricole (+1,1 kg/ha/an ; p = 0,055) et de la superficie cultivée (+6,2 kg/ha ; p = 0,064) sont marginalement significatifs, et doivent être interprétés avec prudence. Ils pourraient refléter des effets d'apprentissage lents, ou des rendements d'échelle décroissants au-delà d'un certain seuil.

5.3.3 Effet marginal cumulé : vers un profil optimal

L'effet des variables n'est pas strictement additif dans un cadre linéaire, mais il est possible de construire un profil-type combinant les facteurs positifs :

Un chef de ménage instruit au niveau secondaire, ayant reçu une formation agricole, utilisant des technologies modernes, ayant accès aux intrants, et bénéficiant de conditions climatiques favorables, pourrait théoriquement cumuler des gains de l'ordre de 500 à 600 kg/ha, par rapport à un producteur sans ces atouts.

Cette estimation souligne la puissance des effets croisés et l'intérêt de concevoir des politiques agricoles intégrées, ciblant plusieurs leviers à la fois.

5.3.4 Réserves méthodologiques

Ces effets marginaux doivent être interprétés dans le cadre d'un modèle linéaire transversal, soumis à certaines limites :

Effets non observés (qualité du sol, encadrement technique, types de spéculations) non intégrés ;

- Causalité potentielle inversée (ex. : les producteurs plus performants accèdent plus facilement aux technologies) ;
- Absence de variables instrumentales ou de formes non linéaires testées.

Néanmoins, la solidité des coefficients estimés, la cohérence avec la littérature et la robustesse des tests de diagnostic justifient la portée explicative du modèle.

5.3.5 Mise en perspective régionale

Les résultats sont en ligne avec des travaux menés dans des pays voisins. Alhassan et al. (2021), au Burkina Faso, ont estimé que l'accès aux intrants améliorerait la productivité de +120 kg/ha en moyenne. Ces convergences renforcent la portée régionale des leviers identifiés.

L'analyse des effets marginaux révèle des écarts de productivité fortement déterminés par l'éducation, l'accès aux technologies, la formation et le climat. La combinaison de ces facteurs constitue un gisement de productivité important, encore sous-exploité. Ces résultats appellent une réflexion approfondie sur la manière de réduire les inégalités d'accès aux ressources agricoles, à l'éducation et à l'innovation.

5.4 Discussion des résultats

Les résultats empiriques issus de la régression linéaire multiple fournissent un éclairage structuré sur les facteurs déterminants de la productivité agricole des ménages au Mali. Au-delà de la validation des hypothèses, ces résultats appellent une réflexion plus critique sur les dynamiques sous-jacentes, les politiques publiques existantes, ainsi que les limites méthodologiques du cadre d'analyse.

5.4.1 Capital humain, modernisation agricole et effet structurel

L'analyse confirme de manière robuste que le capital humain, mesuré à travers le niveau d'instruction et la formation agricole, constitue un levier central de la productivité. Les gains marginaux liés à l'éducation sont nettement progressifs, atteignant près de 200 kg/ha supplémentaires pour les ménages ayant accédé au supérieur, ce qui valide pleinement l'hypothèse H1. Cette tendance corrobore les travaux de Reimers et Klasen (2013), mais suggère aussi que l'effet éducatif joue ici au-delà de la seule capacité d'adoption technique, en renforçant les compétences de gestion, la lecture des marchés, et l'aptitude à nouer des relations institutionnelles.

La formation agricole a également un impact significatif (+96,7 kg/ha), soulignant l'importance de l'accompagnement technique. Or, comme le notent Davis et al. (2012), les systèmes de vulgarisation en Afrique sont souvent linéaires, peu participatifs, et faiblement contextualisés. Au Mali, la faible couverture des structures d'appui-conseil limite considérablement le potentiel transformateur des formations.

Les effets combinés de l'accès aux intrants et de l'utilisation des technologies agricoles modernes (H2) mettent en lumière le rôle d'un processus de modernisation agricole encore partiellement enclenché. Cependant, la persistance d'un faible taux d'équipement (moins de 40 %) illustre l'asymétrie dans la diffusion des innovations, souvent concentrées sur certains pôles de compétitivité ou filières (riz, coton), laissant de côté les spéculations vivrières à dominante féminine.

