UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

L’adoption de la variété du maïs hybride et son effet sur le rendement agricole au Burundi : cas de la commune Mbuye

Nitunga, Jean Claude

2023-08
UB, Faculté des sciences économiques et administratives
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/414

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES ET DE GESTION

MASTER EN ECONOMIE RURALE, SOCIALE ET ENVIRONNEMENTALE

L'ADOPTION DE LA VARIETE DU MAÏS HYBRIDE ET SON EFFET SUR LE RENDEMENT AGRICOLE AU BURUNDI: CAS DE LA COMMUNE MBUYE

Par :

NITUNGA Jean Claude

Mémoire

présenté et soutenu publiquement en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Economie Rurale, Sociale et Environnementale

Option : Economie Rurale et gestion des entreprises agroalimentaires

Sous la direction de :

Dr Pierre Claver BITAMA

Bujumbura, Août 2023

MEMBRES DU JURY

Président : Pr. Diomède MANIRAKIZA

Directeur : Dr. Pierre Claver BITAMA

Secrétaire : Dr. Dismas MANIRAKIZA

DEDICACES

A mes parents ;

A mes frères et sœurs ;

A mes amis et connaissances.

Je dédie ce mémoire

REMERCIEMENTS

La réalisation de cette étude et la rédaction du présent mémoire ont été possibles grâce à la contribution considérable de certaines personnes à qui nous tenons à témoigner notre sincère gratitude.

Nos vifs remerciements s'adressent en premier lieu au Dr Pierre Claver BITAMA, qui a spontanément accepté d'encadrer ce travail. Son soutien, son temps, ses efforts fournis, sa disponibilité m'ont été d'une grande importance. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude. Nos vifs remerciements s'adressent aussi aux membres du Jury de ce mémoire qui ont accepté de le lire et de l'évaluer.

Nous remercions également le corps professoral de l'Université du Burundi, en particulier ceux de la Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, spécialement ceux de l'Économie Rurale, Sociale et Environnementale pour la formation académique et humaine ainsi que le personnel administratif de ladite faculté pour les bons services qu'ils nous ont rendus.

Nos sincères remerciements s'adressent également aux enquêteurs qui se sont donnés corps et âme pour la collecte de données. Merci également à tous les producteurs de maïs de la zone d'étude qui m'ont ouvert leurs portes et accepté de nous donner des informations en rapport avec le questionnaire.

Nous remercions ensuite nos collègues de classe et nos amis pour leurs encouragements pendant le cursus de formation et la rédaction de ce mémoire. Qu'ils trouvent ici, la gratitude de leurs contributions pour notre formation académique et humaine.

Enfin, que toute personne qui, de près ou de loin, a contribué à l'accomplissement de ce travail trouve nos sincères remerciements.

NITUNGA Jean Claude

RESUME

Dans le secteur agricole, l'adoption de nouvelles technologies à l'instar des variétés du maïs hybride montrent l'une des meilleures options pour améliorer la productivité et accroître le rendement. Cependant, l'adoption du maïs hybride dans les pays en développement tels que le Burundi est très limitée en raison de facteurs socio-économiques, démographiques, institutionnels et d'infrastructure.

L'objectif de l'étude est d'évaluer l'effet d'adoption des nouvelles variétés du maïs hybride sur le rendement des maïsiculteurs et de déterminer les facteurs qui influencent cette adoption, en commune Mbuye en province de Muramvya au Burundi.

L'étude a été réalisée à l'aide de l'analyse des données primaires collectées sur terrain auprès d'un échantillon aléatoire de 365 maïsiculteurs dans la zone d'étude.

Les données ont été analysées à l'aide de statistiques descriptives, et de modèles économétriques (modèle logistique binaire et d'un modèle d'appariement des scores de propension (PSM). Les résultats montrent que 37,81 % et 62,19 % des ménages de l'échantillon adoptent et des n'adoptent pas les variétés de maïs hybride, respectivement. Les résultats ont révélé à travers une analyse économétrique que six principaux facteurs influencent l'adoption de cette variété. Il s'agit du sexe des exploitants, l'accès aux services de vulgarisation, l'accès au marché, le mode d'accès au foncier, l'appartenance à une organisation paysanne et la destination du maïs. Il est en outre établi que l'adoption des variétés de maïs hybride présente des effets nettement positifs comparativement à l'utilisation des variétés locales et le gain de rendement lié à l'adoption de variétés de maïs hybride est estimé à 17,275 kg/are soit 1,7275 tonnes par hectare. Ainsi, l'adoption de cette variété a un impact positif et significatif sur les rendements. Ces résultats nous permettent de confirmer nos hypothèses de recherche. Il importe que le gouvernement encourage l'adoption de cette variété de maïs hybride en subventionnant les semences et que les agriculteurs adoptent ces variétés de maïs hybride.

Mots clés : Adoption, maïs hybride, effet, rendement, nouvelle technologie, Mbuye.

ABSTRACT

In the agricultural sector, the adoption of new technologies such as hybrid maize varieties is one of the best options for improving productivity and increasing yields. However, the adoption of hybrid maize in developing countries such as Burundi is very limited due to socio-economic, demographic, institutional and infrastructural factors.

The aim of the study was to assess the effect of adoption of new hybrid maize varieties on maize farmers' yields, and to determine the factors influencing this adoption, in commune Mbuye in Muramvya province, Burundi.

The study was based on the analysis of primary data collected in the field from a random sample of 365 maize farmers in the study area.

The data were analyzed using descriptive statistics, and econometric models (binary logistic model and a propensity score matching (PSM) model). The results show that 37.81% and 62.19% of households in the sample adopt and do not adopt hybrid maize varieties, respectively. Through econometric analysis, the results revealed that six main factors influence the adoption of this variety. These were gender, access to extension services, access to the market, access to land, membership of a farmers' organization and destination of the maize.

It has also been established that the adoption of hybrid maize varieties has clearly positive effects compared with the use of local varieties, and the yield gain linked to the adoption of hybrid maize varieties is estimated at 17.275 kg/area, or 1.7275 tonnes per hectare. Thus, the adoption of this variety has a positive and significant impact on yields. These results confirm our research hypotheses. It is important that the government encourages the adoption of this hybrid maize variety by subsidizing seeds, and that farmers adopt these hybrid maize varieties.

Key words: Adoption, hybrid maize, effect, yield, new technology, Mbuye.

TABLE DES MATIERES

MEMBRES DU JURY ..... **i**
DEDICACES ..... **ii**
REMERCIEMENTS ..... **iii**
RESUME ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
TABLE DES MATIERES ..... **vi**
LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES ..... **ix**
SIGLES ET ABREVIATIONS ..... **x**
AVANT-PROPOS ..... **xi**
CHAPITRE.I. INTRODUCTION GENERALE **1**
I.1. Contexte et justification de l'étude 1
I.2. Problématique 3
I.3. Objectifs de la recherche 4
I.3.1. Objectif global 4
I.3.2. Objectifs spécifiques 4
I.4. Hypothèses 4
I.5. Intérêt de l'étude 5
I.6. Délimitation de l'étude et articulation 5
CHAPITRE.II. REVUE DE LA LITTERATURE THEORIQUE ET EMPIRIQUE **6**
II.1. Cadre théorique de l'adoption des innovations technologiques 6
II.1.2. Théorie de l'adoption-diffusions 7
II.1.3. Rendement agricole 7
II.1.4. La productivité 8
II.1.5.Variété améliorée 8
II.1.6. L'adoption d'une technologie 9
II.1.7. Théorie du changement 9
II.1.8. Théorie de l'utilité de McFadden : fondement économique de l'adoption 10
II.1.9. Théorie sur les outils d'analyse de l'effet de l'adoption de nouvelles technologies 10
II.1.9.1. Méthode d'appariement ou Matching 10
II.1.9.2. La problématique de choix du contrefactuel 11
II.1.9.3. L'évaluation de la qualité d'appariement 11
II.1.9.4. La méthode de l'Appariement des scores de propension (PSM) 12
II.1.9.5. Forces et faiblesses de l'appariement par score de propension 13

II.2. Littérature empirique 14
II.3. Importance du maïs au Burundi 16
II.4. Type de maïs au Burundi 16
II.4.1. Maïs hybride 17
Conclusion du deuxième chapitre 19
CHAPITRE III. METHODOLOGIE DE RECHERCHE 20
III.1. Choix et description de la zone d'étude 20
III.2. Justification du choix de la zone d'étude 21
III.3. Procédure d'échantillonnage 22
III.3.1. Détermination de la taille de l'échantillon 22
III.3.2. Outils et méthodes de collecte des données 23
III.3.2.1. Méthode de collecte des données 23
III.3.2.1.1. Pré-enquêtes 24
III.3.2.1.2. Enquêtes 24
III.4. Méthodes d'analyse des données 24
III.4.1. Modélisation des déterminants de l'adoption des variétés du maïs hybride 25
III.4.2. Spécification du modèle : 27
III.4.3. Description des variables du modèle 27
III.4.3.1. Codification 27
III.4.3.2. Variables dépendantes 28
III.4.3.3. Variable de résultat 28
III.4.3.4. Variables explicatives 28
III.4.3.4.1. Variables sociodémographiques 28
III.4.3.4.2. Caractéristiques institutionnelles du chef du ménage 29
III.4.3.4.3. Caractéristiques structurelles de l'exploitant 30
III.4.3.4.4. Cadre conceptuel de l'étude 32
III.5. Validité du modèle d'estimation 33
III.5.1. Test de normalité des résidus 33
III.5.2. Test de multicolinéarité 33
III.5.3. Test de la courbe de ROC (Receiver Operating Characteristics) 34
III.5.4.Test d'ajustement du modèle : test de Hosmer-Lemeshow 34
III.6. Modélisation de l'effet d'adoption des nouvelles variétés du maïs hybride 35
III.6.1. Le modèle d'appariement par score de propension 35
III.6.2. Etapes d'évaluation de la qualité d'appariement 38
III.6.2. Choix de l'estimateur d'appariement 39

Conclusion du troisième chapitre 40
CHAPITRE IV. RESULTATS, INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS 41
Introduction 41
IV.1. Analyse descriptive 41
IV.1.1. Analyse descriptive des caractéristiques sociodémographiques et socioéconomiques des enquêtés. 41
IV.1.1.1. Caractéristiques démographiques et socio-économiques des ménages 41
IV.1.1.2. Caractéristiques sociodémographiques des ménages 42
IV.1.1.3. Descriptions des variables qualitatives des enquêtées 43
IV.1.1.4. Caractéristiques structurels et institutionnels des ménages 44
IV.1.1.5. Résultats des tests de validation du modèle 49
IV.1.1.5.1.Test de normalité des résidus 49
IV.1.1.5.2.Test de multicolinéarité 49
IV.1.1.5.3. Résultats des tests d'ajustement du modèle Logit 49
IV.2. Estimation des facteurs influençant l'adoption des Variétés du maïs hybride 51
IV.2.1. Interprétation des effets marginaux 53
IV.3. Effet d'adoption de la variété du maïs hybride sur le Rendement 54
IV.3.1. La qualité de l'appariement et Réduction des biais 54
IV.3.2. Résultat de l'appariement des scores de propension(PSM) 59
IV.4. Discussions des Résultats 60
IV.4.1. Déterminants de l'adoption de la variété du maïs hybride 60
IV.4.2. Effet d'adoption de la variété du maïs hybride 62
Conclusion du quatrième chapitre 65
CHAPITRE V. CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS 66
V.1. Conclusion générale 66
V.2. Suggestions 67
V.3. Limites de ce travail 68
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 69
ANNEXES 76

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableaux

Tableau 1 : Variétés de maïs récemment homologuées au Burundi et la sensibilité 17
Tableau 2 : Variétés de la culture du maïs hybride homologuée au Burundi 18
Tableau 3 : Intervalles de confiance..... 23
Tableau 4: Définition des variables de l'étude et signes attendus..... 31
Tableau 5 : Descriptions des variables quantitatives des répondants..... 42
Tableau 6 : Résumé des résultats des tests de spécification du modèle..... 51
Tableau 7 : Les déterminants de l'adoption d'une variété du Maïs Hybride 52
Tableau 8 : Evaluation de la qualité d'appariement et réduction des biais 55
Tableau 9 : Indicateurs qualité avant et après appariement 57
Tableau 10 : Effet d'adoption de la variété du maïs hybride sur le rendement..... 59

Figures

Figure 1 : Carte de Mbuye de la Province de Muramvya..... 21
Figure 2 : Cadre conceptuel 32
Figure 3 : Taux d'adoption de la variété du maïs hybride..... 41
Figure 4 : Répartition des répondants selon le sexe du chef de ménage..... 43
Figure 5 : Répartition des répondants selon le niveau d'instruction 44
Figure 6 : Répartition des répondants selon le statut Matrimoniale..... 44
Figure 7 : Répartition des répondants selon le mode d'accès foncier..... 45
Figure 8 : Répartition des répondants selon l'accessibilité au crédit 45
Figure 9 : Répartition des répondants selon l'appartenance dans des organisations des producteurs..... 46
Figure 10 : Répartition des répondants selon l'accès au service de vulgarisation 46
Figure 11 : Répartition des répondants selon la destination des récoltes du maïs..... 47
Figure 12 : Répartition des répondants selon la principale activité source de revenu..... 47
Figure 13 : Répartition des répondants selon l'accessibilité à l'encadrement..... 48
Figure 14 : Répartition des répondants selon l'accessibilité au marché..... 48
Figure 15 : Test de AUC (Area under ROC curve)..... 50
Figure 16 : Biais standardisé..... 56
Figure 17 : Distribution des scores de propension et du support commun..... 58

SIGLES ET ABREVIATIONS

%	: Pourcentage
°C	: Degré Celsius
AGRA	: Alliance for a Green Revolution in Africa
ASS	: Afrique Subsaharienne
ATE	: Average Treatment Effect
ATT	: Average Treatment on Treated
ATU	: Average Treatment on Untreated
AUC	: Area Under the Curve
CIP	: Le Centre international de la pomme de terre
ENSNSAB	: Enquête Nationale sur la Situation Nutritionnelle et la Sécurité Alimentaire Au Burundi
FAO	: Food and Agriculture Organization
FIDA	: Fonds international de développement agricole
ISABU	: Institut des Sciences Agronomiques du Burundi
ISTEEBU	: Institut des Statistiques d'Etudes Economiques du Burundi
KM	: Kernel Matching
LATE	: The local average treatment effect
NNM	: Nearest Neighbor Matching
OCDE	: Organisation de coopération et de développement économique
ODD	: Objectifs de Développement Durable
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
PAM	: Programme alimentaire Mondial
PCDC	: Plan Communal de Développement Communautaire
PIB	: Produit Intérieur Brut
PSM	: Propensity Score Matching
RDC	: République Démocratique du Congo
ROC	: Receiver Operating Characteristics
SB	: Standardized Bias
SM	: Stratification Matching
VIF	: Variance Inflation Factor

AVANT-PROPOS

Ce travail a été effectué dans le cadre de l'obtention d'un diplôme de Master en Economie Rurale, Sociale et de l'Environnement. Spécialité : Economie Rurale et Gestion des entreprises agroalimentaires.

Le thème de l'étude « L'adoption de la variété du maïs Hybride et son Effet sur le Rendement agricole au Burundi: Cas de la commune Mbuye » a été choisi afin de mieux examiner l'effet d'adoption de la variété du maïs hybride sur le rendement des maïsiculteurs qui l'ont adopté et celle que pourraient avoir les maïsiculteurs qui n'ont pas décidé de l'adopter s'ils décidaient de l'adopter.

Pour bien réaliser cette étude une enquête a été menée auprès des ménages cultivateurs de maïs mais aussi des ouvrages généraux, des rapports ainsi que des revues documentaires ont été consultés.

En fin, Les résultats de ce travail montrent que l'adoption de la variété de maïs hybride a une importance capitale dans l'accroissement du rendement agricole des maïsiculteurs qui l'adoptent.

CHAPITRE.I. INTRODUCTION GENERALE

I.1. Contexte et justification de l'étude

Depuis des milliers d'années, l'agriculture est un élément moteur de la croissance économique des pays en développement. En effet, 15% du PIB total proviennent du secteur agricole en Afrique subsaharienne (FAO, 2020). Le secteur agricole emploie plus de la moitié de la population totale active (FMI, 2012) et fournit un moyen de subsistance à une multitude de petits exploitants dans les milieux ruraux. D'après l'Alliance for a Green Revolution in Africa (AGRA, 2014), les petites exploitations représentent environ 80 % de l'ensemble des agriculteurs de l'ASS et emploient directement environ 175 millions de personnes. La promotion du secteur agricole constituerait une importance colossale en matière du développement, de la sécurité alimentaire et de la réduction de la pauvreté dans tous les secteurs de la vie du pays. En Afrique subsaharienne, le maïs est la principale culture vivrière la plus largement cultivée qui couvre plus de 33 millions d'hectares chaque année (Macauley, 2015)**.** La même source montre qu'elle occupe près de 17% des 200 millions d'hectares de terres cultivées estimés, et est produite dans des différents environnements de production. La recherche sur les pratiques d'amélioration du maïs pour optimiser les rendements céréaliers est une priorité pour les gouvernements de la région en raison du rôle essentiel que joue la culture dans la sécurité alimentaire (Guibert et *al.* 2016 ; Seine et *al.* 2020). En effet, elle est très utilisée pour l'alimentation humaine et animale et sert de matière première dans certaines industries de transformation agroalimentaires (Moussa et *al.* 2018).

Au Burundi, l'agriculture constitue le pilier de l'économie et occupe plus de 80 % de la population (ODD, 2018). Elle emploie plus de 94% de la population active et contribue pour plus de 50% du PIB, procure plus de 90% des recettes en devises au pays et fournit 95% des apports alimentaires (Angoran et Ayemou, 2004). Le maïs est l'une des céréales les plus cultivées au Burundi, surtout dans les régions de haute altitude (plus de 1800m) où il constitue un des aliments de base.

La culture du maïs occupe dans la politique burundaise l'une des voies d'augmenter la production agricole et assurer la sécurité alimentaire. Il est devenu l'aliment principal de la population, notamment celle des milieux urbains (Nusura ; Rusuku et al, 2013), du fait du changement des habitudes alimentaires des populations.

Par ailleurs, la production du maïs au Burundi est réalisée par des petits agriculteurs familiaux, qui cultivent quelques hectares et prennent les décisions de gestion en lien avec les besoins de la famille.

La production du maïs au Burundi est favorisée par un environnement climatique adéquat et des efforts d'investissement mettant à la disposition des maïsiculteurs des semences à haut rendement (Nkurunziza et al., 2012). Cependant en 2018, le maïs a enregistré une production nationale de 75 517 tonnes, soit 66% de la production totale, et couvrent à peine 50% de la demande intérieure (ISTEEBU, 2018). En effet, le Burundi subit des importations massives qui s'élèvent de 16 mille tonnes jusqu'à 42 mille tonnes de 2016 à 2019 en vue de répondre aux besoins de plus en plus croissants de la consommation intérieure de maïs du fait de l'accroissement démographique.

Ainsi, les rapports de l'Office Burundais des Recettes montrent que les importations de maïs s'élèvent de 978,4 million de BIF en 2020. Le maïs est le troisième produit alimentaire importé au Burundi après le sucre et le riz, avec une part de 4,6% au cours du deuxième trimestre de l'année 2020 (OBR, 2020). Face à cette dépendance alimentaire qui a atteint son paroxysme en 2008, suite à la flambée des prix au niveau mondial, le gouvernement burundais a élaboré une stratégie de développement de la culture de maïs dont l'objectif est d'augmenter la production agricole en générale et en particulier celle du maïs par le développement d'un secteur semencier ainsi qu'un meilleur accès des maïsiculteurs au conseil et à la mécanisation agricole (ISABU, 2012). Par ailleurs, les institutions publiques et privées, les ONG contribuent à travers la vulgarisation des nouvelles technologies de culture aux petits exploitants agricoles à l'intention d'accroître la productivité, le revenu ainsi que le bien-être des agriculteurs au Burundi.

L'ONG one acre fund-TUBURA en collaboration avec ISABU fait des sélections et vulgarisations de nombreuses variétés de Maïs améliorées dont celui du Maïs hybride ainsi que leurs innovations technologiques appropriées les plus résistantes aux contraintes du milieu et mieux adaptées aux conditions agro écologiques locales.

I.2. Problématique

Comme dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne, l'agriculture est le secteur économique prépondérant au Burundi. Néanmoins cette agriculture est confrontée à diverses contraintes : Celles-ci sont dues aux problèmes qui sont à la fois d'ordre structurel et d'ordre conjoncturel.

Ces derniers sont regroupés en cinq catégories : les problèmes agronomiques comme la faible fertilité des terres : plus de 36% des sols sont acides et présentent une toxicité aluminique (Hicintuka, 2023).

De plus, il y a l'insuffisance, faible utilisation des intrants performants de production et l'aggravation des maladies ainsi que les ravageurs très dommageables pour les cultures. Les problèmes climatiques comme la sécheresse, l'inondation ont perturbé et désorganisé les activités agricoles. Ensuite pour les problèmes technologiques, on peut citer: l'insuffisance des innovations technologiques, le non maîtrise des systèmes de productions appropriés, manque d'information suffisante sur les services de recherche et de vulgarisation. Les problèmes socio-économiques qui sont des problèmes fonciers, un fort morcellement lié à la pression démographique sur les terres cultivables et sur les écosystèmes naturels protégés. La taille moyenne des exploitations agricoles au Burundi est passée de 1,04 ha par ménage en 1973 à 0,7 ha en 1989 et à 0,5 ha en 2009 (MINAGRI, 2014). Elle est estimée de 0,27 hectare par ménage, soit bien en dessous du seuil assurant la viabilité économique, fixé à 0,90 hectare (FIDA, 2022). Les questions liées à la gestion des terres sont inévitablement sensibles et centrales. Les réponses apportées constituent un gage majeur pour l'avenir du pays. En outre, le faible pouvoir d'achat, le faible accès au crédit agricole à des familles rurales et aux facteurs performants de production, l'absence des mécanismes de financement durable. Ainsi que le faible accès aux intrants agricoles restent un problème majeur dans le secteur agricole au Burundi (BAD, 2019).

En effet, la production agricole nationale n'est pas satisfaisante du fait qu'elle est de subsistance, très peu performante, n'utilise presque pas de matériel et d'intrants modernes. Cela pose clairement la problématique de la faible productivité, une diminution de la production totale de 218.759 Equivalents Tonnes Céréales (ETC) a été enregistrée pour la campagne agricole 2013-2014 comparée à celle de 2012-2013 (2.055.441 ETC), soit une baisse de 10.6%.

La diminution de la production totale entre les deux campagnes agricoles se reflète au niveau des différents groupes des cultures par de fortes diminutions pour la banane (-39%), les oléagineux (-21,7%), les céréales (-7,1%), et les tubercules et racines (-3,9%) (ISTEEBU et al., 2015). Cette diminution de la production pourrait compromettre la sécurité alimentaire et affecter la baisse du PIB national. Il reste d'analyser si, l'adoption des technologies agricoles à l'instar la variété du maïs hybride pourrait généralement relever cette problématique au Burundi.

Ceci pose une question centrale de recherche telle que : **Quel est l'effet d'adoption de la variété du maïs hybride sur le rendement?** Plus spécifiquement, quels sont les facteurs explicatifs de l'adoption du maïs hybride dans la zone d'étude ? Existe-t-il un effet positif d'adoption de la variété du maïs hybride sur le rendement agricole?

I.3. Objectifs de la recherche

Les objectifs de cette recherche sont les suivants :

I.3.1. Objectif global

L'objectif global de l'étude est d'évaluer l'effet d'adoption des nouvelles variétés du maïs hybride sur le rendement du maïs et de déterminer les facteurs qui influencent cette adoption.

I.3.2. Objectifs spécifiques

- Déterminer les facteurs influençant l'adoption de la variété maïs hybride dans la zone d'étude.
- Evaluer l'effet d'adoption de la variété maïs hybride sur le rendement des maïsiculteurs.

I.4. Hypothèses

H_1. Les facteurs socio-économiques, démographiques et institutionnels ont une influence significative sur l'adoption de la variété de maïs hybride dans la zone d'étude.

H_2. L'adoption de la variété maïs hybride a un effet significatif sur le rendement des maïsiculteurs.

I.5. Intérêt de l'étude

Cette étude nous permet d'élargir notre champ de connaissance en matière de recherche mais aussi de passer de l'abstrait vers une réalité vécue de manière empirique.

Elle nous permet de révéler l'effet de l'adoption du maïs hybride sur le rendement pour ménages agricoles au Burundi et aussi de mettre en disposition du publique un document le montrant de manière empirique.

Les vulgarisateurs et autres spécialistes du développement utiliseraient ces informations pour élaborer les programmes de vulgarisation appropriés et sensibiliser les agriculteurs. Les résultats pourraient inspirer les autres acteurs à s'impliquer dans le développement de la filière maïs et augmenter leur revenu.

De plus, sur base des résultats de cette recherche, les chercheurs ultérieurs intéressés par ce sujet pourront s'en servir pour soit traiter les limites laissée par celle-ci ou soit le remettre en cause sachant qu'une des caractéristique des recherches est sa réfutabilité dans le temps.

I.6. Délimitation de l'étude et articulation

Notre étude sera articulée sur les quatre chapitres :

Le premier chapitre est l'introduction générale de l'étude dans laquelle nous montrons le contexte de l'étude, la problématique et les questions de recherche, les objectifs de l'étude, les hypothèses, l'intérêt de l'étude et sa délimitation.

Le deuxième chapitre concerne la revue de la littérature théorique de notre étude de recherche. Dans ce chapitre, nous allons développer les concepts clés de l'étude, l'approche théorique que nous allons utiliser pour la justification du sujet de recherche et les études empiriques similaires à la nôtre. La troisième chapitre sera la méthodologie que nous allons utiliser pour aboutir aux résultats ; le quatrième chapitre sera concentré sur la présentation des résultats et leurs interprétations et en dernier chapitre sera la conclusion et quelques recommandations.

CHAPITRE.II. REVUE DE LA LITTERATURE THEORIQUE ET EMPIRIQUE

Introduction

Dans ce deuxième chapitre, il est expliqué certains concepts utilisés dans ce travail. En outre, cette partie est destinée à la détection de manière critique la littérature des travaux de recherche antérieurs en rapport avec l'objectif de l'étude, afin que les revues théoriques et les preuves empiriques des revues permettent une meilleure compréhension du sujet.

La partie théorique est constituée de trois éléments importants : il s'agit de la théorie de la diffusion et de l'innovation, du modèle d'acceptation technologique et la théorie des outils d'analyse de l'impact d'adoption de nouvelles technologies agricoles.

II.1. Cadre théorique de l'adoption des innovations technologiques

L'adoption est définie par divers auteurs de différentes manières. Loevinsohn et *al*. (2013) cités par Feder, Just et Zilberman (1985), Banabana-Wabbi (2002), définissent l'adoption comme l'intégration d'une nouvelle technologie dans une pratique existante et est généralement précédée d'une période d'essai et d'un certain degré d'adaptation**.** Elle est également définie comme un processus mental qu'un individu passe de la première fois où il entend parler d'une l'utilisation finale de celle-ci. C'est le processus axé sur le cheminement mental de la personne, de la première information à l'adoption (Rogers, 1983). L'innovation est généralement considérée comme un processus qui rassemble diverses idées d'une manière qui a un impact sur la société. Lorsque la technologie est innovée, on procède à la diffusion.

En effet, le modèle de diffusion de l'innovation stipule qu'une technologie a circulé de sa source vers les utilisateurs finaux par l'intermédiaire des agents. En outre, la diffusion de cette innovation par les utilisateurs est une activité de la grande partie des attributs individuels de l'utilisateur. D'après Rogers (1983) l'adoption ne doit pas être vue comme un simple choix mais plutôt comme une série d'évènements qui conduisent à l'utilisation continue de la technologie étudiée. La théorie de la diffusion de l'innovation proposée en 1962 par Rogers a été appliquée autant sur le plan individuel (Rogers, 1995) que sur le plan organisationnel (Zaltman et al. 1973). Elle fait également référence à l'application d'une nouvelle idée pour de meilleures solutions qui répondent à de nouvelles exigences, à des besoins inarticulés ou à des besoins existants du marché.

Elle fait référence à la décision de mettre en œuvre des propositions techniques nouvelles dans des systèmes de production existants et d'améliorer progressivement leur utilisation. De plus, elle résulte des caractéristiques socio-économiques des adoptants potentiels, et la manière dont ils utilisent les informations qu'ils obtiennent (Feder et Rogers, 2003) ainsi que des exigences d'accès aux ressources nécessaires.

Elle dépend aussi de la compatibilité des caractéristiques des innovations à l'environnement institutionnel (normes, règles, valeurs), technologique (systèmes techniques existants, savoir-faire, risques) et économique (accessibilité des facteurs de production nécessaires) des potentiels adoptants et de la perception qu'ils ont des caractéristiques des innovations qui leur sont proposées et des conséquences de celles-ci sur leur niveau de vie (Rogers, 2003). Elle dépend également de la structure et de la nature des échanges qu'ils ont avec leurs réseaux sociaux et de leurs interactions avec les institutions qui accompagnent les transferts d'innovations notamment la vulgarisation agricole (Rogers, 2003 ; Monge et *al.,* 2008).

II.1.2. Théorie de l'adoption-diffusions

Le modèle classique d'adoption et de diffusion comprend deux composantes : le processus de diffusion et le processus d'adoption.

Par diffusion, on entend le processus par lequel une innovation se répand et le processus de diffusion en tant que propagation de nouvelles idées depuis leur source d'invention ou de création vers leurs utilisateurs finaux ou leurs adoptants (Rogers, 1962). Une innovation est considérée comme une idée, une pratique ou un objet qui est perçu comme nouveau par des individus ou d'autres unités d'adoption. Rogers (2003) a présenté quatre éléments qui font partie intégrante du processus de diffusion. Ces éléments sont identifiables dans chaque étude de recherche sur la diffusion et dans chaque campagne ou programme de diffusion car ils font ressortir plus clairement le concept de diffusion.

II.1.3. Rendement agricole

En agriculture, le rendement est défini habituellement comme la quantité de produit récoltée sur une surface cultivée donnée. Il correspond à un rapport entre ce qui est produit dans un agrosystème et ce qui est apporté.

Le rendement d'une culture est le rapport entre la quantité récoltée et le facteur de production (terre, semence, travail, eau, ...) jugé pertinent dans la situation agricole considérée.

C'est un moyen de juger l'efficacité de cette culture, par comparaison avec les rendements obtenus dans d'autres milieux ou avec d'autres techniques ou variétés. Il est souvent exprimé en kilogramme par hectare pour les grains ou en tonne par hectare. A partir du moment où il y a plusieurs productions, prenons l'exemple du maïs, il n'y a pas d'unité commune (on n'ajoute pas des kg de grain à des kg de paille) qui permette de juger le rendement le plus élevé (Morlon *et al*., 1992). Donc le rendement s'explique en fonction de la nature du produit.

II.1.4. La productivité

De façon générale, la productivité est définie comme le rapport, en volume, entre la production d'un bien ou d'un service et les ressources mises en œuvre pour l'obtenir (CES, 2017). Le petit Robert (1981), Destais, et al (2000) cité par Kayembe (2016) montrent que de toutes ces définitions, nous retenons que la productivité se définit comme le rapport entre ce qui est produit et les unités d'intrants qui ont été utilisés pour y parvenir.

En économie, la productivité entend mesurer le degré de contribution d'un ou plusieurs facteurs de production (facteurs matériels consommés ou facteurs immatériels mis en œuvre) à la variation du résultat final dégagé par un processus de transformation. La productivité est en lien avec les notions de rendement, d'efficacité et d'efficience.

La productivité a un rôle clé dans la compréhension de la façon dont les actions humaines (à l'échelon micro ou macro) contribuent au progrès, au développement et à la croissance économique. Historiquement, les gains de productivité les plus forts ont coïncidé avec les périodes de très fortes croissances économiques.

II.1.5.Variété améliorée

Ce terme désigne toute variété ayant subi un processus d'amélioration dans un centre de recherche agréé dans le but d'obtenir une variété possédant au moins une caractéristique nouvelle ou meilleure par rapport aux variétés déjà existantes (Sanou, 2014) cité par Mendy (2019). C'est une variété qui a été expérimentée dans les conditions fixées par décret et cette expérimentation a montré que la variété est adaptée aux conditions pédo climatiques d'une région, qu'elle est supérieure aux variétés les plus cultivées et qu'elle est distincte, homogène et stable.

II.1.6. L'adoption d'une technologie

L'adoption d'une technologie agricole est son degré d'utilisation dans l'équilibre de long terme, quand le producteur a toutes les informations sur celle-ci et ses caractéristiques (Feder et *al.*, 1985). C'est une mesure quantitative du degré d'utilisation de la technologie qui fait référence à une variable continue. Néanmoins, l'adoption peut aussi être mesurée de manière dichotomique, c'est-à-dire, utilisation ou non utilisation de la technologie.

L'adoption des nouvelles technologies en agriculture permettent d'identifier quelques éléments théoriques de base. On peut ainsi citer le degré d'aversion pour le risque (Kebede et al. 1990; Foster et Rosenzweig, 2010), la présence ou non des marchés d'assurance, la participation aux activités non agricoles (Kebede et al. 1990; Hailu et al. 2014), la distance domicile-exploitation ou domicile-marché (Hailu et *al*., 2014), le contact avec les agents de vulgarisation (Mwangi et Kariuki, 2015).

II.1.7. Théorie du changement

Ces approches consistent à élaborer une théorie du changement pour l'intervention indiquant le fonctionnement prévu de l'intervention et exposant les hypothèses qui sous-tendent la théorie. Souvent, elles portent sur les questions d'évaluation traditionnelles visant à déterminer si l'intervention a fonctionné et, le cas échéant, dans quelle mesure « L'intervention a-t-elle eu un effet sur les résultats désirés? ». La théorie du changement est considéré comme un modèle logique qui a été décrit et expliqué, en particulier dans l'optique des liens de causalité entre les extrants et les divers niveaux des résultats (Weiss ,1997 ; Rogers, 2007 et Rogers, 2011).

Elle se rapporte à la planification des programmes et la détermination de la vision à long terme, réfléchissement à la manière de la mise en œuvre pour atteindre les résultats, détermination des activités les plus efficaces afin de provoquer le changement de comportement (Blamey, & Mackenzie, 2007).

Elle explique comment une intervention donnée ou un ensemble d'interventions sont censés conduire à un changement précis sur le plan du développement, grâce à une analyse des liens de cause à effet fondée sur les éléments de preuve existants (UNDG, 2014).

Le modèle de la théorie du changement nous aide à visualiser les conditions nécessaires pour atteindre les objectifs et les résultats souhaités d'une organisation.

Il est excellent pour aider les équipes à trouver des solutions à des problèmes sociaux complexes, car il montre comment chaque groupe d'individus contribue réellement à la réalisation de résultats durables.

II.1.8. Théorie de l'utilité de McFadden : fondement économique de l'adoption

La théorie économique prédit que, face à une difficulté de choix, l'agent économique rationnel accepte pour l'option qui optimise son utilité (McFadden ,1975 & Gourieroux, 1989). Qualité d'un bien ou d'un service qui le rend apte à assurer une certaine fonction et de ce fait le rend désirable pour ses acquéreurs potentiels (Tézenas, 1972). L'utilité économique, loin d'être une propriété physique d'un bien, est le reflet de l'importance qu'un sujet attaché à ce bien dont il estime que son bien-être subjectif dépend. Selon Mosnier (2009), l'utilité est une mesure du bien-être ou de la satisfaction obtenue par l'obtention d'un bien, d'un service ou d'argent. Bien qu'elle soit généralement économique, cette rationalité peut être écologique ou socioculturelle (Rasmussen et Reenberg, 2012).

II.1.9. Théorie sur les outils d'analyse de l'effet de l'adoption de nouvelles technologies

Dans la littérature de l'évaluation d'impact, plusieurs méthodes sont proposées (White et Raitser, 2017). Ces principales méthodes d'évaluation d'impact utilisées dans la littérature sont classées en deux groupes : les méthodes expérimentales randomisées et les méthodes non-expérimentales ou quasi expérimentales. Les méthodes non-expérimentales ou quasi-expérimentales ont été introduites dans les conditions où l'assignation aléatoire au traitement est difficile, voire impossible à faire. Les méthodes les plus utilisées sont celles basées sur les caractéristiques observables, elles sont composées par : la méthode de la double différence, la méthode de la régression discontinue et méthode d'appariement ou Matching. La méthode d'appariement ou Matching sera beaucoup plus développée dans cette partie.

II.1.9.1. Méthode d'appariement ou Matching

Initialement introduit par Rosenbaum et Rubin (1983), le score de propension désigne la probabilité d'être exposé à un traitement, selon un ensemble de caractéristiques observables. Cette méthode est largement utilisée dans les recherches quasi-expérimentales en économie.

Le score de propension sert à juger la comparabilité des groupes dans les études quasi expérimentales. Il représente une option intéressante lorsque la randomisation n'est pas possible, mais, aussi et surtout, parce qu'elles tendent à être davantage représentatives de ce qui se passe dans le monde réel.

Avec un devis quasi expérimental, les individus présentent vraisemblablement des différences au stade initial de l'intervention (Grimes et Schultz, 2002; Steiner, Cook, Shadish, & Clark, 2010).

Le score de propension permet d'abord de détecter l'existence de différences préexistantes à la mise en œuvre de l'intervention. En cas de différences, il permet ensuite de corriger le biais de sélection et de déterminer les effets nets d'un traitement (Winship & Mare, 1992).

II.1.9.2. La problématique de choix du contrefactuel

L'évaluation d'impact est destinée à identifier ou modéliser les résultats obtenus suite à une intervention, une politique ou un programme et si ces effets sont attribuables à l'intervention du projet (Baker, 2002). Pour l'évaluation, Rubin (1974) indique qu'il faut mesurer l'effet d'un traitement sur les résultats d'intérêt pour des individus donnés.

Le modèle causal de Rubin (1974) est considéré comme le modèle pionnier de l'approche de l'évaluation d'impact moderne. Il est défini comme la différence entre ce que serait le résultat d'un traitement pour un individu s'il était exposé au traitement et ce que serait son résultat s'il n'était pas exposé au traitement. Cependant, il est impossible d'observer en même temps son résultat s'il est exposé au traitement et son résultat s'il n'est pas exposé au traitement (Rubin, 1974 ; Rubin, 1977 ; Hollande, 1986 ; Heckman et Vytlacil, 2007a, 2007 b). Pour surmonter ce problème, ces auteurs sont parvenus à démontrer qu'on peut observer l'effet moyen causal du traitement dans la population. En outre, les populations observées peuvent différer de par leurs caractéristiques individuelles observables et inobservées même en l'absence de traitement ce qui cause un biais de sélection.

II.1.9.3. L'évaluation de la qualité d'appariement

Il est nécessaire d'évaluer la qualité du score de propension pour bien estimé. Le score de propension est un bon outil d'équilibrage, il permet d'équilibrer la distribution des variables choisies dans les deux groupes (groupe de témoins et de contrôle). Pour chacune des variables intégrées dans la construction du score, comparer leur distribution par strate de scores de

propension est indispensable. Rosenbaum et Rubin, et *al.* (1983, 1984 ,1997) proposaient de faire la stratification sur scores de propension. Pour un score de propension de qualité, les différences significatives entre les groupes traités et témoins à la période initiale ne devraient plus subsister, et ce, pour chacune des variables utilisées dans la construction du score.

Le support commun

Le support commun est la zone de superposition des deux groupes sur l'ensemble des valeurs du score de propension (Heckman, Lalonde, et Smith, 1999). Le support commun du score de propension permet de s'assurer qu'il est possible, pour chaque individu du groupe traité, de trouver au moins un participant du groupe témoin ayant les mêmes caractéristiques initiales (Bryson et al. 2002). L'utilisation du score de propension n'est adéquate que pour les individus situés dans cette zone. Il est possible de déterminer graphiquement la zone de support commun par une analyse visuelle de la distribution du score de propension des deux groupes (Lechner, 2002).

L'absence de support commun entraînerait un facteur de confusion structurelle (Rosenbaum et Rubin ,1983) et interdisait toute conclusion quant à l'effet causal d'un traitement. Pour prévenir ce problème, le score de propension ne doit être utilisé que dans la zone de support commun, c'est-à-dire la zone commune de la distribution des scores de propension des groupes traité et témoin.

II.1.9.4. La méthode de l'Appariement des scores de propension (PSM)

La méthode d'appariement des scores de propension peut être définie comme la probabilité de recevoir un traitement en fonction des caractéristiques préalables au traitement.

Selon Rubin (2001), l'appariement des scores de propension (PSM) consiste à apparier les unités de traitement et de contrôle ayant des valeurs similaires sur le score de propension, et éventuellement d'autres covariables, et à écarter toutes les unités non apparentées. En effet,

Rosenbaum et Rubin (1983) ont introduit le concept d'appariement du score de propension pour la première fois dans son article intitulé" *The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects* ".

Heckman (1997) a également contribué dans le développement des méthodes d'appariement par score de propension. Il s'est concentré sur le biais de sélection, en mettant l'accent sur la réalisation d'inférences occasionnelles lorsque l'affectation n'est pas aléatoire.

En effet, l'objectif de l'appariement est de construire un groupe témoin comparable au groupe traité afin de permettre une estimation non biaisée de l'effet du traitement sur les individus traités, en contrôlant le biais de sélection (Gayat et Porcher, 2011 & Abadie et Imbens, 2005).

Différents estimateurs d'appariement par score de propension :

Pour mettre en œuvre l'appariement du score de propension, il existe différents estimateurs d'appariement : Appariement stratifié (stratification), appariement par rayon (Radius Matching), Correspondance avec le plus proche voisin, Correspondance par Noyon, Appariement par étrier (Caliper).

Appariement avec le plus proche voisin : Chaque bénéficiaire du programme est apparié à l'unité non bénéficiaire ayant le score de propension le plus proche. Les non bénéficiaires pour lesquels il n'existe pas de bénéficiaires ayant un score suffisamment similaire sont éliminés de l'échantillon ; en effet, la différence absolue entre les scores de propension estimés pour les groupes de contrôle et de traitement est minimisée.

Les sujets de contrôle et de traitement sont ordonnés de manière aléatoire. Ensuite, le premier sujet traité est sélectionné avec un sujet de contrôle dont le score de propension est le plus proche en valeur de celui-ci.

II.1.9.5. Forces et faiblesses de l'appariement par score de propension

L'appariement par score de propension est une méthode quasi expérimentale qui élimine les biais des groupes traités et non traités, qui présentent des caractéristiques similaires ou identiques lors de l'analyse. Le score de propension est une méthode innovante permettant de mieux évaluer les effets causaux d'une intervention. Il est souvent utilisé dans les recherches expérimentales et quasi expérimentales.

Il permet de faire l'équilibrage des deux groupes (témoins et traitement) sur la base de leurs covariables observables. L'appariement ne nécessite pas des hypothèses de forme fonctionnelle pour l'équation de résultat (c'est-à-dire qu'il est non paramétrique). L'appariement par score de propension offre les meilleurs résultats en ce qui a trait à la réduction du biais, selon les recherches récentes (Baser, 2006).

La méthode du score de propension n'est pas exempte de limites. En effet, la méthode est sensible au choix des variables intégrées dans l'estimation du score de propension. Le score de propension se concentre sur la sélection par des caractéristiques observables.

Il peut introduire des biais dans les résultats des caractéristiques inobservables, comme les préférences ou les motivations des individus. Enfin, pour que les inférences causales réalisées soient robustes, le support commun doit être important. En effet, la méthode n'a pas d'intérêt si tous les individus ayant un score de propension élevé sont dans le groupe traité et si les individus ayant un score de propension bas sont dans le groupe témoin.