5.4.2 Contraintes contextuelles et inégalités régionales

L'hypothèse H3 est confirmée à travers deux canaux : les conditions climatiques favorables (+97 kg/ha) et les différences significatives de rendement entre les régions. Les régions septentrionales (Tombouctou, Gao, Mopti) présentent les rendements les plus faibles, ce qui peut s'expliquer par une triple fragilité :

- fragilité agroécologique (désertification, faible pluviométrie) ;
- fragilité sécuritaire, entravant la libre circulation des biens et services agricoles ;
- fragilité institutionnelle, liée à l'effritement de la présence de l'État et à la difficulté d'implémentation des politiques publiques (CILSS, 2021 ; MAEP, 2022).

Ce constat milite pour une re-territorialisation des politiques agricoles, avec des diagnostics différenciés et des réponses contextualisées.

5.4.3 Effets individuels : genre, âge et expérience

L'hypothèse H4 sur les caractéristiques individuelles est partiellement validée. Le sexe du chef de ménage joue en faveur des hommes (+115 kg/ha), ce qui reflète non seulement un accès différencié aux facteurs de production (terres, crédits, formation), mais aussi une division sociale du travail où les femmes sont surreprésentées dans les spéculations à faible valeur ajoutée. Cela confirme les constats de Quisumbing et al. (2014) sur les inégalités systémiques dans l'agriculture subsaharienne.

L'âge a un effet négatif important (-19 kg/ha/an), traduisant une érosion des capacités productives avec le vieillissement, en l'absence de mécanismes de transmission ou de délégation. La variable expérience agricole, faiblement significative, interroge l'idée souvent admise d'un effet d'apprentissage automatique : sans renouvellement des connaissances, l'expérience seule ne suffit pas à accroître la productivité. Ce résultat plaide pour une actualisation continue des savoirs, notamment via des dispositifs de formation tout au long de la vie paysanne.

5.4.4 Recommandations politiques : priorisation et ciblage

Les résultats empiriques suggèrent plusieurs pistes de réorientation stratégique des politiques agricoles. Il convient toutefois de les hiérarchiser selon leur impact potentiel, leur faisabilité et leur ciblage géographique et social.

Court terme (impact rapide) :

- Renforcer les dispositifs de formation agricole décentralisée, notamment via les radios rurales, SMS agricoles, et écoles pratiques.
- Subventionner de manière ciblée les intrants et technologies, en priorité pour les exploitants ayant déjà bénéficié d'une formation de base.
- Améliorer l'accès des femmes aux crédits de campagne et aux intrants, via des guichets ruraux inclusifs.

Moyen terme (structuration institutionnelle) :

- Déployer un programme d'alphabétisation fonctionnelle ciblé sur les zones agricoles à faible instruction, avec des contenus adaptés aux réalités agricoles.
- Appuyer la structuration des organisations paysannes pour renforcer leur capacité de négociation dans les chaînes de valeur.

Long terme (réformes systémiques) :

- Intégrer la différenciation territoriale dans le PNIA II, avec des diagnostics zonaux et des stratégies agroclimatiques différenciées.
- Réformer la gouvernance foncière pour faciliter l'accès sécurisé des jeunes et des femmes aux terres.

5.4.5 Limites méthodologiques et perspectives de recherche

Cette étude, bien qu'adosée à une base de données représentative, présente plusieurs limites :

- Certaines variables clés sont absentes : qualité du sol, accès au crédit, encadrement technique reçu, types de spéculation agricole.
- L'usage d'un modèle linéaire en coupe transversale limite la possibilité de saisir les dynamiques temporelles et les effets de sentier.
- La relation causale peut être biaisée (ex. : les producteurs les plus productifs ont plus de chances d'accéder aux subventions ou aux formations).

Pour y remédier, des recherches futures pourraient mobiliser :

- des modèles non linéaires (logit ordonné, tobit, quantile regression) pour affiner la compréhension des effets seuils ;
- des données longitudinales pour capter les trajectoires de transformation ;
- des méthodes quasi-expérimentales (PSM, IV, difference-in-difference) pour mieux identifier les effets causaux des politiques agricoles.

La productivité agricole au Mali résulte d'un faisceau de facteurs techniques, humains, contextuels et institutionnels. L'étude montre qu'au-delà des seuls intrants, l'éducation, la formation, la territorialisation des politiques et la réduction des inégalités d'accès doivent être au cœur d'un nouveau pacte agricole, si le pays veut transformer son agriculture en levier de résilience, de croissance et de justice sociale.

6 Recommandations de politique agricole

À la lumière des résultats empiriques et des hypothèses validées, il apparaît clairement que l'amélioration de la productivité agricole au Mali repose sur quatre leviers stratégiques : le capital humain, l'accès équitable aux ressources productives, la réduction des disparités territoriales, et la correction des inégalités structurelles. Ces axes appellent une reformulation des politiques agricoles dans une logique plus intégrée, inclusive et orientée résultats.

Pour une meilleure lisibilité stratégique, les recommandations sont présentées selon une grille d'impact/faisabilité (voir Tableau 7).

6.1 Matrice de priorisation des recommandations

Tableau 7 : Matrice de priorisation des recommandations

Axe stratégique	Impact attendu	Faisabilité à court terme	Type d'action
Formation agricole locale ciblée	Élevé	Élevée	Déploiement de champs-écoles communautaires
Intrants subventionnés conditionnels	Élevé	Moyenne	Subvention liée à la formation et à l'organisation
Foncier pour femmes et jeunes	Élevé	Faible	Réforme institutionnelle et foncière
Systèmes d'alerte agroclimatique	Moyen	Élevée	Extension via téléphonie rurale et radios locales
Planification agricole territoriale	Élevé	Moyenne	Diagnostic régional intégré au PNIA II

6.2 Valoriser durablement le capital humain agricole

Les résultats montrent que l'éducation formelle et la formation agricole sont des prédicteurs puissants de la productivité. Pour opérationnaliser cet axe :

- Étendre les champs-écoles paysans dans les zones à faible productivité (ex. : Ségou, Mopti) en partenariat avec les CRA et les ONG locales, en combinant apprentissages techniques, gestion des risques climatiques et pratiques agroécologiques.
- Institutionnaliser un programme d'alphabétisation agricole fonctionnelle, en s'appuyant sur les radios communautaires, les modules mobiles et les écoles coraniques rurales, avec un contenu orienté vers l'autonomisation des femmes productrices.
- Créer une plateforme de formation continue en ligne, dédiée aux jeunes agripreneurs et techniciens agricoles, s'inspirant de l'initiative AgriNet au Ghana ou e-Tontine Agricole au Bénin.

6.3 Démocratiser l'accès aux intrants et aux innovations

L'accès aux ressources techniques et financières reste un frein majeur. Les politiques doivent viser à :

- Conditionner l'octroi d'intrants subventionnés à la participation active à des cycles de formation ou à l'appartenance à une organisation paysanne, pour améliorer l'efficacité de leur utilisation.
- Mettre en place un système de bons électroniques (e-vouchers) pour l'achat d'intrants, à l'image du programme *PADAAM* au Burkina Faso, qui a permis de cibler plus équitablement les petits exploitants.
- Promouvoir les innovations intermédiaires adaptées, telles que les décortiqueuses villageoises, les semoirs manuels, ou les plateformes solaires pour la conservation post-récolte.

6.4 Territorialiser les politiques agricoles et renforcer la résilience

L'hétérogénéité spatiale des rendements appelle à un changement d'échelle dans l'action publique :

- Intégrer une planification territoriale différenciée dans le PNIA II, avec des diagnostics régionaux fondés sur les données agroclimatiques, sécuritaires et infrastructurelles, et une budgétisation déconcentrée.

- Créer un Fonds de Résilience Agricole pour les Régions Fragiles (FRARF), alimenté par l'État, les bailleurs et les recettes issues de la fiscalité foncière agricole, destiné à appuyer la relance agricole dans les zones de conflit.
- Déployer des systèmes d'alerte agroclimatique personnalisés via SMS et messages vocaux multilingues, en partenariat avec l'Agence malienne de météorologie et les radios rurales.