II.2. Littérature empirique

Cette partie passe en revue quelques études similaires sur les déterminants et les impacts de l'adoption des nouvelles technologies. Elle représente les résultats des études des différents auteurs menées sur ce genre de thématique. Certains auteurs ont mené des études et ont trouvé des résultats en utilisant des modèles économétriques. Selon le résultat de Tekalegn (2022) en utilisant la régression logistique, il montre que la taille de la famille, l'élevage, l'accès aux engrais, l'affectation des terres à la production de pommes de terre, le contact avec les agents de vulgarisation, les expériences agricoles ont eu une influence positive sur la décision des agriculteurs d'adopter des variétés améliorées de pommes de terre, tandis que l'âge du chef de ménage et la distance du marché ont été influencés négativement. Les scores de propension correspondant au résultat ont également montré que l'adoption de variétés améliorées de pommes de terre avait un effet positif et significatif sur la résilience des ménages face à l'insécurité alimentaire. Selon Akpo (2020) dans son étude effectué au Bénin, les résultats montrent que la formation, l'âge, la quantité d'engrais, l'activité principale et maïs comme culture principale sont les facteurs qui déterminent l'adoption de variétés améliorées de maïs par les agriculteurs. En effet, la quantité de semences améliorées, l'expérience et le sexe ont une influence positive et significative sur l'adoption. Cependant, les variables telles que la quantité de la main d'œuvre familiale, la quantité d'engrais et les services de vulgarisation influencent négativement l'adoption de cette variété de maïs améliorée. Il est en outre établi que l'adoption des variétés de semences améliorées présente des effets nettement positifs comparativement à l'utilisation des semences locales et le gain de productivité lié à l'adoption de variétés de maïs améliorées est estimé à 92.14169 kg par hectare.

Les auteurs (Tesfaye et al., 2018) ont utilisé et comparé différents algorithmes d'appariement pour garantir la robustesse des estimations de l'impact et conclut que l'adoption des technologies améliorées pour le blé a permis aux ménages agricoles qui l'ont adopté intégralement de bénéficier d'une productivité relativement plus élevée et significativement positive.

Institut National Polytechnique Houphouët Boigny (INPHB, 2013), révèle que le contact avec les services de vulgarisation, la location des terres, l'orientation marchande de la production augmentent de manière significative la probabilité d'adopter le paquet technique proposé par la recherche agronomique.

Une certaine inadaptation de manière plus significative du paquet technique qui est construit autour des exigences d'utilisation de ces semences est expliquée par le faible taux d'adoption ; aux besoins des agriculteurs et reconnaît en question la notion de paquet technique standard.

De plus, le faible taux d'adoption de nouvelles technologies pour la culture du maïs entraîne l'insécurité alimentaire du fait qu'elle est la principale culture dans la zone d'étude pour l'autoconsommation. D 'autres auteurs révèlent que les variétés améliorées sont adoptées à un taux de 35,28 % et que cette adoption est déterminée par les facteurs comme la taille du ménage, l'âge, le niveau d'éducation, la perception sur le risque de production, l'accès à la vulgarisation agricole et les caractéristiques des semences comme la disponibilité, l'adaptabilité, la précocité et la productivité (Issoufou et al., 2017). Ils montrent aussi que les adoptants différent des non adoptants en terme des caractéristiques comme le sexe, le niveau d'instruction, l'accès à la vulgarisation, l'appartenance à une organisation des producteurs et les superficies. Et qu'il y'a une augmentation significative de la production du mil chez les adoptants potentiels que les non adoptants. Le Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricoles (CORAF, 2018), montre que le taux d'adoption d'au moins une variété de maïs améliorée est de 93 % et 78 % respectivement pour le Bénin et la Côte d'Ivoire ; et de 79 % pour le Burkina Faso et de 95 % pour le Mali. De plus, les résultats ont montré en général, que l'adoption des variétés améliorées de maïs a participé à l'amélioration du bien-être des producteurs de maïs. Par conséquent, elle a permis d'augmenter le profit des producteurs et induit l'accroissement des dépenses totales des ménages dans ces pays ci-haut cité.

Melkamu T., (2022) a utilisé les méthodes de statique descriptive et d'appariement des scores de propension. Son étude a révélé que l'âge, le niveau d'éducation du chef de ménage, la taille des terres, l'accès aux services de crédit, et la fréquence des contacts avec les services de vulgarisation sont des facteurs qui influencent significativement l'adoption de variétés de blé améliorées résistant à la rouille. L'étude a montré également que l'adoption de variétés de blé améliorées résistantes à la rouille avait un impact positif sur la productivité moyenne du blé et le revenu des ménages. Cela indique que l'adoption de la technologie a une contribution positive au bien-être des ménages.

II.3. Importance du maïs au Burundi

Le maïs fait partie des céréales les plus cultivées et consommées au Burundi. De 2016 à 2019, la production de grains de maïs a doublé. Elle est passée de 127 829 tonnes à 270 813 tonnes (Banyankiye, 2021). De même, la demande en grains de maïs a doublé, ce qui signifie que la consommation du maïs est élevée au Burundi.

De plus, il joue un rôle essentiel dans la sécurité alimentaire du pays d’autant plus qu’il est riche en nutriments. La grande majorité de la production domestique est autoconsommée par les producteurs et leurs familles. Il est consommé de différentes manières, sous forme de maïs grain, de farine, etc. Une partie de la consommation est également destinée à l’alimentation du bétail. Il est aussi la principale source de revenu pour les maïsiculteurs et contribue beaucoup à la sécurité alimentaire. La moyenne nationale des rendements en cultures pures au cours de la saison B a été estimée à 752 kg / ha pour le maïs (Enquête Nationale Agricole du Burundi, ENAB, 2012).

II.4. Type de maïs au Burundi

Le maïs est l’une des céréales la plus importante tant au point de vue production totale annuelle que superficie emblavée. Il est pratiquement cultivé dans toutes les régions du Burundi. Au Burundi, il y a plusieurs types de variétés de maïs. Certains existaient depuis longtemps et d’autres sont introduits récemment pour améliorer le rendement agricole du fait qu’ils sont résilients au changement climatique et résistant aux maladies. Le tableau 1 montre les types de variétés du maïs homologués au Burundi, leurs caractéristiques et leurs zones agro écologiques spécifiques.

Tableau 1 : Variétés de maïs récemment homologuées au Burundi et la sensibilité

Paramètres	Variété							
	ECAVL1	MM3	LONGE 4	ZM605	ZM 621	ELITE 89	ISEGA	MUGAM BA
Zone de culture	BA	BA	MA	MA	MA	MA	MA &HA	HA
Cycle végétatif (jours)	113	108	143	144	147	150	153	161
Sensibilité à la maladie des bandes	Tolérante	Sensible	Sensible	Tolérante	Tolérante	Sensible	Sensible	Sensible
Sensibilité aux chenilles foreuses	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible
Rendement optimal * (T/ha)	4-5	3-4	3-4	3,5-4,5	3-4	3-4	2-3	2-3

BA : Basse Altitude (800-1200 m), MA : Moyenne Altitude (1200-1800 m), HA : Haute Altitude (1800 m et plus)

Source : Fiche technique de la culture du maïs composite, (ISABU, 2021)

II.4.1. Maïs hybride

Un hybride est le résultat du croisement de deux individus d'une même espèce ou d'espèces apparentées. Il est caractérisé par des rendements de loin supérieurs à ceux des composites. Il diffère largement d'un Organisme Génétiquement Modifié (OGM). Ce dernier résulte d'un apport d'un gène étranger qu'on introduit dans une espèce. On distingue trois types d'hybrides qui sont des Hybride simple, Hybride double et Hybride trois voies.

Le tableau 2 nous montre les variétés du maïs hybrides homologués au Burundi suivant leurs zones agro écologiques:

Tableau 2 : Variétés de la culture du maïs hybride homologuée au Burundi

Basse altitude	**Moyenne altitude**	**Haute altitude**
PAN 53 (7-8T/ha)	PAN 53 (7-9T/ha) ; PAN 67 (7- 8T/ha)	PAN 691 (9-10 T/ha)
PAN 63 (6-7T/ha)	PAN7M-89 (8-10T/ha) ; LONGE 10H (8-9T/ha)	WANAK (8-9T/ha)
PAN 67 (6-7T/ha)	PAN 63 (7-8T/ha); LONGE 7H (6-8T/ha)	PAN7M-89 (7-8T/ha)

Source : Fiche technique harmonisé de l'ISABU, 2016

Conclusion du deuxième chapitre

Ce chapitre a mis en évidence le cadre théorique sur l’adoption de nouvelles technologies. Il a permis aussi de montrer les différentes théories sur l’adoption de nouvelles technologies et de leur diffusion et sur l’évaluation d’effet. Nous avons aussi essayé de mettre en évidence certaines importances du maïs au Burundi et les différentes variétés homologuées. La méthode PSM a été plus expliquée dans ce chapitre, les étapes pour estimation, ainsi que ses forces et faiblesses. Des études empiriques sur les facteurs déterminants l’adoption de technologies agricoles et son effet d’adoption ont été présentées dans ce chapitre.

CHAPITRE III. METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Le présent chapitre est consacré à la méthodologie employée pour répondre à la question de recherche et aux objectifs fixés. Dans ce chapitre, nous faisons la description de la zone d'étude et la méthodologique que nous avons utilisée, dans le cadre d'analyse et le choix de l'échantillon, la conduite de la collecte des données et la méthode utilisée pour analyser les données collectées.

III.1. Choix et description de la zone d'étude

La commune Mbuye est l'une des communes de la province de Muramvya comme la figure 1 le montre, elle est située au Nord-Est de cette province. Elle est délimitée au nord par la commune Rango de la province Kayanza, à l'Est par la commune Mutaho de la province Gitega, au sud par la commune Rutegama et Kiganda, au Sud-Est par la commune Bugendana de la province Gitega et à l'ouest par la commune de Muramvya, et au Nord-Ouest par la commune Bukeye. Elle est subdivisée en 26 collines réparties dans 3 zones (Mbuye, Buhangura et Gasura). Avec une altitude moyenne de 1852 m, elle présente un relief de Montagne peu uniforme et à forte pente. Il y a beaucoup de précipitations en moyenne de 922 mm de pluie chaque année. La température moyenne annuelle est de 22°C. Il fait sec pendant 96 jours par an en moyenne avec un taux d'humidité estimé à 75%.

Elle a une superficie estimée à **123,4 km^2** soit 18% de la province (695,52 km^2) et 2% du pays. Elle est densément peuplée avec une densité de 420,7 habitants par kilomètre carré (PCDC, 2009).

Dans le secteur agricole, 96% de la population vit de l'agriculture et de l'élevage avec des systèmes de production peu adaptés. Les emplois non agricoles (publics, parapublics et privés) occupent moins de 5% des personnes actives. La figure 1 montre l'emplacement de la zone d'étude dans la province de Muramvya et les régions environnantes.

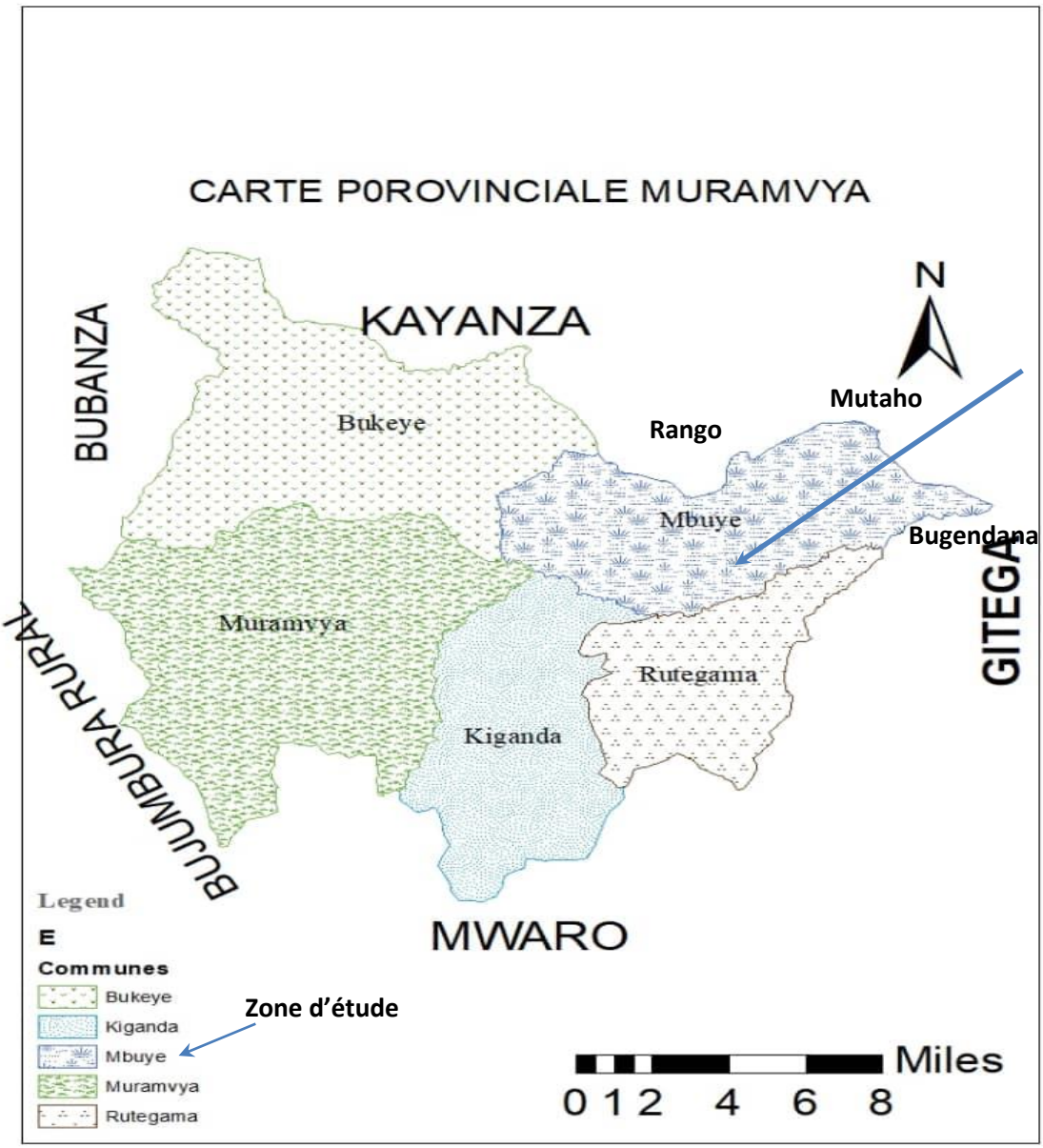


Figure 1 : Carte de Mbuye de la Province de Muramvya

Source : soin de l'auteur, 2023

III.2. Justification du choix de la zone d'étude

Le choix de la commune Mbuye comme zone de notre étude repose sur plusieurs raisons. Premièrement, elle est située dans la région naturelle de Kirimiro où l'agriculture est la principale activité génératrice de revenu pour la majorité et le maïs est l'un des céréales les plus cultivés dans cette zone. Il est considéré comme un aliment de base. De plus, la variété du maïs hybride a été vulgarisée dans cette zone par des ONGs comme Tubura.

Par conséquent, évaluer l'effet de l'adoption des technologies agricoles dans le secteur du maïs en se basant sur la variété de maïs hybride, faire de recherches dans le secteur maïsicole dans cette localité est utile pour la recherche, les décideurs dans le secteur agricole et pour les agriculteurs qui la pratiquent.

III.3. Procédure d'échantillonnage

L'échantillonnage a consisté à la détermination de la taille de l'échantillon où se borne l'étude. Par ailleurs, la base de sondage a été présentée pour préciser la localisation spécifique du lieu d'étude. Nous avons également montré la méthode de tirage de l'échantillon de notre étude.

III.3.1. Détermination de la taille de l'échantillon

La taille totale de l'échantillon des ménages a été déterminée à l'aide d'une formule élaborée par Louis M. Rea, Richard et Parker, A. (1997). Elle est donc calculée selon la formule suivante :

$$n = \frac{tp^2 * p(1-p) * N}{tp^2 * (1-p) + (N-1) * Y^2} \quad (1)$$

n: Taille de l'échantillon

N : taille de la population totale $est\ de$ 14 999 ménages.

p : probabilité qui donne la valeur maximale ici 0,5

t p : intervalle de confiance à 95% qui correspond à 1,96

Y : marge d'erreur de 5%

Dans le contexte de cette enquête, le taux d'adoption de la variété améliorée n'est pas connu dans la zone ciblée. Dans ces situations, la solution est que la valeur de p soit fixée au niveau de 0,5 valeur qui maximise la taille de l'échantillon. La marge d'erreur Y évalue le degré d'incertitude associé aux estimations d'un échantillon. Dans notre enquête, Y est fixé à 0,05 ou 5%. Il y a les valeurs de tp qui sont associées à l'intervalle de confiance reprise dans ce tableau ci-après :

Tableau 3 : Intervalles de confiance

Intervalle de confiance	Valeur prise
90%	1,65
95%	1,96
99%	2,69

Source : Rea L.M. et al., 1997

Ainsi la taille de la population à échantillonner s'équivaut à :

$$n = \frac{1{,}96^2 * 0{,}5(1-0{,}5) * 14999}{1{,}96^2 * (1-0{,}5) + (14999-1) * 0{,}05^2} = \frac{14405{,}0396}{39{,}4158} = 365$$

III.3.2. Outils et méthodes de collecte des données

Pour bien mener cette étude, nous avons eu recours à la collecte des données à savoir les données quantitatives et qualitatives. La collecte de ces données est faite en fonction des objectifs spécifiques de cette étude.

III.3.2.1. Méthode de collecte des données

La collecte des données quantitatives et qualitatives a été faite par une enquête auprès des ménages agricoles, à l'aide d'un questionnaire et du logiciel Kobo Collect. Les données ont été collectées auprès des agriculteurs de la commune de Mbuye de la province de Muramvya. Les informations générales les caractéristiques socio-économiques des ménages qui déterminent l'adoption de la variété du maïs hybride, et les effets de l'adoption de cette variété dans la zone d'étude. Pour une compréhension approfondie de notre étude, différentes sources ont été consultées. Il s'agit des ouvrages généraux, des mémoires et articles publiés sur l'internet, de différents rapports et documents des institutions et organisations dont l'ISABU, l'ISTEEBU, la FAO et autres articles visités à l'internet.

III.3.2.1.1. Pré-enquêtes

Dans le but de valider le questionnaire tant sur sa pertinence que sur sa faisabilité, une pré-enquête a été réalisée le 03 Avril 2023 dans la zone de Mbuye précisément dans deux collines environnantes : Mbuye et Mugerera ou j'ai enquêté six (6) maïsiculteurs. A la fin de la pré-enquête les questions redondantes ont été extraites en intégrant d'autres questions et modalités jugées importantes.

III.3.2.1.2. Enquêtes

La période de collecte avait pour but de recueillir des données nécessaires pour nos analyses à partir des enquêtes quantitatives. Un questionnaire élaboré au préalable a servi à la réalisation de cette collecte. Ainsi, la collecte des données s'est déroulée dans la zone d'étude du 04 Avril au 05 Mai 2023. En collectant les données, Kobo-collecte a été utilisé pour faciliter la tâche. L'enquête a consisté à se rendre sur terrain et dans les villages en vue de collecter les données primaires à partir d'un questionnaire prévu à cet effet. Les données sont collectées d'un échantillonnage aléatoire simple des ménages adoptants et non adoptants. Un échantillon de 365 maïsiculteurs ont été enquêtés dans la zone d'étude. En général, la mission de collecte s'est bien déroulée efficacement, le nombre prévu des enquêtés par notre projet de recherche a été collecté.

III.4. Méthodes d'analyse des données

Après la collecte des données, l'analyse de ces dernières a été effectuée après le dépouillement. Les données primaires sont collectées auprès des agriculteurs du maïs avec la technique d'échantillonnage aléatoire simple en considérant deux groupes de cultivateurs : le groupe de traitement et le groupe témoin, c'est-à-dire les adoptants du maïs hybride et les non adoptants.

Pour analyser l'effet de l'adoption des nouvelles technologies de culture du maïs, nous avons utilisé la méthode d'appariement des scores de propension ou *Propensity Score Matching* (*PSM*). La technique PSM est une procédure en deux étapes : premièrement, un modèle de probabilité (logit ou probit) pour mesurer l'intensité d'adoption et deuxièmement l'effet moyen du traitement sur la catégorie traitée *(ATT*) sont utilisés pour calculer la différence moyenne des résultats de la catégorie des adoptants et des non-adoptants.

III.4.1. Modélisation des déterminants de l'adoption des variétés du maïs hybride

On suppose que le maïsiculteur soit confronté à deux alternatives, il décide d'utiliser ou de ne pas utiliser les nouvelles technologies de culture du maïs. Ngondjeb, et al. (2013) cité dans (Békanty, 2019) révèlent que les agriculteurs se basent sur la maximisation de leur utilité pour prendre la décision d'utiliser des nouvelles technologies.

Cela peut se traduire par une fonction d'utilité puisque les choix sont supposés rationnels. L'individu choisit l'alternative qui maximise son utilité. Ainsi le producteur examine les conditions et opère le choix qui lui semble plus avantageux.

Soit j = 1 la nouvelle variété du maïs hybride et j = 2 autre variétés locales du maïs,

$U(M_{ji}, A_{ji})$, la fonction d'utilité du $i^{ème}$ maïsiculteur. Ceci implique que l'utilité dérivable de nouvelle technologie dépend de M qui est le vecteur des caractéristiques sociodémographiques, structurelles et institutionnelles de l'utilisateur et A le vecteur des caractéristiques associées à la technologie (maïs hybride). Bien que la fonction d'utilité ne soit pas observable, la relation entre l'utilité dérivée de la $j^{ème}$ technologie est supposée être une fonction de vecteur observable des caractéristiques spécifiques du maïsiculteur, de l'exploitation et des technologies et le terme aléatoire qui a une moyenne de zéro.

Soit l'équation : $U_{ji} = x_j F_j(M_i, A_i) + \varepsilon_{ji}$; j = 1, 2 et i = 1, 2 … n (2)

On suppose que la décision d'utiliser ou non une variété du maïs hybride, noté (variable latente) est seulement connu du producteur, ce qui permet de déterminer la probabilité que le producteur l'utilise ou non. La décision d'utilisation de l'innovation peut être représentée par une variable binaire observée et définie de la manière suivante :

$y = \{1\ si\ y* > 0\ 0\ si\ y* \leq 0$ (3)

Avec $y* = 1$ si le producteur utilise la nouvelle technologie ici le maïs hybride

La variable latente peut s'écrire sous la forme de combinaison linéaire des variables qui influencent la décision d'utilisation chez le producteur.

On a donc : $y* = x_i\beta + \varepsilon_i$ (4)

X_i représente les caractéristiques sociodémographiques, structurelles et institutionnelles supposées influencer la décision du producteur d'utiliser une innovation technologique, β est

un vecteur de paramètres à estimer et ε_i est le terme d'erreur qui représente l'effet des variables inobservées.

Le modèle Logit qui est une régression portant sur la probabilité qu'un événement se réalise a été utilisé en raison de sa simplicité. En effet, la probabilité affectée est $y = 1$. Cette probabilité est de la forme $P = P(Y = 1)$, sachant que P est compris dans l'intervalle [0; 1]. La fonction de répartition F (.) correspond à la fonction logistique.

$\forall$ w $\in$ R: $$F(w) = \frac{e^w}{1+e^w} = \frac{1}{1+e^{-\omega}} \quad (5)$$

Ce modèle définit la probabilité associée à l'événement $y_i = 1$, comme la valeur de la fonction de répartition de la loi logistique considérée au point xiβ: Avec:

$$Pi = \Delta(x_i\beta) = \frac{1}{1+e^{-(\beta o+\beta izi)}} \ \forall i = 1 \dots .N \quad (6)$$ Avec :

où P(x) est la probabilité d'adoption et prends les valeurs entre 0 et 1; Zi est la fonction des variables explicatives.

L'équation de l'adoption est exprimée dans l'équation (6) ; dès lors l'équation de la non-adoption devient :

$$1\text{-Px}=1 - \frac{1}{1+e^{-z_i}} = \frac{1+e^{-z_i}-1}{1+e^{-z_i}} = \frac{e^{-z_i}}{1+e^{-z_i}} = \frac{1}{1+e^{zi}} \quad \text{(6.1)}$$

Ainsi, pour l'équation de la régression, le modèle devient:

$$Z_i = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \dots + \beta_nX_n + \varepsilon i, \quad \text{(6.2)}$$

où :

Z_i : variable dépendante (Adoption), X_1 à X_n: variables indépendantes, β_0 à β_n : paramètres à estimer et εi : terme d'erreur.

À partir du modèle logit estimé, l'effet marginal de chaque variable explicative sur l'adoption peut être calculé comme suit :

$$\frac{\partial p_i}{\partial x_i} = p_i(1 - p_i)\beta_i \quad \text{(6.3)}$$

L'effet marginal signifie que la probabilité augmente ou diminue avec l'accroissement d'une unité de la variable indépendante correspondante.

Ainsi, la probabilité diminue si l'effet marginal est positif avec l'accroissement d'une unité de la variable indépendante correspondante et diminue si l'effet marginal est négatif (Neupane et *al.*, 2002)

III.4.2. Spécification du modèle :

Ainsi, le modèle spécifique de l'adoption de la variété du maïs hybride devient :

$$ADOPTION_i = \beta_0 + \beta_1 SEXE_i + \beta_2 AGE_i + \beta_3 ACCVULG_i + \beta_4 SUPR_i + \beta_5 ACCREDIT_i + \beta_6 NIVINSTR_i + \beta_7 DESTMAÏS_i + \beta_8 EXPER_i + \beta_9 ACTNAGRI_i + \beta_{10} APPOP_i + \beta_{11} TAMENAG_i + \beta_{12} ACFONC_i + \beta_{13} ACCMAR_i + \varepsilon_i \quad (7)$$

Avec:

Où β_0 est la constante ; β_i les coefficients à estimer et ε_i le terme d'erreur.

$SEXE_i$: est le sexe du chef du ménage; AGE_i: est l'âge du chef du ménage ;

$ACCVULG_i$: est le contact avec le service de vulgarisation; $SUPR_i$: est la Superficie totale emblavée par le maïs ; $NIVINSTR_i$: est le niveau d'instruction(éducation), $EXPER_i$: Expérience du chef du ménage en maïsiculture ; $ACCREDIT_i$: est l'accès au crédit ; $TAMENAG_i$: est la taille du ménage ; $APPOP_i$: est l'appartenance à une organisation paysanne ; $ACTNAGRI_i$: est l'activité non agricole ; $ACFONC_i$: est le mode d'accès foncier ; $DESTMAÏS_i$: est destination principale du maïs ; $ACCMAR_i$: Accès au marché.

Le logiciel Stata 15 est utilisé pour les statistiques descriptives et les régressions économétriques.

III.4.3. Description des variables du modèle

III.4.3.1. Codification

Plusieurs déterminants pouvant faire une influence sur l'adoption d'une variété améliorée du maïs ont été mentionnés dans le chapitre précédent. Toutefois, nous avons sélectionné les variables explicatives qui pourraient être pertinentes pour notre étude. La codification consiste à associer une variable quantitative au caractère qualitatif d'une variable. Pour ce faire, nous avons attribué aux variables ayant un caractère dichotomique le coefficient 1 lorsque le critère est sélectionné et 0 dans le cas contraire.

III.4.3.2. Variables dépendantes

Adoption : C'est la variable de sélection, elle représente l'adoption d'une variété de maïs hybride. Elle prend la valeur 1 lorsque le maïsiculteur utilise cette variété de maïs et la valeur 0 dans le cas contraire c'est-à-dire lorsqu'il adopte une variété de maïs locale.

III.4.3.3. Variable de résultat

Rendement : C'est une variable de résultat. Le rendement a été utilisé pour estimer l'effet des variétés de maïs. C'est le résultat qui est estimé en kilogrammes ou tonnes de maïs obtenue par hectare pour la période de l'année culturale 2022- 2023.

III.4.3.4. Variables explicatives

Ces variables expliquent les caractéristiques sociodémographiques, institutionnelles et structurelles du chef du ménage dans la zone d'étude.

III.4.3.4.1. Variables sociodémographiques

Le sexe du Maïsiculteur : C'est une variable binaire qui désigne le sexe de l'enquêté. Elle prend la valeur 1 lorsque l'enquêté est un homme et 0 si c'est une femme. Il est souvent admis que les agents de vulgarisation et de la recherche ont tendance à travailler plus avec les Hommes (kouassi, 2019). De ce fait, ces derniers seront plus exposés aux innovations. La variable SEXE est supposée donc déterminer positivement la probabilité d'adoption la variétés du maïs hybride.

Âge : L'âge est une variable continue mesurée en années, l'âge avancé peut être un indicateur d'une meilleure expérience, de plus grandes ressources et d'une autorité accrue qui peuvent influencer l'adoption de nouvelles variétés de manière positive (Sarkis et al., 2010).

Niveau d'instruction : Le niveau d'instruction peut être une variable capitale dans l'adoption des nouvelles technologies agricoles. Il accroît le sens de l'innovation, l'habileté et la facilité d'apprécier les nouvelles technologies (Falusi, 1975, Rahm et Singh, 1988). Il présente plusieurs modalités ou il est 0 si le producteur n'a aucun niveau, 1 pour le niveau primaire, 2 pour le niveau secondaire et 3 s'il a un niveau supérieur. L'effet attendu de cette variable sur l'adoption des innovations technologiques est positif.

Expérience du Maïsiculteur (Exp) : C'est une variable quantitative qui se définit comme étant le nombre d'années de pratique dans la filière maïs. Elle permet aux producteurs d'avoir une bonne connaissance dans la filière et leur permettant de prendre des décisions judicieuses en matière de choix de technologies.

Il est en fait difficile de préciser si l'âge du maïsiculteur pourrait influencer positivement ou négativement l'adoption des nouvelles technologies sur variétés améliorées de maïs.

Du fait que certaines études ont montré que les producteurs âgés accepteraient plus facilement les technologies que les jeunes (Adekambi, et *al.* , 2010 et Kouassi B.C. 2019), alors que d'autres agissent différemment (Diaby, M.2020). Donc, le signe attendu de la variable nombre d'années d'expériences du maïsiculteur ne peut être à l'avance défini. Notre étude appréciera si le signe est positif ou négatif.

Taille du ménage : c'est une variable continue qui nous renseigne sur le nombre de personnes qui composent une exploitation familiale. Plus la taille du ménage est grande, plus la probabilité d'adopter des innovations sera élevée (Mabah Tene, Havard, et *al*., 2013). Le nombre d'actifs du ménage montre le niveau de main d'œuvre mobilisable pour les activités et peut ainsi diminuer les besoins de recrutement .Ce qui fait que le signe entendu sur la taille du ménage soit positif.

III.4.3.4.2. Caractéristiques institutionnelles du chef du ménage

Appartenance à une organisation des producteurs : L'appartenance à une Organisation Paysanne pour les producteurs de maïs. C'est une variable qui indique le niveau d'échanges d'idées entre producteurs d'une même association.

C'est une variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le producteur appartient à une OP et 0 dans le cas contraire. L'appartenance à une organisation des producteurs est supposée affecter positivement l'adoption des variétés du maïs hybride. Les réseaux locaux et la coopération entre les agriculteurs ont une influence positive sur l'adoption des technologies agricoles grâce aux échanges d'informations et de partage d'expériences (Ngondjeb et *al.* , 2011).Les producteurs n'ayant pas le contact avec la vulgarisation peuvent toutefois être au contact des nouvelles variétés à partir de leurs paires de l'association.

Vulgarisation : le contact des maïsiculteurs avec les services de vulgarisation leur permettra de disposer des connaissances précises des variétés améliorées de maïs diffusées par la recherche ainsi que des innovations techniques appropriées. C'est une variable binaire qui prend la valeur 1 lorsque le maïsiculteur a de contact avec les services de vulgarisation et 0 sinon. Elle est supposée qu'elle influence positivement le choix d'adoption.

III.4.3.4.3. Caractéristiques structurelles de l'exploitant

Mode d'accès foncier : C'est une variable qui représente le titre de propriété foncière de la parcelle. Elle prend la valeur 1 si le producteur est propriétaire de sa parcelle et 0 s'il la loue. On suppose que l'accès foncier influence positivement la probabilité d'adoption (Tene, et *al*., 2013 ; Ngondjeb, et *al*., 2013).

Superficie totale emblavée (Surf-total du maïs) : Elle renseigne sur la taille des exploitations étudiées. L'hypothèse émise est que plus grande est la taille de l'exploitation plus petite sera la probabilité d'adoption. L'effet est donc négatif.

Accès au crédit : cette variable qualitative, désigne l'accès ou non du producteur à un financement ou un crédit agricole. Elle prend la valeur 1 si le producteur y a accès et 0 sinon. Selon Ndèye (2017), le crédit contracté finance les intrants de campagne d'où son caractère décisif dans l'adoption de variétés améliorées.

Accès aux marchés : C'est une variable qualitative représentant l'accès du producteur aux informations du marché. C'est une variable dichotomique qui prend la valeur 1 lorsque le producteur à accès aux marché et 0 sinon.

Elle donne plus de chances d'adopter les variétés améliorées de maïs si agriculteurs ont facilement accès aux informations du marché de leurs produits. L'effet est positif.

Destination principale du maïs : la destination principale du maïs est une variable indiquant l'orientation marchande de la production. Cette variable prend la valeur 1 si la production est destinée à la vente et 0 si c'est pour l'autoconsommation. Le signe attendu pour cette variable est que l'orientation marchande de la production maïs influence positivement l'adoption de variétés de maïs hybride (Mabah Tene, Havard, et *al*., 2013).

Activités non agricoles : C'est une variable qualitative binaire qui prend la valeur 1 si le producteur a une activité non agricole comme principale source de revenu (emploi salarié, transport, commerce, …) et la valeur 0 si l'agriculture est le principal source de revenu.

Le signe de cette variable n'est pas bien défini, la probabilité d'adoption peut être influencée positivement ou négativement.

Donc c'est à partir de cette étude que nous allons analyser si les activités non agricoles influencent positivement ou négativement l'adoption des variétés du maïs hybride.

Tableau 4: Définition des variables de l'étude et signes attendus

Groupe de variables	Variables	Annotation et codification		Signe Attendu
Variables dépendantes				
Utilisation	Adoption du maïs hybride	$ADOPTION_i$	1 si l'exploitant a utilisé la variété du maïs hybride et 0 si ne l'utilise pas	
	Rendement du maïs	Y_i	Le rapport de la production et la superficie	
Variables explicatives				
Caractéristiques sociodémographiques	Niveau d'instruction	$NIVINSTR$	Niveau d'instruction (0 = Non scolarisé, 1= niveau primaire, 2 = niveau secondaire, 3 = niveau supérieure)	+
	Sexe	$SEXE$	Féminin= 0; Masculin= 1	+
	Expérience	$EXPER$	Nombre d'année d'expérience (an)	+/-
	Âge	AGE	Nombre d'année	+
	Taille du ménage	$TAMENAG$	Effectifs des membres du ménage	+
Caractéristiques institutionnelles	Vulgarisation C	$ACCVULG$	Oui=1 ; Non= 0	+
	Appartenance OP	$APPOP$	Oui=1 ; Non= 0	+
	Mode d'accès au foncier	$ACFONC$	Propriétaire= 1 Locataire = 0	+
Caractéristiques structurelles	Superficie totale emblavée	$SUPR$	Exprimée en ha	-
	Destination principale	$DESTMAÏS$	Autoconsom= 0 Vente= 1	+
	Accès aux marchés	$ACCMAR$	Non= 0 ; Oui= 1	+
	Accès au crédit	$ACCREDIT$	Non= 0 ; Oui= 1	+
	Activité non agricole	$ACTNAGRI$	Non= 0 ; Oui= 1	+/-

Source : Soins de l'auteur, 2023

III.4.3.4.4. Cadre conceptuel de l'étude

Le cadre conceptuel de notre étude montre les facteurs influençant l'adoption et leurs interactions. Il est illustré dans la figure ci-dessous (figure n°1). L'adoption est influencée par les facteurs sociodémographiques, institutionnels et structurels.

Les facteurs sociodémographiques sont : l'âge, le sexe, la situation matrimoniale, le niveau d'éducation et la taille du ménage. Les facteurs institutionnels sont : l'accès crédit, le mode d'accès au foncier, l'accès vulgarisation, l'appartenance dans une association (organisation des producteurs). Les facteurs structurels sont constitués par l'accès au marché ; l'accès à l'encadrement et la destination du maïs.

Dans notre étude ces facteurs influencent soit positivement ou négativement l'adoption de la nouvelle variété du maïs hybride dans la zone d'étude. La figure suivante en résumé la liaison entre ces variables.

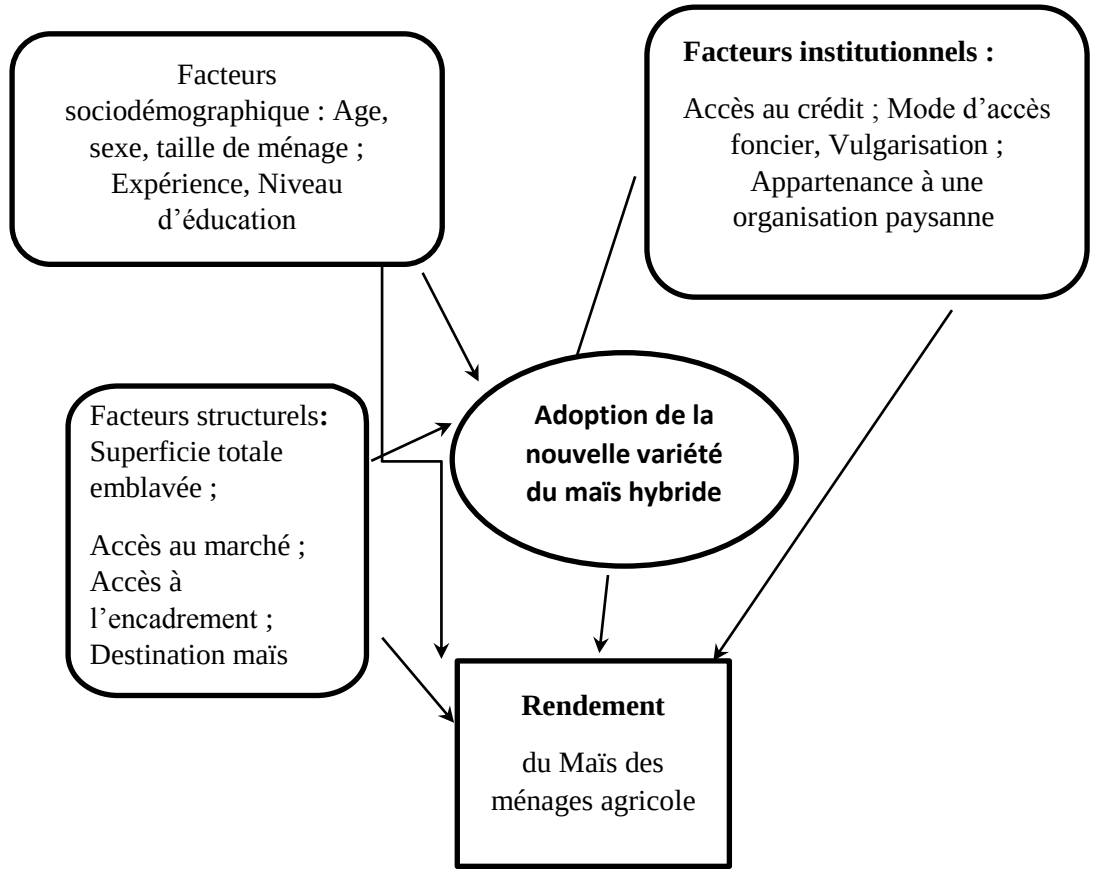


Figure 2 : Cadre conceptuel

Source: Auteur 2023

III.5. Validité du modèle d'estimation

Pour estimer la qualité des paramètres et du modèle Logit, divers tests ont été réalisés. Dans notre cas, les tests de validité utilisés sont le test de multicolinéarité avec la technique des facteurs d'inflation de la variance (*VIF*), l'aire sous la courbe de ROC (AUC), et le test d'ajustement de Hosmer-Lemeshow.

III.5.1. Test de normalité des résidus

D'abord nous commençons à tester si le modèle suit une loi normale ou logistique en passant par le test de normalité des résidus de Jarque-Bera.

Comme pour chaque test d'hypothèse, il faut poser une hypothèse nulle à valider :

- H0: les données suivent une loi normale.
- H1: les données ne suivent pas une loi normale.

La variable de Jarque-Bera s'écrit

$$JB = \frac{n-k}{6}(s^2 + \frac{(k-3)^2}{4})$$

avec:

n : le nombre d'observations

k : le nombre de variables explicatives si les données proviennent des résidus d'une régression linéaire. Sinon, *k* reste nul.

S : le coefficient d'asymétrie de l'échantillon testé.

K : la kurtosis de l'échantillon testé.

Si la probabilité est inférieure à 5%, on rejette l'hypothèse nulle de la distribution normale. Si la probabilité est supérieure à 5, on accepte l'hypothèse nulle de la distribution normale.

III.5.2. Test de multicolinéarité

Les coefficients de l'interaction des variables indiquent si l'une des deux variables associées doit être éliminée de l'analyse du modèle. En conséquence, la technique des facteurs d'inflation de la variance (*VIF*) a été utilisée pour estimer le problème de la multicolinéarité pour les variables explicatives continues.

Chaque variable continue a été sélectionnée et régressée sur les autres variables explicatives continues et une évaluation a été faite sur le coefficient de détermination (R_j^2).

Si une relation approximativement linéaire existe entre les variables explicatives, il en résulte une valeur "élevée" pour le R_j^2 dans au moins l'une des régressions de test.

Une mesure populaire de la multicolinéarité est le VIF, défini comme suit :

$$VIF\left(X_J\right) = \frac{1}{1-R_j^2} \quad \text{(8)}$$

Une augmentation de la valeur de R_j^2, qui correspond à une augmentation du degré de colinéarité, conduit effectivement à une augmentation des variances et de l'erreur standard. Une valeur *VIF* supérieure ou égale à 10 est utilisée comme un signal pour la forte colinéarité.

III.5.3. Test de la courbe de ROC (Receiver Operating Characteristics)

La courbe ROC ou AUC offre à la fois une vision graphique et une mesure pertinente de la performance d'un modèle. Cette courbe ROC est une représentation du taux de vrais positifs (fraction des positifs qui sont effectivement détectés) en fonction du taux de faux positifs (fraction des négatifs qui sont détectés incorrectement). Elle est représentée en mettant la spécificité en abscisse et la sensibilité en ordonné. La sensibilité est donnée par la fraction des positifs et l'anti spécificité par la fraction des négatifs classés positifs.

L'aire sous la courbe permet d'évaluer l'intérêt du diagnostic d'un test ; par conséquent d'un modèle (Swets, 1988 et Delacour *et al.* 2005). On distingue les tests d'apport nul (AUC = 0,5), peu informatifs (0,5 ≤ AUC < 0,7), moyennement informatifs (0,7 ≤ AUC < 0,9), très informatifs (0,9 ≤ AUC < 1) et parfaits (AUC = 1). Donc, le modèle est parfaitement distinguant, lorsque que l'AUC vaut 1.

III.5.4.Test d'ajustement du modèle : test de Hosmer-Lemeshow

Le principe du test de Hosmer-Lemeshow consiste à faire une comparaison des valeurs prédites et observées des modalités de la variable d'intérêt, et par après les regrouper en classes d'individus. Pour calculer la distance entre les fréquences observées et celles prédites, on utilise la distance de Khi-deux. Le modèle est bien calibré lorsque ladite distance est relativement petite (Wangou, 2009).

Le test repose sur les hypothèses suivantes :

H0 : le modèle est bien ajusté

H1 : le modèle n'est pas bien ajusté.

La règle de décision est :

On accepte l'hypothèse H0 si la valeur de la probabilité (Significativité) est supérieure à 5% ;

On refuse l'hypothèse dans le cas contraire.

III.6. Modélisation de l'effet d'adoption des nouvelles variétés du maïs hybride.

Il existe plusieurs approches, dont les impacts ou effets peuvent être évalués. Il s'agit notamment de la conception expérimentale ou méthodes de sélection randomisées, des quasi-expérimentales (discontinuité de régression de concordance du score de propension, doubles différences), des modèles à effet fixe et des méthodes d'estimation instrumentale des variables (Waddington *et al*., 2017 cité par Tekalegn, 2022).

Pour notre étude, nous avons utilisé la méthode d'appariement par score de propension. L'objectif est de trouver pour chaque individu traité, un ou plusieurs individus non traités auxquels ses résultats seront comparés.