6.5 Réduire les inégalités structurelles d'accès aux facteurs de production

L'étude montre que les femmes et les jeunes restent à la marge de la dynamique productive :

- Lancer un programme "Terre-Jeune-Femme", appuyé sur les autorités locales et les commissions foncières, pour sécuriser l'accès des groupes vulnérables à des parcelles exploitables.
- Développer un guichet de crédit rural inclusif, co-financé par la BOA, la BNDA et des ONG spécialisées, avec des produits adaptés aux réalités féminines (cycles courts, garanties souples).
- Appuyer les dynamiques coopératives mixtes, en intégrant systématiquement les femmes dans les conseils d'administration des OP et en réservant un quota de subventions à leurs groupements.

6.6 Mettre en place un système de suivi-évaluation orienté résultats

Pour piloter efficacement les réformes proposées :

- Créer un Observatoire national de la productivité agricole, hébergé par l'INSTAT, avec des antennes régionales intégrant les collectivités, les CRA, les OP et les instituts de recherche.
- Développer des indicateurs composites de productivité intégrant : rendement/ha, intensité d'intrants utilisés, coût de production, résilience climatique, accès des femmes et des jeunes.
- Publier un rapport annuel sur la productivité agricole, diffusé auprès des décideurs, des parlementaires et des bailleurs, pour appuyer la redevabilité publique et orienter les budgets agricoles.

Une politique de productivité agricole efficace et équitable doit articuler les capacités humaines, les ressources techniques, les différenciations territoriales, et la justice sociale. Les réformes proposées ne peuvent réussir qu'à la condition d'un pilotage participatif, d'un financement multi-source, et d'un suivi rigoureux, porté conjointement par l'État, les producteurs, les collectivités et les partenaires techniques.

7 Conclusion

Cet article avait pour objectif d'identifier et d'analyser les déterminants de la productivité agricole des ménages au Mali, dans un contexte marqué par de faibles rendements persistants, de fortes inégalités d'accès aux ressources productives, et une vulnérabilité accrue face aux aléas climatiques et sécuritaires. À cet effet, l'étude a mobilisé les données d'enquête de l'INSTAT (2022–2023), représentatives à l'échelle nationale, pour estimer un modèle de régression linéaire multiple, avec la productivité agricole (exprimée en tonnes/ha) comme variable dépendante. Ce modèle, dont les résultats sont significatifs au seuil de 1 % ($R^2 = 0,537$), a permis d'évaluer l'effet marginal de 19 variables explicatives regroupées en quatre catégories : caractéristiques individuelles, ressources productives, environnement agroécologique, et position géographique.

Les résultats empiriques confirment la validité des quatre hypothèses formulées :

- L'éducation formelle (fondamentale, secondaire, supérieure) et la formation agricole apparaissent comme des déterminants puissants et significatifs de la productivité, validant l'hypothèse H1 sur le rôle du capital humain.
- L'accès aux intrants, aux technologies agricoles et aux formations pratiques contribue également de manière significative à l'élévation des rendements, ce qui confirme l'hypothèse H2.
- L'hypothèse H3, relative aux conditions agroécologiques et aux effets territoriaux, est fortement corroborée par les écarts régionaux défavorables aux zones sahéliennes (Tombouctou, Gao, Mopti) et l'effet positif des zones à climat favorable.
- Enfin, l'hypothèse H4, portant sur les caractéristiques socio-démographiques, est partiellement validée : l'âge a un effet négatif croissant sur la productivité, tandis que le sexe masculin est associé à des rendements supérieurs, révélant des inégalités structurelles en matière d'accès aux ressources.

À partir de ces constats, plusieurs recommandations stratégiques ont été formulées. Parmi les plus structurantes figurent :

– le renforcement des capacités humaines par la formation continue, l'alphabétisation fonctionnelle et l'éducation agricole adaptée ;

- la conditionnalité des subventions d'intrants à la formation et à l'organisation des producteurs ;
- la mise en œuvre d'une planification agricole territorialisée, différenciée selon les contraintes régionales ;
- la promotion de l'accès sécurisé des femmes et des jeunes au foncier et au financement ;
- et la création d'un observatoire national de la productivité pour assurer le suivi-évaluation des politiques publiques.