III.6.1. Le modèle d'appariement par score de propension

L'objectif de notre recherche est de montrer l'effet de l'adoption de nouvelle technologie agricole à l'instar de la variété du maïs hybride sur le rendement agricole (*ATT),* en estimant la différence entre les ménages adoptants et les non adoptants. Nous appliquons l'approche d'appariement par score de propension introduit initialement par Rosenbaum et Rubin en 1983 pour estimer l'effet moyen de traitement.

Dans notre étude, la participation au traitement d'un programme de vulgarisation de la variété du maïs hybride est représentée par une variable aléatoire T pour chaque individu i, on a :

$$\{T_i = 1, représente\ les\ ménages\ qui\ adoptent\ la\ variété\ du\ maïs\ hybride\ T_i = 0, représente\ les\ ménages\ qui\ n'adoptent\ pas\ la\ variété\ du\ maïs\ hybride$$

Et Y_i^1 représente le rendement de l'exploitation i en cas de traitement et Y_i^0, le rendement de l'exploitation i en absence de traitement. Le tableau 4 présente l'échantillon suivant les différents scénarios possibles.

	Traitement = Adoption de variété du maïs hybride	
	Non ($T_i = 0$)	Oui ($T_i = 1$)
Y_i^1	$Y_i^1 \vert T_i = 0$ non observé	$Y_i^1 \vert T_i = 1$ observé
Y_i^0	$Y_i^0 \vert T_i = 0$ observé	$Y_i^0 \vert T_i = 1$ non observé

Cependant, il faut noter que $Y_i^1|T_i = 1$ et $Y_i^0|T_i = 0$ ne peuvent pas être observés pour le même ménage (individu) au même moment. De ce fait, l'estimation de l'effet de traitement individuel n'est pas possible et il est possible de faire l'estimation de l'effet de traitement moyen de la population plutôt que de l'effet individuel. Le résultat non observé est appelé le contrefactuel.

La variable de résultat observée pour chaque maïsiculteur peut se déduire des variables potentielles et de la variable de traitement par la relation suivante :

$$Y_i = (1 - T_i)Y_i^0 + T_iY_i^1$$

$$\Delta_i = Y_i^1 - Y_i^0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

Δ_i est l'effet de l'adoption de la variété du maïs hybride sur les bénéficiaires i où i = 1,2,… N.

Y_i^1 et Y_i^0 sont des variables de résultats décrivant le niveau de rendement des ménages bénéficiaires i conditionnellement à l'adoption ou non de la variété du maïs hybride.

Pour effectuer l'évaluation de l'effet du traitement, nous avons procédé comme suit :

Le rendement moyen des maïsiculteurs qui cultivent la variété du maïs hybride et qui ont adopté la variété du maïs hybride **:** $E(Y_i^1 \,|T_i = 1)$ et le rendement moyen maïsiculteurs qui ne cultivent pas la variété du maïs hybride, donc qui cultivent des variétés locales et qui décident de ne pas adopté **:** $E(Y_i^0 \,|T_i = 0)$

La difficulté ici vient du fait que $E(Y_i^1 \,|T_i = 0)$ et $E(Y_i^0 \,|T_i = 1)$ doivent être construits.

Premièrement, l'estimation de l'effet moyen du traitement en faisant la moyenne de l'effet sur l'ensemble de la population. Ce paramètre est appelé l'effet moyen du traitement dans la population (Average Treatment Effect ATE).

$ATE = E(Y_1 - Y_0)$ Avec $Y_1 = E(Y_i^1 \,|T_i = 1)$ et $Y_0 = E(Y_i^0 \,|T_i = 0)$ (10)

Deuxièmement, l'estimation de l'effet moyen du traitement sur les traités (Average Treatment Effect on the Treated ou ATT) qui mesure l'effet sur les exploitations traitées.

$$ATT = (Y_i^1 - Y_i^0 \,|T_i = 1) = E(T_i = 1) - E(Y_i^0 \,|T_i = 1) \qquad (11)$$

Le second terme représente le rendement moyen que des exploitations traitées (qui ont adopté le maïs hybride) auraient obtenu si elles étaient restées à l'adoption.

Nous observons uniquement $E(Y_i^0 \,|T_i = 0)$, la valeur de Y_i^0 pour les non traités.

On calcule :

$$\Delta = E(T_i = 1) - E(T_i = 0) = E(T_i = 1) - E(T_i = 1) + E(T_i = 1) - E(T_i = 0) \qquad (15)$$

$$ATT + E(Y_i^0 \,|T_i = 1) - E(T_i = 0) = ATT + biais \qquad (12)$$

Alors, $ATT = \Delta - biais$ (13)

Le biais ici représente le biais de sélection. Il vient du fait que la situation moyenne des populations traitées et non traitées ne sont pas identiques. Sous l'hypothèse d'appariement, le biais est nul et Δ est observable. En effet, l'hypothèse des méthodes d'appariement est de supposer que conditionnellement à un ensemble de caractéristiques X, le fait d'être traité donc d'adopter cette variété du maïs hybride est aléatoire, il est indépendant de la variable de résultat ou de rendement. Il s'agit ici de l'hypothèse d'indépendance conditionnelle.

À cette hypothèse s'ajoute celle du support commun qui implique que pour chaque groupe traitée, il existe des groupes de contrôle avec les mêmes variables observées.

Ce qui implique que $E(T_i = 1, X) - E(T_i = 0, X) = 0.$ (14)

L'effet du traitement sur les traités devient $E(T_i = 1, X) - E(T_i = 0, X).$ (15)

Plusieurs méthodes d'appariement sont envisageables pour la construction d'un groupe de contrôle (contrefactuel) qui conditionnellement aux caractéristiques X est comparable au groupe des traités. De la même procédure d'estimation de l'ATT, il est possible d'estimer l'effet moyen du traitement sur les non-traités, plus connu sous le nom de Effet Moyen de Traitement sur les non Traités (ATU)

$$ATU = E(T_i = 0) = E(T_i = 0) - E(T_i = 0) \qquad (16)$$

Pour estimer l'effet moyen du traitement à l'aide de la méthode d'appariement par le score de propension, la méthode de l'appariement avec les plus proches voisins *NNM* (*Nearest Neighbor Matching*) a été utilisée.

III.6.2. Etapes d'évaluation de la qualité d'appariement

L'évaluation de la qualité d'appariement entre le groupe de traitement et le groupe de contrôle est obligatoire dans la méthode d'appariement par scores de propension pour s'assurer qu'il y a la fiabilité dans les résultats trouvés.

Cependant, la méthode des scores de propension produit naturellement un estimateur biaisé du fait justement que les données ne proviennent pas d'une expérience randomisée. Pour limiter ce biais, il est nécessaire de faire un appariement de qualité; autrement dit de comparer des observations comparables. Quatre critères permettent généralement de juger la qualité de l'appariement :

Le biais standardisé moyen

Un certain nombre de techniques sont disponibles pour vérifier l'équilibrage des covariables pendant le processus d'appariement. Sur le plan de comparaisons moyennes, un test t à deux échantillons (avant et après appariement) peut être utilisé pour vérifier l'existence ou absence de différences significatives dans les moyennes des covariables entre le groupe traité et le groupe témoin (Rosenbaum, PR. &Rubin, DB.1985).

Le test de significativité

C'est le test classique de la qualité de l'appariement. Il s'agit de comparer les moyennes des variables explicatives entre le groupe traité et le groupe contrôle. Après appariement, ces différences ne doivent pas être significatives.

Significativité jointe et pseudo-R2

Cette étape consiste à estimer une seconde fois les scores de propension sur l'échantillon des observations appariées et de comparer ensuite les pseudo-R2 avant et après appariement. Le dernier doit être faible car le traitement est supposé aléatoire conditionnellement à X (Sianesi, 2004 et Ndèye, 2017).

Un autre moyen de juger de la qualité de l'appariement consiste à faire un test de ratio de vraisemblance sur la significativité jointe de toutes les variables dépendantes, avant et après appariement. Ce test ne doit pas être rejeté avant appariement mais il doit l'être après.

III.6.2. Choix de l'estimateur d'appariement

L'appariement sur score de propension réfère à l'appariement d'individus des groupes traités et de contrôle possédant des valeurs de score de propension proches ou similaires, et écarte les individus non appariés. Les méthodes d'appariement tentent de jumeler chaque individu traité avec un ou plusieurs individus non traités dont les caractéristiques observables sont les plus proches possible. L'objectif de l'appariement est de construire un groupe témoin comparable au groupe traité afin de permettre une estimation non biaisée de l'effet du traitement sur les individus traités, en contrôlant le biais de sélection (caliendo et Kopeinig, 2008).

Il existe différents estimateurs d'appariement du score de propension(**le plus proche voisin, la stratification, le caliper et Kernel)** sont les plus couramment utilisés dans la littérature**.**

Nous avons utilisé celui du plus proche voisin du fait qu'il donne plus de chance aux individus adoptants d'avoir leurs correspondants du groupe des non adoptants ayant les mêmes caractéristiques ou presque identiques.

L'estimateur du plus proche voisin

Il s'agit de la méthode d'appariement la plus utilisée et relativement plus simple. Un participant du groupe traité est apparié avec un participant du groupe témoin sur la base du plus proche score de propension (Caliendo et Kopeinig, 2008). L'appariement peut être réalisé avec ou sans remise.

Dans la méthode avec remise, les individus peuvent être utilisés plus d'une fois. Mais dans la méthode d'appariement sans remise, les individus non traités ne sont utilisés qu'une seule fois, un individu traité étant apparié avec un seul individu non traité. Cette technique est privilégiée lorsque la distribution du score de propension entre les deux groupes est très différente (Smith et Todd, 2005).

Conclusion du troisième chapitre

Ce chapitre explique les méthodes, l'approche adoptée et le cadre d'analyse pour cette recherche. Ainsi, la détermination de l'échantillon et la collecte de données ont permis d'aboutir à un ensemble d'informations qui nous ont permis de réaliser une analyse descriptive, et une analyse économétrique pour l'analyse des déterminants et d'effet d'adoption du maïs hybride sur le rendement agricole. Les données ont été collectées grâce à une enquête menée auprès des agriculteurs dans la zone d'étude. L'analyse des données collectées a été effectuée par la codification et l'analyse du contenu. L'outil informatique a été utilisé entre autres le logiciel Microsoft Word, Excel et le logiciel SPSS pour le traitement des textes, l'analyse descriptive et la construction des graphiques. De plus, le logiciel Stata 15 a été utilisé pour faire des analyses économétriques comme le modèle logit et l'appariement du score de propension. Ce chapitre nous a permis de présenter des résultats de l'enquête réalisée.

CHAPITRE IV. RESULTATS, INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS

Introduction

Ce chapitre présente les résultats et la discussion de l'étude. L'analyse des données s'effectue en deux étapes principales. La première partie concerne une description des caractéristiques socio-économiques des ménages échantillonnés comparant les adoptants et les non-adoptants de nouvelles variétés de maïs hybride et la deuxième partie, présente les résultats de l'estimation économétrique des déterminants de l'adoption des variétés de maïs hybride et ses effets sur le rendement.

IV.1. Analyse descriptive

Cette partie analyse les caractéristiques démographiques, socio-économiques et institutionnelles des variables utilisées dans cette étude.

IV.1.1. Analyse descriptive des caractéristiques sociodémographiques et socioéconomiques des enquêtés.

IV.1.1.1. Caractéristiques démographiques et socio-économiques des ménages

Cette partie met en évidence les caractéristiques démographiques et socio-économiques de ménages échantillonnées dans la zone d'étude.

La Figure ci-dessous (figure n°2) montre la répartition des ménages échantillonnés suivant leur niveau d'adoption de nouvelles variétés du maïs hybride dans la zone d'étude.

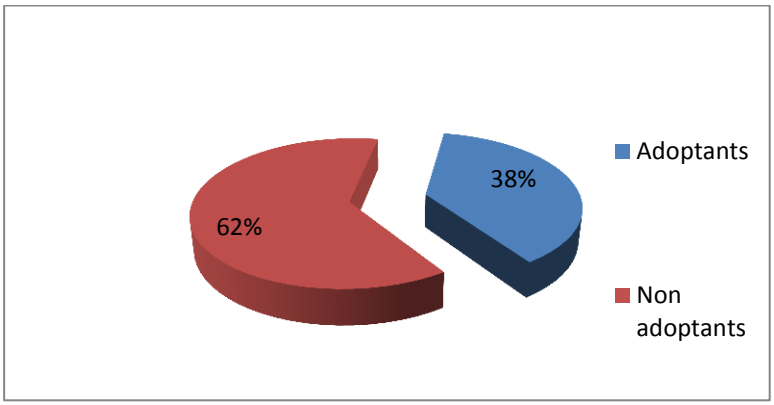


Figure 3 : Taux d'adoption de la variété du maïs hybride

Source : Auteur à partir des données de l'enquête 2023

Cette figure ci-dessus montre que parmi les 365 ménages échantillonnés, 38% adoptent la variété du maïs hybride tandis que 62% n'adoptent pas cette variété.

IV.1.1.2. Caractéristiques sociodémographiques des ménages

Cette partie nous montre les caractéristiques de l'échantillon des ménages agricoles dans la commune Mbuye suivant l'âge, la taille du ménage, la superficie et leur expérience. Le tableau n°4 décrit les caractéristiques des variables sociodémographiques cités ci-haut.

Tableau 5 : Descriptions des variables quantitatives des répondants

	Moyenne des Adoptants	Moyenne des non adoptants	total
variable	n : 138	n : 227	N : 365
Age (ans)	46.81159	43.6696	44.85753
Taille ménage (habitat)	5.33 soit 6	5.07 soit 6	5.17 soit 6
superficie (are)	16.77536	14.20264	15.17534
expérience (ans)	20.76812	16.77533	18.28493

Source : Auteur à partir des données d'enquête 2023

Ces données ont été recueillies auprès d'un total de 365 ménages échantillonnés, 138 ménages ont adopté la variété du maïs hybride contre 227 des non-adoptants. Les résultats de l'enquête ont révélé que l'âge moyen des répondants de l'échantillon était de 44.86 ans. L'âge moyen des adoptants et des non-adoptants de la variété du maïs hybride était respectivement de 46.81 ans et 43,67 ans.

La taille moyenne des ménages adoptants et non adoptants était respectivement de 5,33 soit 6 et 5,07 soit 6. Le résultat montre que les ménages adoptants emploient davantage de main-d'œuvre familiale que les ménages non adoptants.

La superficie moyenne allouée à la culture du maïs pour l'ensemble de l'échantillon de répondants est de 15.17 are soit 0,15 ha. Les terres moyennes attribuées aux ménages adoptants du maïs hybride sont de 16,74 are soit 0,167 hectare, tandis que celles ménages non adoptants sont de 14 ,20 are soit 0,142 hectare c'est-à-dire qui sont consacrées aux autres variétés du maïs local. L'âge moyen d'expérience du chef du ménage de l'échantillon dans la zone d'étude était de 18,28. L'expérience moyenne des adoptants et des non-adoptants était de 20,76 ans et 16,77 ans respectivement.

IV.1.1.3. Descriptions des variables qualitatives des enquêtées

Les figures suivantes représentent les résultats des statistiques descriptives sur les variables qualitatives des facteurs influençant l'adoption de variétés du maïs hybride sur l'ensemble des ménages de l'échantillon dans la zone d’étude ainsi que leurs niveaux d‘adoption. La figure suivante (figure n°4) décrive comment les chefs des ménages enquêtés se répartissent selon leurs caractères le sexe.

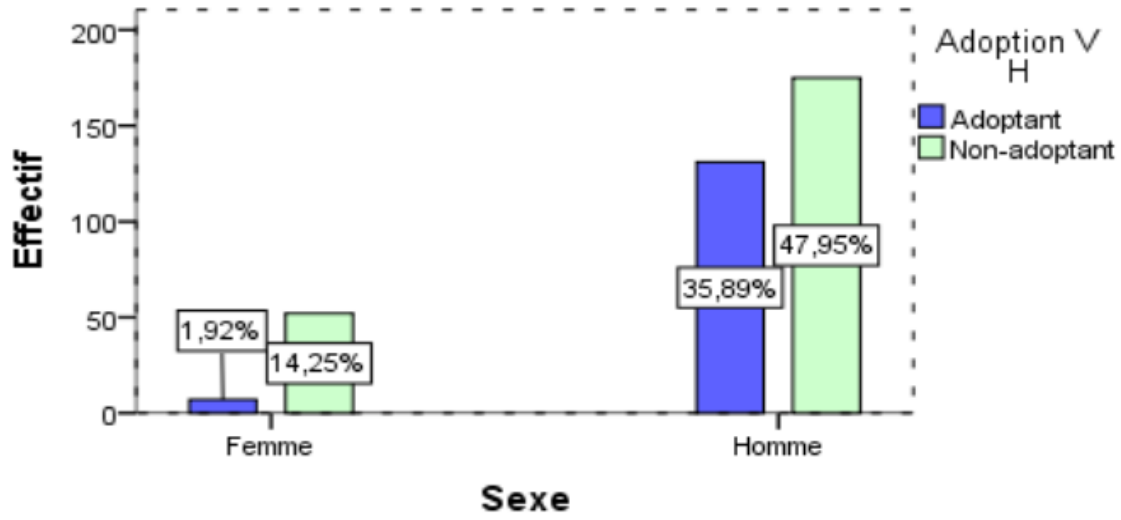


Figure 4 : Répartition des répondants selon le sexe du chef de ménage

Source : Auteur à partir des donnée d’enquête 2023

Comme le montre la figure ci-dessus, les résultats de l'adoption de la variété du maïs hybride sur l'ensemble des ménages de l'échantillon dans la zone d’étude montrent que 83.84 % étaient des ménages dirigés par les hommes et 16.17 % par des femmes. Les résultats de l'enquête ont révélé aussi que parmi les ménages qui ont adopté le maïs hybride, 35.89 % étaient dirigés par un homme et 1.92% par une femme. Alors que les ménages des non adoptants, 47.95% étaient dirigés par des hommes, 14.25% et par des femmes. En outre, la figure qui suit montre le niveau d’instruction des adoptants et des non adoptants.

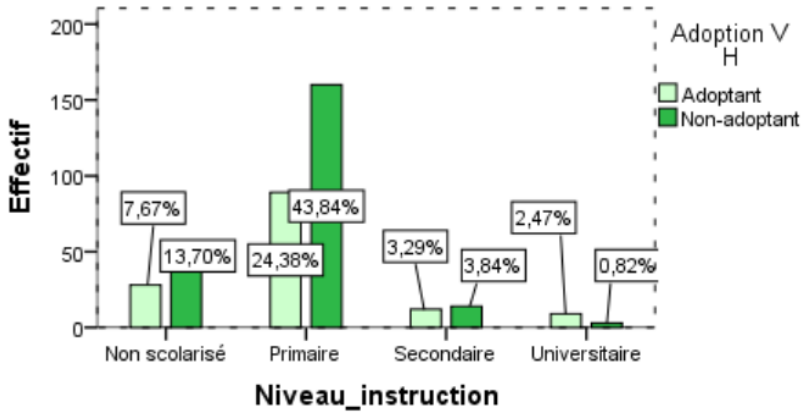


Figure 5 : Répartition des répondants selon le niveau d'instruction

Source : Auteur à partir des donnée d'enquête 2023

Pour le niveau d'instruction, les résultats montrent que 21,37% des enquêtés étaient des non instruits, 68.22% avaient de niveau primaire, 7.13% de niveau secondaire et 3.29% de niveau supérieur. Parmi les adoptants, 7.67% étaient les non instruits ,24 .38% étaient les celle de niveau primaire, 3.29% de niveau secondaire et 2.47% de niveau supérieur. Tandis que 13.70% étaient des non instruits, 43.84% de niveau primaire, 3.84% de niveau secondaire et 0.82% était de niveau supérieur pour les non adoptants.

IV.1.1.4. Caractéristiques structurels et institutionnels des ménages

La figure ci-dessous décrit les chefs des ménages échantillonnés suivant leur statut matrimonial.

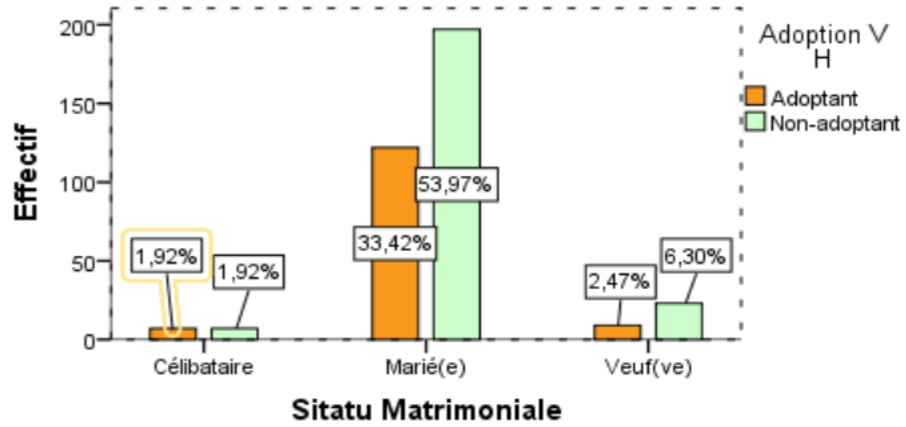


Figure 6 : Répartition des répondants selon le statut Matrimoniale

Source : Auteur à partir des donnée d'enquête 2023

L'analyse des résultats sur le statut matrimonial montre que parmi les chefs des ménages répondus, 3.84% étaient des célibataires, 87.39% des Mariés et 8.77% étaient des veufs. Indépendamment, 1.92% étaient célibataires, 33.42% des mariés et 2.47% des veufs pour les adoptants. Alors que 1.92 étaient des célibataires, 53.97% étaient des mariés et 6.30% des veufs pour les non adoptants. La figure ci-dessous montre comment les ménages sont répartis suivant leur mode d'accès foncier.