Sur le plan académique, cette recherche apporte une contribution originale à la littérature empirique sur les économies agricoles sahéliennes. Elle combine une analyse microéconomique rigoureuse, une base de données représentative, et une lecture intégrée des dimensions humaines, techniques et territoriales. Contrairement à certaines études qui se focalisent uniquement sur les facteurs techniques ou climatiques, ce travail insiste sur l'interaction entre le capital humain, les disparités structurelles et les dynamiques locales de production. Il éclaire ainsi, de manière pragmatique, les leviers concrets sur lesquels les décideurs peuvent agir pour transformer la base productive agricole du pays.

Cela dit, l'étude présente plusieurs limites méthodologiques. D'une part, certaines variables cruciales — telles que la qualité des sols, les types de cultures, le niveau réel d'encadrement technique ou la situation foncière — n'ont pas pu être intégrées en raison de l'indisponibilité des données. D'autre part, l'approche transversale ne permet pas d'observer les trajectoires temporelles de productivité ni de confirmer les liens causaux avec certitude. Il existe également un risque de biais de sélection inversée, notamment en ce qui concerne les effets des subventions ou des formations.

Ces limites ouvrent des perspectives de recherche futures. Il serait pertinent de :

- conduire une étude longitudinale sur un échantillon panel pour suivre l'évolution des pratiques et des rendements sur plusieurs campagnes agricoles ;
- croiser les données quantitatives avec des études de cas qualitatives dans des zones à faible productivité ;
- intégrer une modélisation non linéaire (quantile régression, modèles à seuils) pour mieux capter les effets différenciés selon le niveau initial de productivité ;
- ou encore tester des modèles de simulation prospective pour évaluer l'impact combiné de politiques agricoles différenciées.

En définitive, cette étude rappelle que la productivité agricole n'est pas uniquement une affaire de techniques ou d'engrais, mais d'équité sociale, de capital humain structuré, et d'intelligence territoriale. Si le Mali veut faire de son agriculture un moteur de développement, il lui faut sortir d'une logique de gestion conjoncturelle pour entrer dans une stratégie de transformation structurelle, fondée sur les données, la participation locale et la justice économique.

REFERENCES

- [1] Agbe, Y. F. T., & Atake, E.-H. (2023). Les déterminants de la productivité agricole dans les pays de l'Afrique subsaharienne. *La Revue Internationale Des Économistes De Langue Française*, 8(2), 84–106. <https://doi.org/10.18559/rielf.2023.2.4>
- [2] Alene, A. D., Menkir, A., Ajala, S. O., Badu-Apraku, B., Olanrewaju, A. S., Manyong, V. M., & Ndiaye, A. (2008). The economic and poverty impacts of maize research in West and Central Africa. *Agricultural Economics*, 39(1), 313–320.
- [3] Barrett, C. B., Christiaensen, L., Sheahan, M., & Shimeles, A. (2017). On the structural transformation of rural Africa. *Journal of African Economies*, 26(suppl_1), i11–i35.
- [4] Christensen, L. R., & Yee, J. (1964). A general approach to measuring agricultural productivity. *American Journal of Agricultural Economics*, 46(2), 300–311.
- [5] CILSS. (2021). Performance agricole et résilience dans les pays du Sahel. Ouagadougou : Comité permanent Inter-États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel.
- [6] Davis, K., Swanson, B., Amudavi, D., Ayalew, D., Mekonnen, D. A., & Flohrs, A. (2012). In-depth assessment of the public agricultural extension system of Ethiopia and recommendations for improvement (IFPRI Discussion Paper 01141). IFPRI.

- [7] FAO. (2023). Mali - Country Programming Framework (2023–2027). Rome : FAO.
- [8] Fuglie, K. O., & Rada, N. E. (2013). Resources, Policies, and Agricultural Productivity in Sub-Saharan Africa (USDA Economic Research Report). Washington D.C. : United States Department of Agriculture.
- [9] Gollin, D., Lagakos, D., & Waugh, M. E. (2014). The agricultural productivity gap. *Quarterly Journal of Economics*, 129(2), 939–993.
- [10] INSTAT. (2023). Enquête nationale sur les conditions de vie des ménages agricoles 2022–2023. Bamako : Institut National de la Statistique du Mali.
- [11] Kamgnia, D. B., Ngassam, L. T., & Tieguhong, J. C. (2020). Agricultural productivity in Sub-Saharan Africa: Determinants and policy implications. *African Journal of Economic Policy*, 27(1), 1–28.
- [12] Lewis, W. A. (1954). Economic development with unlimited supplies of labour. *The Manchester School*, 22(2), 139–191.
- [13] MAEP. (2022). Bilan d'exécution du Plan National d'Investissement Agricole – PNIA I. Bamako : Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage du Mali.
- [14] MAEP. (2022). Plan National d'Investissement Agricole (PNIA II) 2021–2025. Bamako : Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage du Mali.
- [15] Quisumbing, A. R., Meinzen-Dick, R. S., Raney, T. L., Croppenstedt, A., Behrman, J. A., & Peterman, A. (2014). *Gender in agriculture: Closing the knowledge gap*. Dordrecht : Springer.
- [16] Ranis, G., & Fei, J. C. H. (1961). A theory of economic development. *The American Economic Review*, 51(4), 533–565.
- [17] Reimers, M., & Klasen, S. (2013). Revisiting the role of education for agricultural productivity. *American Journal of Agricultural Economics*, 95(1), 131–152.
- [18] Sheahan, M., & Barrett, C. B. (2017). Ten striking facts about agricultural input use in Sub-Saharan Africa. *Food Policy*, 67, 12–25.

Annexes :
Tableau 8: Résultats de l'analyse descriptive

	Variables quantitatives				
	Observations	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Productivité	2279	0,5027953	0,4985379	0,0023571	6,2972
Age du responsable	2279	49,68627	13,16417	14	89
Dépense agricole	2279	1241641	1733479	14702	4,52e+07
Expérience agricole	2279	13,72576	11,62914	2	83
Superficie	2279	4,267069	5,206751	0,01	68,79
	Variables qualitatives				%
Formations agricoles					
Oui					37%
Non					63%
Conditions climatiques					
Oui					38%
Non					62%
Accès aux intrants					
Oui					37%
Non					63%
Nouvelles technologies					
Oui					33%
Non					67%
Niveau d'étude					
Aucun					43%
Fondamental 1					27%
Fondamental 2					13%
Secondaire					14%
Supérieur					3%
Régions					

Kayes	25%
Koulikoro	14%
Sikasso	17%
Ségou	12%
Mopti	9%
Tombouctou	5%
Gao	18%
Sexe	
Masculin	82%
Féminin	18%

Source : Auteurs

Tableau 9 : Test de Variance inflation factors for the independent variables (VIF)

Variables	VIF	1/VIF
Sexe	1,08	0,922163
Age du responsable	1,09	0,921195
Superficie	1,84	0,542529
Dépenses agricoles	1,93	0,517341
Niveau d'étude		
Aucun		
Fondamental 1	1,33	0,752209
Fondamental 2	1,25	0,802362
Secondaire	1,39	0,719635
Supérieur	1,26	0,795760
Expérience agricole	1,20	0,836350
Région		
Kayes		
Koulikoro	1,48	0,673973
Sikasso	1,60	0,625700
Ségou	1,37	0,731426
Mopti	1,29	0,775677
Tombouctou	1,23	0,810487
Gao	1,64	0,610616
Nouvelles technologies	1,10	0,911540
Accès Intrants	2,04	0,490678
Formations agricoles	1,14	0,876303
Conditions climatiques	2,07	0,482242
Mean VIF	1,44	

Source : Auteurs

Tableau 10 : Test Information Criteria (IC)

Model	Obs	ll(null)	ll (model)	df	AIC	BIC
	2.279	-1646,905	-770,3268	20	1580,654	1695,284

Source : Auteurs

Tableau 11 : Information matrix test (imtest)

Source	Chi 2	df	P
Heteroskedasticity	519,41	172	0,0000
Skewness	62,14	19	0,0000
Kurtosis	3,49	1	0,0619
Total	585,03	192	0,000

Source : Auteurs

Tableau 12 : Ramsey regression specification error test for omitted variables (ovtest)

H ₀ : model has no omitted variables	
F (3, 2256)	Prob > F = 0.000

Source : Auteurs