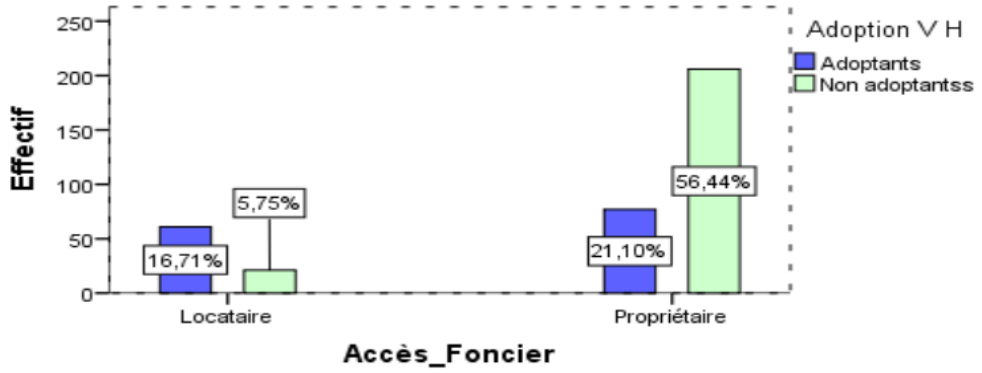


Figure 7 : Répartition des répondants selon le mode d'accès foncier

Source : Auteur à partir des donnée d'enquête 2023

Considérons le mode d'accès foncier, 77.53% étaient des propriétaires des terres, et 22.47% étaient des locataires. En effet, 21.10% étaient des propriétaires et 16.71% étaient des locataires pour les adoptant, alors que 56.44% et 5.75% étaient des propriétaires et locataires respectivement pour les non adoptants. En outre, la figure suivante met en évidence la répartition des ménages enquêtés suivant leur niveau d'accès au crédit.

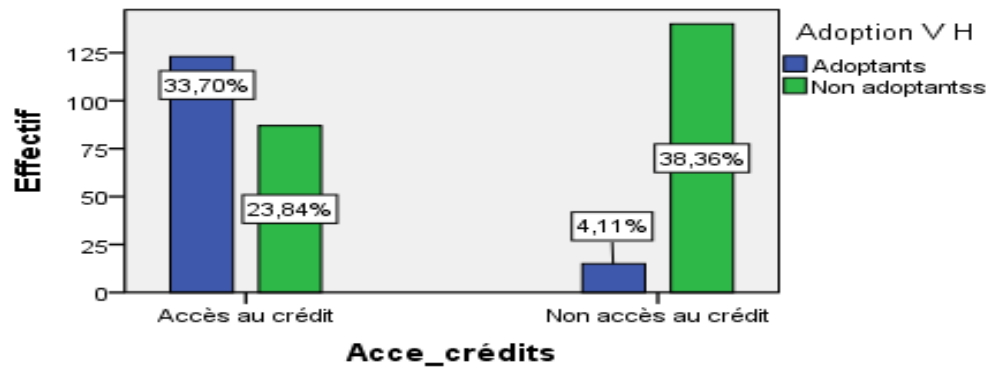


Figure 8 : Répartition des répondants selon l'accessibilité au crédit

Source : Auteur à partir des donnée d'enquête 2023

En ce qui concerne l'accès au crédit, 57.54 % des ménages étudiés avaient accès au crédit alors que 42.47% non pas l'accès. Donc, 33.70 % avaient l'accès et 4.11 % non pas l'accès pour les adoptants du Maïs hybride tandis que 23.84% avaient l'accès et 38.36% n'avaient pas l'accès au crédit pour les non-adoptants. La figure suivante montre la répartition des chefs des ménages échantillonnés suivant l'appartenance à une organisation des producteurs.

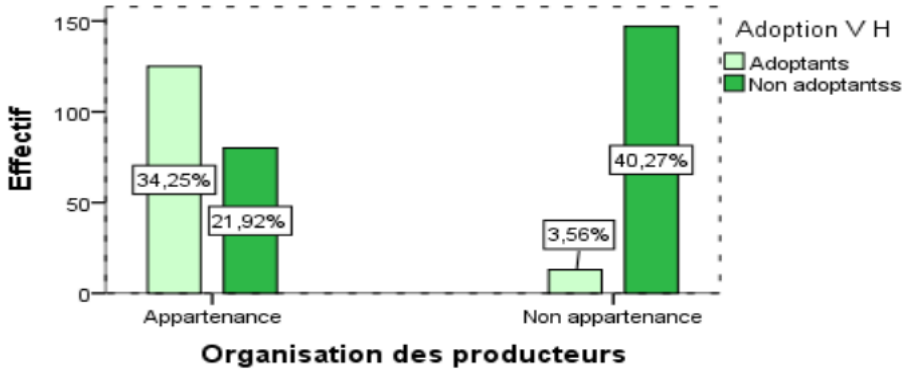


Figure 9 : Répartition des répondants selon l'appartenance dans des organisations des producteurs

Source : Auteur à partir des donnée d'enquête 2023

Considérant l'appartenance à une organisation des producteurs, 43.84% n'appartenaient pas dans des organisations paysannes et 56.16% appartenaient dans ces organisations. En effet, pour les adoptants du maïs hybride, 34.25% appartenaient dans des organisations paysannes alors que 3.56% n'appartiennent pas. Pour les non adoptants, 21.92% appartenaient dans des organisations paysannes et que 40.27% n'appartiennent pas à ces organisations.

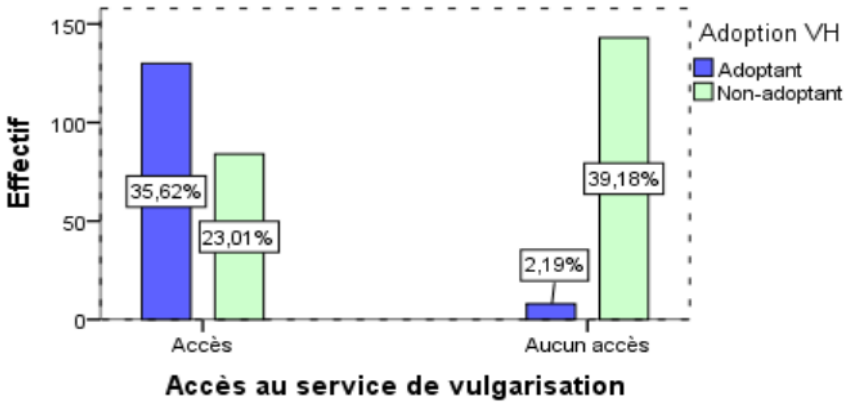


Figure 10 : Répartition des répondants selon l'accès au service de vulgarisation

Source : Auteur à partir des donnée d'enquête 2023

Accès au service de vulgarisation est une autre caractéristique importante des ménages agricoles, les analyses montrent qu'en moyenne 58,63 % des ménages de l'échantillon avaient accès au service de vulgarisation contre 41.37% qui n'ont pas l'accès.

Indépendamment, 35.62% et 23.01% des ménages adoptants et non adoptants avaient respectivement accès au service de vulgarisation contre 2.19% et 39.18% en moyenne qui n'ont pas d'accès. La figure ci-dessous montre comment les répondants sont répartis compte tenu de la destination de leurs récoltes de maïs.

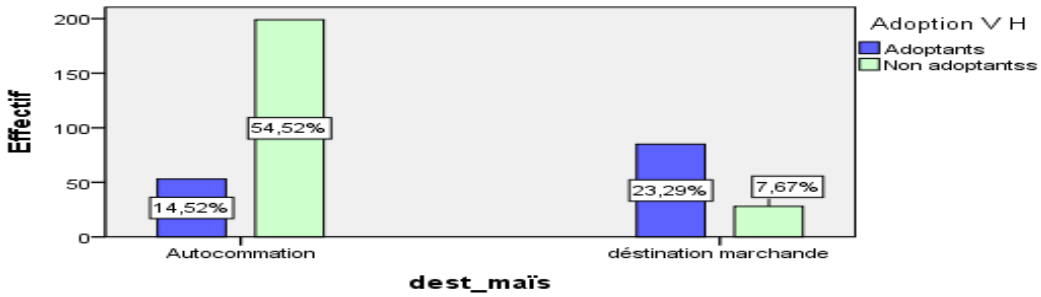


Figure 11 : Répartition des répondants selon la destination des récoltes du maïs

Source : Auteur à partir des donnée d'enquête 2023

En ce qui concerne la destination de la production du maïs, en moyenne, 69.04% de la production étaient pour l'autoconsommation alors que 30.96% étaient destinés à la vente. Environ 23.29% des adoptants et 7.67% des non adoptants étaient destinés à la vente contre environ 14.52% des adoptants et 54.52% des non adoptants destinés à l'autoconsommation. La figure suivante montre la répartition des répondants suivant leur principales source de revenu, lis sont réparties en deux parties : ceux qui ont activité agricole comment principale source de revenu, d'autres les activités non agricoles.

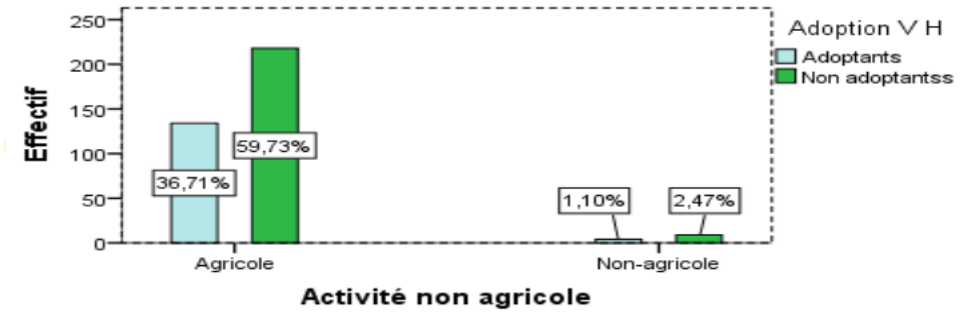


Figure 12 : Répartition des répondants selon la principale activité source de revenu

Source : Auteur à partir des donnée d'enquête 2023

En moyenne ,96.44% des ménages agricoles échantillonnés, leurs principales sources de revenu étaient les activités agricole et 3.56% non agricole. Environ 36.71% des adoptants et 59.73% des non adoptants avaient l'agriculture comme principale source de revenu et 1.1% des adoptants, 2.47% des non adoptants avaient les activités non agricoles leur principale source de revenu. La figure ci-dessous nous montre la répartition de ménages échantillonnés selon leur niveau d'accès à l'encadrement.

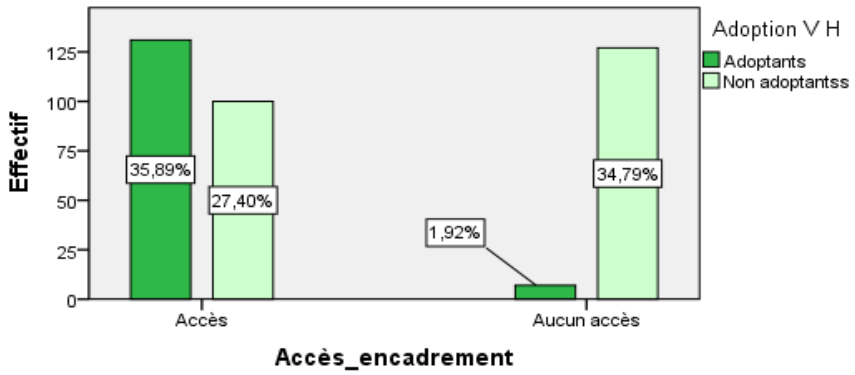


Figure 13 : Répartition des répondants selon l'accessibilité à l'encadrement

Source : Auteur à partir des donnée d'enquête 2023

En ce qui concerne l'accès à l'encadrement, en moyenne 63.29% des ménages de l'étude avaient l'accès à l'encadrement tandis que 36.71% ne l'avaient pas. Environ 35,89 % et 27,4 % des ménages adoptants et non adoptants ont eu accès à l'encadrement respectivement. Tandis que 1,92 % d'adoptants et 34,79 % de non-adoptants n'ont pas d'accès. Enfin la figure qui suit montre comment les ménages répondants dans la zone d'étude ont accès aux informations du marché.

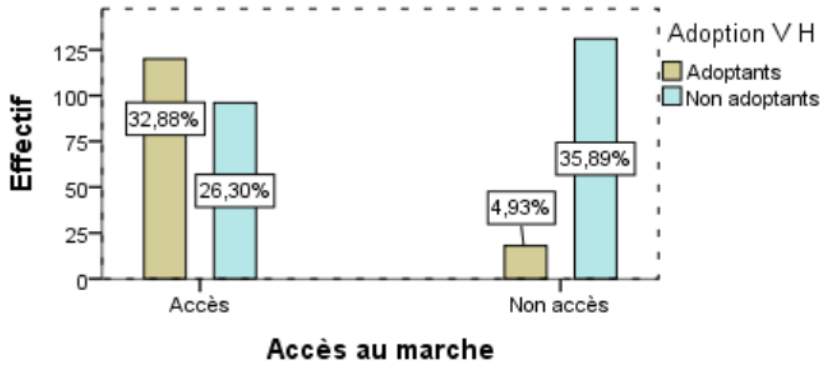


Figure 14 : Répartition des répondants selon l'accessibilité au marché

Source : Auteur à partir des donnée d'enquête 2023

Comme le montre la figure précédente**,** en ce qui concerne l'accès au marché, en moyenne 59.18% des ménages échantillonnés avaient accès au marché et 40.82% n'ont pas l'accès. Environ 32.88% des adoptants et 26.30% des non adoptants avaient l'accès au marché alors que 4.93% des adoptants et 35.89% des non adoptants n'avaient pas l'accès au marché.

IV.1.1.5. Résultats des tests de validation du modèle

Pour apprécier la qualité du modèle, le test de normalité des résidus, le test de multicolinéarité, l'aire sous la courbe de ROC ou l'AUC (*Area Under the Curve*) et le test de Hosmer-Lemeshow sont utilisés.

IV.1.1.5.1.Test de normalité des résidus

Pour approuver l'utilisation du modèle logit, nous avons fait un test de normalité des résidus de Jarque-Bera. Le test nous a révélé que le modèle suit une loi logistique d'où l'utilisation du modèle logit du fait que la probabilité est inférieur à 5% (Prob > chi2 = 0.0337).

IV.1.1.5.2.Test de multicolinéarité

Pour s'assurer de la validité des tests de signification statistique des tests de multicolinéarité ont été effectués. La multicolinéarité a été testée à l'aide du facteur d'inflation de la variance (VIF) (Gujarati, 2004). Si le facteur d'inflation de la variance est supérieur à 10, il y a multicolinéarité. Les valeurs obtenues se situent entre 1,09 et 5,76. Cela nous montre qu'il n'y a pas la présence de multicolinéarité. Pour tester la multicolinéarité des variables, la corrélation entre les variables indépendantes a été vérifiée à l'aide de l'estimateur de variance-covariance. Plus la valeur est proche de +1 ou de -1, plus la corrélation est élevée (Taylor, 1990). Les valeurs absolues obtenues étaient comprises entre -0,0020 et 0,7280 et n'étaient pas supérieures à 0,75, de sorte qu'il n'y a pas de preuve d'une multicolinéarité. La moyenne du VIF était de 2,13 et montrait l'existence d'une moindre colinéarité parmi les variables indépendantes. Les résultats de l'estimateur de la variance-covariance sont présentés à l'annexe.

IV.1.1.5.3. Résultats des tests d'ajustement du modèle Logit

Plusieurs tests sont utilisés dans la littérature pour apprécier l'ajustement d'un modèle logit. Comme Chang et al. (2006), Freguin-Gresh et al. (2012) ; Sokchea et al. (2015) cité par (Ngondjeb et al., 2013). La figure n°14 nous montre l'ajustement du modèle par la courbe de ROC.

L'air sous la courbe de ROC (Receiver Operating Characteristics)

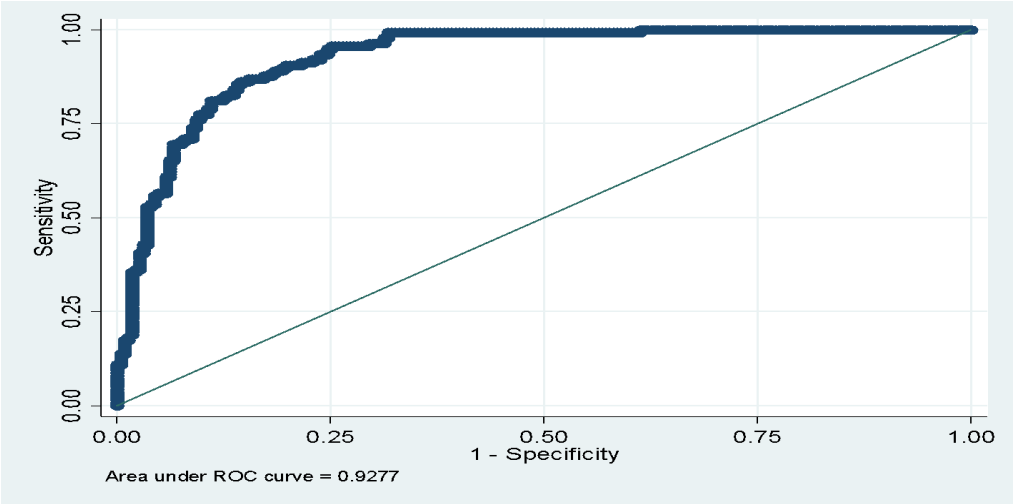


Figure 15 : Test de AUC (Area under ROC curve)

Source : Auteur, estimation à partir des données d'enquêtes, 2023

L'AUC (figure 9) indique que la probabilité que le modèle prédit l'utilisation de variétés de maïs hybride est de 92,77%**.** Le modèle est donc très informatif, selon (Swets, 1988 ; Delacour et al. 2005 ; CHIAPO, 2016) cité par Kouassi (2019).

Test d' Hosmer-Lemeshow

Les résultats du test de Hosmer et Lemeshow montrent que l'ajustement global du modèle aux données est satisfaisant, car la valeur de la probabilité (Prob > chi2) est de 0,9861 ; elle est alors supérieure au seuil critique de 5% (Obiang-Ndong, 2006 ; Wangou, 2009). Ce résultat du test nous permet de conclure que son hypothèse nulle est confirmée, donc **le modèle est bien ajusté** (calibré). Le tableau n°6 nous montre le résumé de tous ces tests utilisés pour justifier l'ajustement et la robustesse du modèle, ainsi que la justification de l'utilisation du modèle logit.

Tableau 6 : Résumé des résultats des tests de spécification du modèle

Type de tests	Résultats des tests	Conclusion
Test de multicolinéarité	Moyenne VIF : 2.13	Absence de multicolinéarité
Test de normalité des résidus	**Test de Jarque-Bera :** Prob > chi2 = 0.0337 < 5%	Le modèle suit une loi logistique
Test de Hosmer et Lemeshow	Test de Hosmer et Lemeshow : Prob > F = 0.9861>5%	Bon ajustement du modèle
Test de bonnes prédictions avec aire de ROC	Coefficient de bonne prédiction : $(0,9 \leq 0.928 < 1)$.	Très informatifs

Source : l'auteur à partir des résultats des tests effectués

IV.2. Estimation des facteurs influençant l'adoption des Variétés du maïs hybride

Les effets marginaux présentés dans la dernière colonne du tableau n°7 montrent l'effet de variation d'une unité de chaque variable sur la probabilité d'adopter.

Les résultats trouvés suivant le modèle de régression logistique montrent que le modèle est significatif au seuil de 1% comme le montre la probabilité de Khi2 (Prob>chi2 = 0,0000). L'estimation économétrique indique que sept variables influencent significativement l'adoption des variétés du maïs hybride. Ces variables sont le sexe du chef du ménage, l'accès foncier, l'appartenance à une organisation paysanne, l'accès au service de vulgarisation, la destination du maïs, l'activité non agricole comme principale source de revenu, l'accès au marché.

Il y aussi d'autres variables qui n'ont pas d'influences significative à l'adoption de cette variété du maïs hybride, le tableau suivant le montre en détail.

Tableau 7 : Les déterminants de l'adoption d'une variété du Maïs Hybride

Adoption du MH	Robust				
	Coef.	Std. Err.	Z	P>z	Effet marginaux
1. sexe (Homme)	1.077227	.6143844	1.75	0.080*	.1128048
Age	.0232735	.0366502	0.64	0.525	.002338
Niveau_instruction					
Primaire	-.775569	.4922021	-1.58	0.115	-.078063
Secondaire	.4584979	.7140258	0.64	0.521	.0444531
Supérieur	.3093993	1.126295	0.27	0.784	.0301524
Situation Matrimoniale					
Marié	.2483447	1.126634	0.22	0.826	.0249637
Veuf (ve)	-.0717191	1.243399	-0.06	0.954	-.007232
Taille_ménage	-.0997131	.1004701	-0.99	0.321	-.0100169
Superficie	.0105432	.0078103	1.35	0.177	.0010591
Accès_Foncier(Locataire)	1.076976	.4326865	2.49	0.013**	.114703
Acce_crédits (Oui)	.106269	.4471931	0.24	0.812	.0107814
Expérience	-.0158943	.0370103	-0.43	0.668	-.0015967
op(Oui)	1.997606	.4386061	4.55	0.000***	.2335391
Accès_vulg(Oui)	2.002365	.5293158	3.78	0.000***	.2313819
dest_maïs (pour la vente)	1.104897	.374533	2.95	0.003**	.1227457
Activité non-agricole	-1.827497	.7270221	-2.51	0.012**	-.1796965
Accès_encadrement (Oui)	.5472063	.5899697	0.93	0.354	.0578806
Acces_marche (Oui)	1.277141	.3889487	3.28	0.001***	.1413417
_cons	-6.371624	1.945596	-3.27	0.001***	

Number of obs	= 365
Wald chi2(18)	= 120.72
Prob > chi2	= 0.000
Log pseudo likelihood	= 116.56426
Pseudo R2	= 0.5184

***significative à 1% ;**significative à 5%(p<0.05) ; *significative à 10% (p<0.1)

Source : calculs de l'auteur à partir des données de l'enquête 2023

IV.2.1. Interprétation des effets marginaux

Les effets marginaux mesurent l'effet de la variation d'une unité de chaque variable sur la probabilité d'adopter la variété du maïs hybride. Ainsi, la variation d'une unité de chaque variable augmente (ou diminue) la probabilité d'adoption tout en considérant toute chose égale par ailleurs. C'est-à-dire que l'effet de la variation d'une variable est observé lorsque les autres variables restent constantes. Particulièrement, les variables qualitatives sont interprétées à l'appui d'une modalité de référence.

Les résultats obtenus montrent que le sexe du chef du ménage influence positivement le choix d'adoption de la variété du maïs hybride au seuil de 10 % (P>|z|= 0.080). Les effets marginaux montrent que les ménages dirigés par les hommes augmentent la probabilité d'adopter la variété du maïs hybride de 11,28 % par rapport à ceux dirigés par les femmes en considérant toute chose étant égale par ailleurs.

En outre, la location est un mode d'accès foncier qui a une influence positive et significative sur l'adoption d'une variété du maïs hybride au seuil de 5% par rapport à ceux qui sont propriétaire de leurs terres (P>|z|= 0.013). En effet, toute chose étant égale par ailleurs, lorsque la terre allouée à la production de maïs est acquise par ces types de modes d'accès, la probabilité d'adopter cette variété augmente de 11,47 %.

De plus, l'appartenance à une organisation des producteurs influence positivement et significativement au seuil de 1 % l'adoption de la variété du maïs hybride (P>|z|= 0.000). En effet, considérant toute chose étant égale par ailleurs, le fait d'appartenir dans une organisation paysanne, augmente la probabilité d'adopter cette variété de 23,35 % par rapport à ceux qui ne l'appartienne pas.

L'accès au service de vulgarisation pour un producteur a une influence positive et significative sur l'adoption d'une variété du maïs hybride au seuil de 1% (P>|z|= 0.000). Toute chose égale par ailleurs, les effets marginaux montrent qu'avoir l'accès au service de vulgarisation augmente la probabilité d'adopter ladite variété de 23,14% par rapport aux répondant qui n'ont pas l'accès.

L'orientation marchande de la production a une influence positive et significative sur l'adoption des technologies agricole (maïs hybride) au seuil 1% (P>|z|= 0.003), toute chose étant égale par ailleurs, une orientation marchande de la production du maïs augmente la

probabilité d'adopter des variétés améliorées du maïs hybride de 12,27 % par rapport à ce qui oriente leur production à l'autoconsommation.

Dans notre étude la pratique d'activités non agricoles a une influence négative et significative à l'adoption des variétés améliorées du maïs Hybride au seuil de 5% (P>|z|= 0.012). Plus le producteur exerce des activités non agricoles à l'instar du commerce ou autres emplois salariés, la probabilité d'adopter des variétés du maïs hybride diminue de 17,97% par rapport à ceux qui ont l'activité agricole comme principale source de revenu ; en considérant toute chose étant égale par ailleurs. Ceci signifie qu'un producteur ayant un revenu élevé non agricole, aura moins recours aux variétés de maïs hybrides.

L'accessibilité au marché influence positivement et significativement l'adoption des variétés du maïs hybride au seuil de 1 % (P>|z|= 0.001). En effet, toute chose étant égale par ailleurs, le fait d'avoir l'accès au marché pour les producteurs du maïs, la probabilité d'adopter des variétés améliorées du maïs hybride augmente de 14,13% par rapport à ceux qui n'ont pas l'accès.

Enfin, les variables comme l'âge du chef du ménage ont une influence positive sur l'adoption de la nouvelle variété du maïs hybride mais qui n'est pas significative. La taille du ménage, le niveau d'instruction, la superficie, l'expérience, l'accès au crédit et l'accès à l'encadrement ont une influence positive mais pas significative sur l'adoption de cette variété de maïs hybride.

IV.3. Effet d'adoption de la variété du maïs hybride sur le Rendement

La méthode de l'appariement des scores de propension a été utilisée pour analyser l'effet de l'adoption de la variété du maïs hybride sur le rendement. La méthode PSM implique un processus d'estimation en plusieurs étapes dont le choix de l'algorithme d'appariement, la définition du chevauchement et du support commun, l'estimation de la qualité de l'appariement et l'estimation de l'effet.

IV.3.1. La qualité de l'appariement et Réduction des biais

La qualité de l'appariement a été évaluée selon plusieurs critères, (Rubin, 2002, Kassie et al., 2011 et Bekele et al. 2014 cité dans Ndèye Fatou, 2017). Le tableau 8 ci-dessous montre le biais normalisé moyen avant et après appariement et la réduction totale du biais obtenue par la procédure d'appariement.

Tableau 8 : Evaluation de la qualité d'appariement et réduction des biais

Variable	Unmatched	Mean		% reduce bias		t-test	
	Matched	Treated	Control	% bias	%bias	t	p>t
Sexe	U	.94928	.77093	53.1		4.60	0.000
	M	.94928	.92754	6.5	87.8	0.75	0.454
Age	U	46.812	43.67	25.3		2.35	0.020
	M	46.812	46.971	-1.3	94.9	-0.10	0.921
Niveau d'instruction	U	1.0145	.86784	22.2		2.13	0.034
	M	1.0145	1.0145	0.0	100.0	0.00	1.000
Situation	U	2.0145	2.0705	-16.0		-1.48	0.141
	M	2.0145	1.9638	14.5	9.4	1.12	0.264
Taille du ménage	U	5.3333	5.0705	14.5		1.35	0.178
	M	5.3333	5.058	15.2	-4.8	1.28	0.203
Superficie	U	16.775	14.203	15.6		1.47	0.143
	M	16.775	15.341	8.7	44.2	0.85	0.399
Accès Foncier	U	1.442	1.0925	85.7		8.47	0.000
	M	1.442	1.4348	1.8	97.9	0.12	0.904
Accès aux crédits	U	.8913	.38326	124.1		10.95	0.000
	M	.8913	.88406	1.8	98.6	0.19	0.849
Expérience	U	20.768	16.775	34.4		3.21	0.001
	M	20.768	21.167	-3.4	90.0	-0.26	0.796
Appartenance dans une organisation des producteurs	U	.9058	.35242	139.4		12.25	0.000
	M	.9058	.88406	5.5	96.1	0.59	0.558
Accès au service de vulgarisation	U	.94203	.37004	150.4		12.98	0.000
	M	.94203	.96377	-5.7	96.2	-0.85	0.396
Destination maïs	U	.61594	.12335	118.3		11.50	0.000
	M	.61594	.55797	13.9	88.2	0.98	0.330
Activité non agricole	U	.02899	.03965	-5.8		-0.53	0.595
	M	.02899	.01449	7.9	-35.9	0.82	0.411
Accès à l'encadrement	U	.94928	.44053	132.2		11.35	0.000
	M	.94928	.94928	0.0	100.0	-0.00	1.000
Accès au marché	U	.86957	.42291	105.4		9.35	0.000
	M	.86957	.9058	-8.5	91.9	-0.95	0.342

Source : calculs de l'auteur à partir des données de l'enquête 2023

La différence standardisée des covariables avant mise en correspondance est comprise entre -16 % et 150,4 % en valeur absolue. Une fois appariée la différence normalisée restante des covariables pour toutes les covariables se situe entre - 8,5 % et 15,2 %, ce qui est inférieur au niveau critique de 20 % suggéré par Rosenbaum et Rubin (1985). De même, le test t *student* a également révélé que toutes les covariables sont devenues insignifiantes après l'appariement, tandis que onze (11) d'entre elles étaient significatives avant l'appariement.

Ces résultats du test nous permettent de conclure qu'il y a l'équilibre entre les covariables de l'échantillon pour le groupe des traités et de contrôle.

Le tableau 8 présente les statistiques récapitulatives du test de la qualité globale des facteurs avant et après appariement. La figure ci-dessous (figure n°15), illustre le biais standardisé avant et après appariement pour le maïs Hybride. Il est représenté par les petits cercles avant appariement et par les petites croix après appariement.

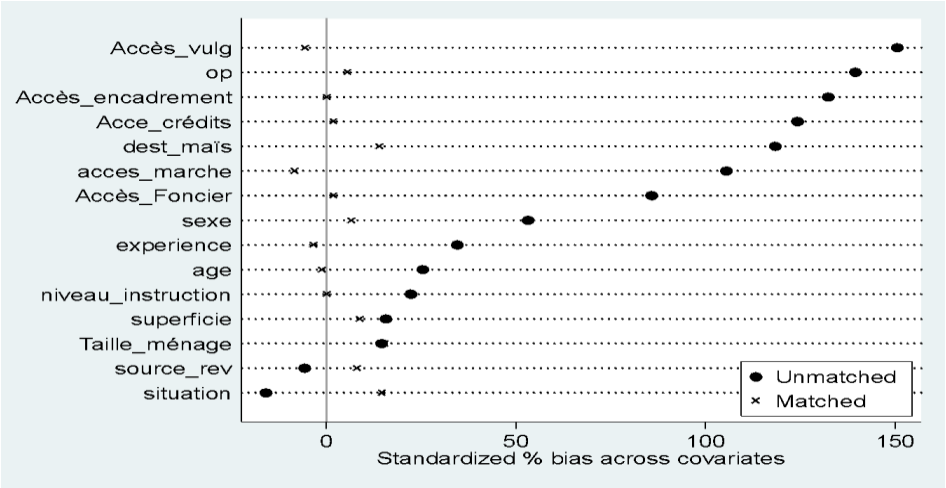


Figure 16 : Biais standardisé

Source : *calculs de l'auteur à partir des données de l'enquête 2023*

Note : **Unmatched** désigne l'échantillon des producteurs non appariés et **Matched** celui des producteurs appariés. Le biais standardisé est en abscisses.

La figure ci-dessus montre une importante réduction du biais standardisé après appariement. Avant appariement, sa valeur est généralement supérieure à 10% et va même jusqu'à plus de 120% pour des variables comme le sexe, l'accès foncier, l'accès au marché, l'accès au crédit, l'accès à l'encadrement, l'appartenance à une organisation paysanne et l'accès au service de vulgarisation.

Cependant, après appariement, plusieurs variables comme l'accès foncier, l'accès au marché, l'accès à l'encadrement, l'appartenance à une organisation paysanne, l'accès au service de vulgarisation, leurs biais diminuent sensiblement voire jusqu'à un biais standardisé moyen inférieur à 5%. Ce sont les meilleurs résultats qui ont pu être obtenus sur cet échantillon. Kopeing et Caliendo (2008) conseillent l'utilisation d'autres critères d'évaluation de la qualité de l'appariement, en l'occurrence le test de maximum de vraisemblance, le pseudo-R2 et le biais moyen.

Tableau 9 : Indicateurs qualité avant et après appariement

Échantillon	Ps R2	LR chi2	P >chi2	Mean Bias	Med Bias	B	R
Non apparié	0.507	245.54	0.000***	69.5	53.1	222.7*	0.38*
Apparié	0.031	11.81	0.694	6.3	5.7	41.7*	1.47

***significative à 1% ;**significative à 5%(p<0.05) ; *significative à 10% (p<0.1)

Source : *calculs de l'auteur à partir des données de l'enquête 2023*

Comme il est présenté dans le tableau 9 ci-dessus, avant appariement, le biais moyen pour l'ensemble des covariables utilisé dans l'estimation du score de propension était de 69,5 % ; après appariement ce biais moyen sont réduit jusqu' à 6,3 %, ce qui est inférieur à la valeur critique suggérée par Rosenbaum et Rubin (1985).

Selon Sianesi (2004), après appariement, il ne devrait pas y avoir de différences systématiques dans la distribution des covariables entre les deux groupes et donc le pseudo-R2 devrait être assez faible. A également suggéré que le test du rapport de vraisemblance sur la signification conjointe de tous les régresser dans le modèle probit ou logit ne doit pas être rejeté avant l'appariement et le devrait être après l'appariement.

Sur la base de ces critères mentionnés, les résultats montre que le pseudo-R 2 était de 0.507et la P-value significative du test du rapport de vraisemblance qui était de 0,000 avant l'appariement, mais le pseudo-R2 est faible après appariement donc 0.031 est une valeur de p –value assez faible et insignifiante du test du rapport de vraisemblance qui devient 0.694 après l'appariement.

Le dernier critère à vérifier pour la qualité de l'appariement est la condition du support commun. En effet, les différences observées entre les adoptants et les non adoptants ont été détectées à l'aide de la région du support commun.

La distribution du score de propension après appariement pour les traités et les non traités est illustrée par l'histogramme de la figure ci-dessous (figure n°16). La partie inférieure de la figure représente la distribution des score de propension pour les non adoptants et la partie supérieure les adoptants. Les densités des scores sont indiquées sur l'axe des abscisses.

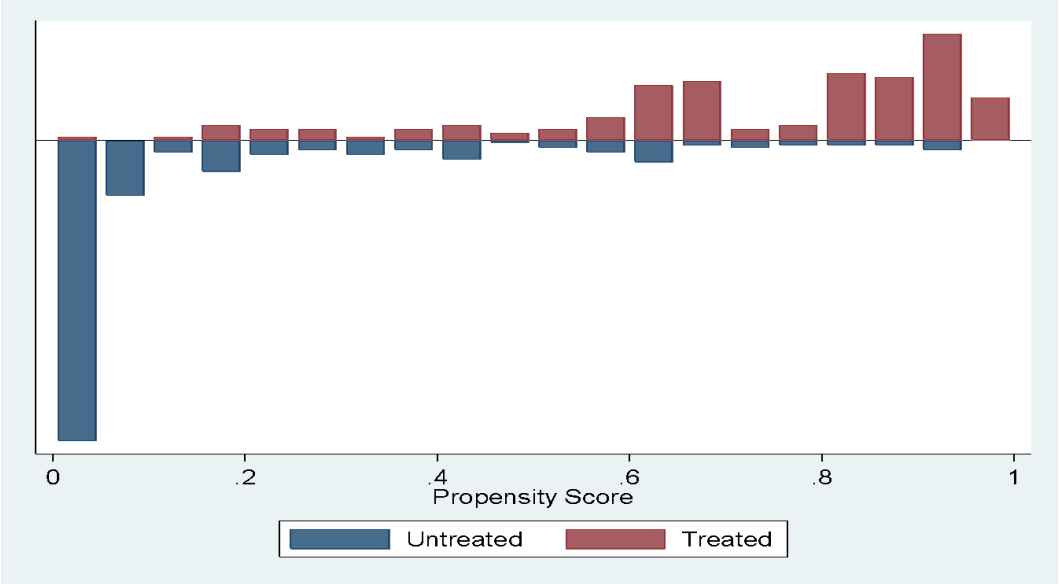


Figure 17 : Distribution des scores de propension et du support commun

Source : calculs de l'auteur, à partir des données d'enquête 2023

Note : « Untreated » fait référence aux non adoptants (le groupe contrôle) ; «Treated : On support » fait référence aux adoptants qui sont dans le support commun. La première remarque sur la distribution des scores de propension parmi les producteurs du maïs hybride est sa concentration autour de 0, traduisant le faible taux d'adoption de cette dite variété. Les différents critères d'évaluation de la qualité de l'appariement ont été remplis par le modèle. De plus, la figure nous montre que chaque élément du groupe des traitées à un élément du groupe de contrôle comparable qui avaient les mêmes caractéristiques. En outre, le support commun est respecté. Tout cela permet donc de calculer l'Effet de Traitement sur les Traités ou l'ETT.

IV.3.2. Résultat de l'appariement des scores de propension(PSM)

Le tableau 10 qui suit nous montre l'effet d'adoption de la variété du maïs hybride sur le rendement des ménages agricoles dans la zone d'étude. Ce tableau nous montre le rendement pour ceux qui ont adopté et ceux qui n'ont pas adopté.

Tableau 10 : Effet d'adoption de la variété du maïs hybride sur le rendement

Variable	Echantillon	Groupe des traités	Groupe de Contrôle	Effet d'adoption du maïs hybride	T-stat
Rendement du maïs en Kg par are	ATT	39.2639178	21.7789042	17.4850137 soit **1.7485 tonnes /ha**	12.25
	ATU	21.7508699	27.4178748	5.66700498 soit **0.5667 tonnes /ha**	.
	ATE		10.1351836		.

Source : calculs de l'auteur à partir des données de l'enquête 2023

Selon les résultats du tableau ci-dessus, l'effet moyen du traitement sur les traitées (ATT) calculé par PSM pour les Rendement du maïs révèle que l'effet des nouvelles technologies de culture du maïs hybride sur les rendement est statistiquement significatif au seuil de 5% comme le montre t-stat >1.96.

En effet, le résultat du modèle de l'appariement du score de propension (PSM) montre que le rendement moyen des ménages qui ont adopté la variété du maïs hybride était de 39.26 kg/are. S'ils n'adoptent pas la variété du maïs hybride, leurs rendements moyens seraient 21.78 kg/are soit (2.178 tonne/ha). Donc, l'effet moyen du traitement sur les traitées était de 17.48 kg/are soit 1.7485 tonne/ha. Cela implique que l'adoption des technologies agricoles du maïs hybride a une influence positive et significative sur le rendement pour les ménages agricoles. Les résultats obtenus révèlent que les ménages non adoptants de cette variété avaient obtenu un rendement de 21.75 kg/are soit 2.175 tonne/ha. Le contrefactuel était de 27.42 kg/are soit 2.742 tonne/ha. Ce qui implique que l'effet moyen du traitement sur les non traités était de 5.67 kg/are soit 0.567 tonne /ha.

IV.4. Discussions des Résultats

IV.4.1. Déterminants de l'adoption de la variété du maïs hybride

Les résultats obtenus mettent en évidence les facteurs qui influencent l'adoption des nouvelles variétés du maïs hybride pour les producteurs de la zone d'étude. Ces résultats nous montrent que parmi les 365 ménages échantillonnés, 38% étaient des adoptants tandis que 62% étaient des non-adoptants.

Le sexe, le mode d'accès foncier, orientation marchande de la production, l'accès au service de vulgarisation, l'appartenance à une organisation paysanne (op), l'accès au marché, sont les variables déterminants l'adoption de la nouvelle variété du maïs Hybride. Les résultats obtenus confirment ceux de plusieurs études mais infirment aussi ceux d'autres.

Spécifiquement, le sexe du chef du ménage détermine d'adoption d'une technologie agricole, les résultats montrent que les ménages dirigés par les hommes adoptent que celles dirigées par les femmes.

Cette situation peut résulter d'une différence d'accès et de contrôle des droits d'utilisation des terres entre les agriculteurs et les agricultrices dans les communautés étudiées. Ce résultat corrobore à ceux de (Onu, 2006) au Nigeria qui révèle que les hommes adoptent plus que les femmes. Cela s'explique par le fait que les femmes sont rarement des attributaires de droits fonciers ; même leur droit d'utiliser la terre passe généralement par les hommes, qu'il s'agisse d'un mari dans le cadre de son exploitation ou d'autres membres masculins de la famille.

Cependant, Etoundi & Dia, (2008) contredit ces résultats, il trouve que le choix d'adopter les variétés améliorées de maïs ne dépend pas du sexe du chef du ménage.

Le mode d'accès foncier (la terre) est le facteur qui a une influence positive et significative sur l'adoption du maïs hybride. En effet, les exploitants agricoles qui louent les terres qu'ils cultivent doivent verser des moyens financiers aux propriétaires de ces terres et sont de ce fait très affairé préoccupés d'avoir une bonne récolte. Ils sont donc plus susceptibles à adopter des technologies et procédés de production à haut rendement ; tandis que pour les exploitants propriétaires des terres cultivées, la décision d'accroître les superficies cultivées en maïs n'augmente que faiblement la probabilité d'adopter le maïs hybride. C'est ainsi que l'on note ici que la location comme mode d'accès à la terre a un effet positif sur l'adoption du maïs Hybride.

Ce résultat est en accord avec l'étude de (Mabah Tene, Temple, et al., 2013), que la location est un mode d'accès à la terre ayant un effet positif sur l'adoption de technologies agricoles.

Aussi confirmé Ngondjeb et al. (2013), la propriété foncière est un facteur très important qui influence positivement l'intensité d'adoption d'une nouvelle technologie.

En outre, les résultats montrent que l'appartenance à une organisation paysanne influence positivement l'adoption des variétés améliorées du maïs hybride. La significativité du OP au seuil de 1% conforte le lien positif entre l'adoption et l'Organisation Paysanne. Il confirme le rôle positif des organisations de développement à la base dans l'incitation à adopter.

Un tel résultat a également été mis en relief par les travaux de (Etoundi & Dia, 2008) et Ngondjeb et al.(2011) au Cameroun. Il corrobore aussi avec les résultats trouvés par Khonje et al. (2015) cité dans Barry, (2018) au Burkina Faso. Cependant, le résultat de Issoufou et al. (2017), contredit de tels résultats et révèle que l'appartenance à une organisation des producteurs n'a aucune influence sur l'adoption. Selon ces derniers, ces structures paysannes n'existent que sur le papier mais n'exercent aucune activité puisqu'elles ont été mises en place à la demande des partenaires au développement et non à l'initiative propre des agriculteurs.

Dans notre cas, les agents vulgarisateurs mobilisent les agriculteurs dans des groupements d'épargne et de crédit, dans lesquels ils passent leurs informations. Les producteurs qui appartiennent dans des groupements accèdent facilement aux informations ainsi que des formations qui leur permettent d'adopter des nouvelles technologies agricoles dont cette variété du maïs hybride.

Les résultats montrent également que les maïsiculteurs ayant l'accès aux services de vulgarisation adoptent plus par rapport à ceux qui ne bénéficient pas ces services. Cela pourrait donc expliquer que les agriculteurs seraient plus disposés à adopter les nouvelles technologies de culture du maïs hybride dans la zone d'étude, si le nombre de contacts de vulgarisation augmentait. De plus, Hussain (1999) a souligné que le nombre de visites de vulgarisation a un impact positif sur l'adoption et l'utilisation des technologies. Ces résultats nous mènent à conclure que les agents de services de vulgarisation jouent un rôle important au Burundi dans l'adoption des technologies agricoles influençant des rendements élevés aux maïsiculteurs. De plus, les agents de services de vulgarisation réduisent le problème d'incertitude que les agriculteurs rencontrent souvent.

L'activité non agricole a une influence négative et significative sur l'adoption des variétés du maïs hybride. Cela signifie que le producteur qui exerce des activités non agricoles à l'instar du commerce ou autres emplois salariés, la probabilité d'utiliser des innovations agricoles diminue de 17,96%. Confirme Kouassi (2019) révèle que la pratique d'activités non agricoles influence négativement la probabilité d'utilisation de variétés améliorées. Abdoul Naser (2014) le confirme aussi, il montre que l'activité non agricole a un impact négatif sur l'adoption des variétés améliorées du mil.

Par contre, les résultats de l'analyse de Beshir et al. (2012) révèle que l'activité non agricole a une influence positive et significative sur l'adoption des nouvelles technologies agricoles. Pour notre cas, avoir une activité non agricole comme principale source de revenu diminue la probabilité d'adopter la variété du maïs hybride du fait qu'ils priorisent ces autres activités et investissent moins dans le secteur agricole.

Enfin, l'accessibilité au marché détermine l'adoption des nouvelles technologies agricoles, donc la variété du maïs hybride. Wudu (2017) confirme que l'accès au marché a une influence significative sur la décision d'adoption de la technologie améliorée du blé.

Cela implique que l'adoption du maïs hybride a augmenté lorsque les agriculteurs ont eu facilement accès aux informations du marché. Donc ces informations les incitent à adopter davantage des technologies à haut rendement.

IV.4.2. Effet d'adoption de la variété du maïs hybride

Les résultats de l'appariement par les scores de propension (PSM) confirment un effet positif d'adoption du maïs hybride sur le Rendement des Maïsiculteurs dans la zone d'étude. Cela implique que l'adoption du maïs hybride a une influence positive sur le rendement des maïsiculteurs. En effet, le rendement moyen pour les adoptants est de 39.2639178 kg/are et celle des non adoptants est de 21.7508699 kg/are. Le rendement moyen que les adoptants auraient obtenu lorsqu'ils n'avaient pas adoptés pas cette variété serait de 21.7789042 kg/are , alors que celle des non adoptants serait 27.4178748 kg/are s'ils avaient adoptés cette variété du maïs hybride. Par conséquent, l'effet moyen du traitement sur les traitées est 17.4850137 kg/are soit 1.7485 tonne /ha et Effet moyen du traitement sur non traités est de 5.66700498 kg/are soit 0.5667 tonne/ha.

Cela pourrait être interprété comme le résultat du changement technique occasionné par l'adoption de la variété du maïs hybride, les recherches agronomiques et les vulgarisateurs des variétés les plus productives qui présentent de multiples avantages pour les maïsiculteurs au Burundi.

Par ailleurs, sachant que les exploitants agricoles sont financièrement pauvres, les résultats trouvés révèlent que la vulgarisation des variétés améliorées du maïs les plus productives joue un rôle capital sur l'amélioration du rendement des maïsiculteurs à faible revenu.

A part les résultats du modèle économétrique, nous avons mis en relief quelques raisons d'adopter ou pas la variété du maïs hybride. Il s'agit de rendements élevés cités par 43,48% des adoptants échantillonnés, la qualité de cette variété de maïs hybride comme taille des graines, la couleur, les rendent compétitive sur le marché et évaluée à 26,08% des enquêtés d'adopter cette variété. De plus, 15,64% des répondants ont adoptés la variété en raison de leur meilleur goût, 5,79% pour la durée du cycle ; et 8,69% des adoptants imitent les autres qui l'ont adoptés compte tenu des avantages qu'elles procurent.

Ce résultat corrobore à plusieurs travaux comme les travaux de (Ndèye Fatou, 2017) dans son étude les déterminants et l'impact de l'adoption des semences certifiées de mil et de sorgho dans le bassin arachidier du Sénégal trouve que l'adoption des semences certifiées de mil et de sorgho a un impact positif sur les rendements et les dépenses alimentaires, quel que soit la méthode utilisée.

Il confirme que l'effet moyen du traitement sur les traités peut aller jusqu'à 77% que celle de non adoptants pour le mil et que le sorgho, l'effet du traitement sur les traités est quatre fois plus élevé que celui des non adoptants. De plus, Yèba C. (2020), porte sur l'Impact des semences améliorées sur la productivité du maïs au Bénin confirme également que l'adoption des variétés améliorées du maïs présente des effets nettement positifs comparativement à celle qui utilisant des semences locales et que son effet moyen sur les traités est estimés à 92.14169 kg par hectare. Selon (Ahmed et al., 2017) ses résultats confirment que l'adoption de variétés de maïs améliorées entraîne des gains significatifs en termes du bien-être et d' amélioration de la productivité agricole.

Melkamu T. (2022) confirme aussi dans son étude effectuée en Ethiopie que l'adoption de variétés améliorées du blé a un effet positif sur la productivité. En effet, l'effet moyen du traitement sur traité (ATT) a révélé que la productivité moyenne du blé des adoptants de cette

variété améliorée augmente de 16,62 quintaux par hectare (1,662 tonne/ha) par rapport aux non-adoptants. De même, Tesfaye et al., (2018) ont constaté que l'amélioration de l'adoption des variétés de blé augmentait considérablement la productivité, et Adane et al. (2019) ont également constaté que l'adoption de variétés de soja améliorées avait un effet positif sur la productivité.

Il est aussi conformé aux conclusions de Teno et al. (2018) qui ont montré que l'adoption de variétés de maïs améliorées a augmenté le rendement à un gain de 574 kg / ha au Nigeria. Aussi, Issoufou et al. (2017) ont révélé que les variétés améliorées du mil ont fait l’augmentation de rendement du mil de 406,93 kg/ ha au Niger. Tufa et al. (2019) ont montré également que l’adoption des variétés améliorées de soja a permis l’augmentation en moyenne de rendement de 61% des gains.

Conclusion du quatrième chapitre

Dans ce chapitre, plusieurs tests ont été faits pour apprécier la qualité du modèle.

Après avoir apprécié la qualité du modèle et assuré que le modèle est bien ajusté, nous avons procédé aux analyses descriptives et économétriques des variables. Les résultats de l'analyse ont révélé que l’âge des adoptants est plus élevé que celle des non adoptants en moyenne ; et les ménages dirigés par les hommes adoptent à 83.84 % que celle dirigés par des femmes. Ensuite, ces résultats ont révélé à travers une analyse économétrique les facteurs influençant l’adoption de variétés de maïs hybride puis l’intensité d’adoption de ces derniers. En effet, le sexe du chef du ménage, l’accès aux services de vulgarisation, l’accès au marché, le mode d’accès au foncier, l’appartenance à une organisation paysanne ou coopérative et la destination du maïs augmente la probabilité d’utilisation d’au moins une variété du maïs hybride. Les résultats économétriques ont fait état d’un effet positif de l’adoption de la variété du maïs hybride sur les rendements. L’effet du traitement sur les traités peut aller jusqu’à 17.48 kg/are soit 1748 kg/are. Cela implique que les rendements des adoptants sont plus élevés que ceux des non adoptants. Les résultats de notre étude nous permettent de conclure que la vulgarisation et l’utilisation des variétés du maïs hybride dans la région joue un rôle indispensable dans l’augmentation des rendements des agriculteurs.

CHAPITRE V. CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'effet d'adoption d'une variété du maïs hybride sur le rendement des ménages dans la commune Mbuye en province de Muramvya.

V.1. Conclusion générale

Le maïs constitue un aliment de base pour la plupart au Burundi. Il contribue de manière significative à la vie socio-économique des agriculteurs. La présente étude cherchait à répondre à la question de notre recherche : Quelle est l'effet de l'adoption des nouvelles variétés du maïs hybride sur le rendement des maïsiculteurs et quels sont les facteurs qui influencent l'adoption?

Notre étude a déterminé les facteurs socio-économiques, démographiques et institutionnels qui influencent l'adoption de la variété du maïs hybride ainsi que leur effet sur le rendement des Maïsiculteurs dans la zone d'étude. Ensuite, nous avons eu recours à plusieurs méthodes et outils comme le logiciel Excel et SPSS pour des analyses descriptives ; le logiciel Stata 15 pour déterminer les facteurs influençant l'adoption de cette variétés, et l'effet de cette adoption sur le rendement des ménages agricoles. Ces analyses ont été faites sur base des données collectées sur terrain auprès de 365 ménages.

Selon les résultats obtenus à l'aide de l'estimation de la méthode du maximum de vraisemblance montrent que sexe, location comme mode d'accès foncier, appartenance à une organisation paysanne (ou association), accès au service de vulgarisation, orientation marchande de la production du maïs et accès au marché jouent un rôle positif et significative sur l'adoption de la variété du maïs hybride dans cette zone d'étude. Cependant, l'activité non agricole comme principale source de revenu des ménages affiche une influence négative et significative sur l'adoption de cette variété. **Ces résultats nous permettent de confirmer notre première hypothèse** qui dit que les facteurs socioéconomiques, démographiques et institutionnels ont une influence significative sur l'adoption de la variété de maïs hybride dans la zone d'étude.

Concernant l'évaluation d'effet, les résultats économétriques révèlent que l'adoption des variétés du maïs hybride a un effet positif et significatif sur le rendement. L'effet du traitement sur les traités (ETT) implique que les rendements des adoptants sont plus élevés que ceux des non adoptants. En effet, le rendement moyen pour les adoptants est de 39.2639178 kg/are et celle des non adoptants est de 21.7508699 kg/are.

Le rendement moyen que les adoptants auraient obtenu lorsqu'ils n'adoptent pas cette variété serait de 21.7789042 kg/are, alors que celle des non adoptants serait 27.4178748 kg/are s'ils auraient utilisé cette variété du maïs hybride. Effet moyen du traitement sur les traitées est 17.4850137 kg/are soit 1.7485 tonne/ha et celle de non traitée est de 5.66700498 kg/are soit 0.5667tonne/ha. Ce résultat confirme notre deuxième hypothèse qui stipule que l'adoption de la variété du maïs hybride a un effet significatif sur le rendement des maïsiculteurs et s'aligne ainsi à la conclusion de certains travaux antérieurs qui ont trouvé que l'adoption des technologies à haut rendement est une solution pour accroître le rendement agricole.

V.2. Suggestions

Au regard des résultats et en vue d'inciter la productivité et la durabilité des systèmes de production en général et maïsicole en particulier dans la Commune Mbuye au Burundi. Quelques suggestions sont proposées afin de stimuler l'utilisation des variétés améliorées de maïs pour un accroissement de rendement agricole :

Au gouvernement :

- orienter les politiques agricoles vers l'encouragement de l'adoption de variétés maïs hybride qui contribuent efficacement à l'augmentation du rendement agricole pour les maïsiculteurs ;
- faciliter l'accès à la variété maïs hybride par des subventions mais aussi mettre en place des systèmes ou canaux de diffusion à travers des organisations paysannes qui sont répandues partout dans cette zone;
- sensibiliser et accompagner les producteurs appartenant à un réseau ou un groupement ;
- mettre en place des mesures pour que les intrants agricoles, semences améliorées et les engrais soient disponibles à temps et partout afin d'assurer l'accessibilité aux volontaires.

Aux institutions de recherche :

- Travailler en collaboration avec les producteurs et autre intervenants pour mieux comprendre leurs conditions de travail et les besoins de ces derniers pour une meilleure diffusion de nouvelles technologies ;
- former les membres des organisations paysannes qui à leur tour deviendront des cadres d'information et d'échange d'expérience ;
- orienter leurs actions à la diffusion et la vulgarisation des nouvelles technologies comme la variété maïs hybride.

Aux producteurs :

- adopter la variété du maïs hybride diffusées par les services de vulgarisation du fait que leur rendement est plus élevé que celui des variétés locales ;
- s'intégrer ou se regrouper dans des coopératives ou autres groupements agricoles dans le but d'accéder aux informations sur les nouvelles technologies agricoles.

V.3. Limites de ce travail

La robustesse de cette étude demeure dans l'originalité de son objectif et de sa conception méthodologique appliquée dans cette zone d'étude. Cependant, basée sur une approche comparative, notre recherche est le premier travail à exploiter l'effet d'adoption des nouvelles variétés du maïs hybride sur le rendement des ménages agricoles à l'aide de la méthode quasi expérimentale au Burundi. Malgré sa rigueur scientifique, cette étude comme tous les autres travaux de recherche, présente toutefois des faiblesses relevant de la complexité de réalité du monde rural, des variables à étudier et de la méthodologie.

L'étude a été réalisée dans une petite zone géographique du pays, elle ne peut donc pas représenter l'ensemble de la région. La période d'étude considérée était limitée à l'année 2022-2023.

Nous pensons que la prise de conscience des problèmes soulevés et la mise en œuvre des suggestions proposées contribuent sans doute à la valorisation du secteur et à l'amélioration du bien-être des ménages agricoles. Compte tenu des contraintes du temps et des moyens financiers, nous pensons que d'autres recherches futures pourraient enrichir le sujet.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AGRA. (2014). « Climate Change and smallholder in Sub-Saharan Africa ». Africa Agriculture Status Report 2014: *Alliance for a Green Revolution in Africa* (AGRA), pp28-32.
2. Ahmed, M. H., Geleta, K. M., Tazeze, A., Andualem, E. (2017). «The impact of improved maize varieties on farm productivity and wellbeing: Evidence from the east hararghe zone of Ethiopia ». *Development Studies Research*, vol.*4*, *N*°1, pp 9–21. https://doi.org/10.1080/21665095.2017.1400393
3. AKPO Yèba C., (2020), « Impact des semences améliorées sur la productivité du maïs au Bénin », by University of Abomey-Calavi (UAC), *Félix Houphouët Boigny University* ,Cocody , Abidjan. pp 18.
4. Angoran, O. A. (2004), *Burundi. Analyse du secteur agricole*, Policy Analysis Unit, FAO, Hararé.
5. BAD. (2019). *Document de Stratégie-Pays*. Groupe de la Banque Africaine de Développement, Bujumbura.
6. Banque M. (2021). *Agriculture et alimentation*. Rapport de la Banque Mondial.
7. Banyankiye, P.C. (2021).«La production interne du maïs couvrira-t-elle les besoins du pays?»
8. Barry, S. (2018). «Déterminants socioéconomiques et institutionnels de l'adoption des variétés améliorées de maïs dans le Centre-Sud du Burkina Faso ». *Revue d'Economie Theorique et Appliquee*, vol.6, N°.2, pp 221-238.
9. Baye Belay, (2020), « Impact of Improved Wheat Technology Package Adoption on Productivity in Oromia Regional State, Ethiopia ». *Ethiopian Institute of Agricultural Research,* Addis Ababa, Ethiopia. Vol. 10, n°2, pp. 103-113, 2020.
10. Bekanty Kouassi A. C. (2019). *Analyse des déterminants du choix et de l'adoption de variétés améliorées de riz cas des zones de Gagnoa et de Korhogo en Côte d'Ivoire*. Centre de Coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), Ecole supérieure d'agronomie (ESA), Côte d'Ivoire.
11. BELAY WUDU, (2017), « Determinants of adoption of improved wheat technology: in the case of Gozzamen district ». *East Gojjam in Amhara Regional State*, St. Mary's University ,Addis Ababa, Ethiopia. pp 40-44.

12. BELEM, Benido Claude Davy. (2017), «Analyse des déterminants de l'adoption des bonnes pratiques de production de l'anacarde au Burkina». *Université Laval*,Québec, Canada. pp 93.
13. Bryson, A., dorsett, R., & Purdon, Purdon, s. (2002). «The use of propensity score matching in the evaluation of active labor market policies ». *Department for work and Pensions* (no. 4) working paper. pp 38-45.
14. Caliendo, M., & Kopeinig, S. (2008). Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. *Journal of Economic Surveys*, 22(1)
15. Cheikh Anta Diop University, Dakar. pp 199.
16. CORAF. (2018). «Impact de l'adoption des variétés améliorées de maïs sur l'amélioration du bien-être et la réduction de la pauvreté des maïsiculteurs de la zone UEMOA». *Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricoles*. Dakar, Sénégal. pp : 18-19
17. CORAF/WECARD. (2018). «Impact de l'adoption des variétés améliorées de maïs sur le bien-être des maïsiculteurs au Bénin, au Burkina-Faso, en Côte d'Ivoire et au Mali ». *Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricoles*. Dakar, Sénégal. pp : 19
18. Cyrille Kanlindogbe (1), Emmanuel Sekloka (1), Valérien Amégnikin Zinsou (1), Armand Natta (2), (2020). « Amélioration de techniques de semis, de fertilisation et de récolte de fonio blanc (Digitaria exilis stapf ; poaceae) au Sénégal oriental et en Casamance (Sénégal)».*Université de Parakou*. Faculté d'Agronomie, Laboratoire d'Écologie, de Botanique et de Biologie végétale. BP 123. Parakou (Bénin).
19. Diagne, A. (2020). *Adoption et impact des innovations technologiques agricoles dans les filières maïs et arachide au Sénégal*. Université de Laval, Québec, Canada. pp 253.
20. Diagne, Coulibaly, Seck, Toure et Wopereis. (2013). « Africa's Rice Economy Before and After the 2008 Rice Crisis ». *Africa Rice Center* ,Cotonou.
    a. DOI : http://www.tropicultura.org/text/v31n2/1 37.pdf
21. Dominique, K. B. (2019). *Analyse des déterminants du choix et de l'adoption de variétés améliorées de riz.* Cas des zones de Gagnoa et de Korhogo en Côte d'ivoire.
22. Etoundi, N., & Dia, K. (2008). *Les déterminants de l'adoption des variétés améliorées de maïs : adoption et impact de la « CMS »*. Université de Yaoundé II - Soa; Mémoire de DEA-PTCI, Cameroun, pp 1-23.

23. FAO, FIDA et PAM. (2015). The State of Food Insecurity in the World. Meeting the international. *Food and Agriculture Organization Publications*. Rome.
24. FAO. (2020). Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2019-2028. In *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2019-2028*. https://doi.org/10.4060/ca4076fr
25. FAO, Union européenne et Cirad. (2022). *Profil des systèmes alimentaires – Burundi. Activer la transformation durable et inclusive de nos systèmes alimentaires*. Rome, Bruxelles et Montpellier, France. https://doi.org/10.4060/cb8671fr
26. FAO. (2017). Le Ministère ivoirien de l'Agriculture et les parties prenantes du secteur rizicole échangent en Corée sur le modèle de développement de la filière riz. cote d'ivoire: coopération sud-sud et coopération triangulaire.
27. FAO. (2022). Profil des systèmes alimentaires-Burundi, activer la transformation durable et inclusive de nos systèmes alimentaires. Bujumbura: FAO.
28. Feder, G., Just, R.E. et Zilberman, D. (1985). *Adoption of agricultural innovations in developing countries* : a survey. Econ. Dev. Cultural Change, 31, 255-298.
29. FIDA, (2022). Programme d'options stratégiques pour le Burundi. Bujumbura. pp 1-5
30. Furaha et al., M. e. (2016). Analyse comparative des coûts de production rizicole dans les pays de la CEPGL.
31. Gharold. M. (2015). Les cultures céréalières: riz, maïs, millet, sorgho et blé. Centre International de Conférences Abdou Diouf, Dakar-Sénégal.
32. Girma Gezimu, H. D. (2019). Différence entre le sexe dans l'adoption de la technologie agricole: le cas variétés améliorées de maïs dans le sud de l'Ethiopie.
33. Guide. San Francisco, Josey-Bass.
34. Heckman, J.J et Robb R. (1985). *Alternative methods for evaluating the impact of interventions.* Journal of econometrics, 30, 239-267.
35. https://mots-agronomie.inra.fr/index.php/Signification_des_rendements
36. Hussain, M.S. (1999). *An Analysis of the Efficiency of Cotton Farmers in the Punjab Province in Pakistan*. Ph.D. Thesis, University of New England, Armidale, Australia.
37. Hicintuka, C. (2023). *Gestion optimale et intégrée de la fertilité des sols acides du Burundi*. 0–9.
38. INPHB. (2013). « Les déterminants de l'adoption d'innovations techniques sur maïs à l'ouest Cameroun, une contribution à la sécurisation alimentaire». Yaoundé: *Institut national polytechnique Houphouët Boigny*, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

39. ISABU. (2012). Techniques de culture, de protection et de conservation du maïs –Cas des variétés à pollinisation libre. Bujumbura.
40. Issoufou, O. H., Boubacar, S., Adam, T., & Yamba, B. (2017). « Déterminants de l'adoption et impact des variétés améliorées sur la productivité du mil au Niger ». *African Crop Science Journal*, Niamey-Niger ,*25*(2), 207-220. https://doi.org/10.4314/acsj.v25i2.6
41. ISTEEBU. (2014). Enquête Nationale Agricole du Burundi de 2011-2012. Bujumbura.
42. ISTEEBU. (2017). Projections démographiques 2010-2050 niveau national et provincial. Bujumbura.
43. ISTEEBU, MINFIN, MINAGRIE, & DSIA. (2015). *Enquête Nationale Agricole du Burundi 2013-2014*.
44. ISTEEBU. (2018). *Enquête Nationale Agricole du Burundi résultats de la saison 2018 B.*
45. Bujumbura.
46. Jégourel. (2019). L'Afrique et les marchés mondiaux des matières premières p.4-5.
47. Lechner, M. (2002). Program heterogeneity and propensity score matching: an application to the evaluation of active labor market policies. Review of Economics and Statistics, 84(2).
48. Louis M. rea richard a. Parker. (1997). *Designing and Conducting Survey Research: A Comprehensive Guide. San Francisco, CA:* Josey-Bass. A Comprehensive Guide (ed.); San Francisco.
49. Mabah Tene, G. L., Havard, M., & Temple, & L. (2013). « Déterminants socio-économiques et institutionnels de l'adoption d'innovations techniques concernant la production de maïs à l'ouest du Cameroun ». *Tropicultura, 31*(19), 137–142.
50. Mabah Tene, G. L., Temple, L., & Harvard, M. (2013). « Les déterminants de l'adoption d'innovations techniques sur maïs au Cameroun, une contribution à la sécurisation alimentaire ». *1ère Conférence de la recherche africaine sur l'Agriculture, l'Alimentation Et la nutrition*, pp 283–291.
51. Macauley, D. H. (2015). « Les cultures céréalières: riz, maïs, millet, sorgho et blé ». *Nourrir l'Afrique*, Dakar Sénégal, Centre International de conférences Abdou Diouf.
52. Mayer, G. (2004). Diffusion Methodology: Time to innovate?" Journal of Health Communication: International Perspectives 9.
53. Melkamu T.,(2022). The Impact of Adopting Improved Wheat Technology on the Productivity and Income of Households in Misha District, Southern Ethiopia.

54. MINAGRI. (2008). Stratégie Agricole Nationale 2008-2015. Bujumbura.
55. MINAGRI. (2014). Stratégie Nationale de Développement de la filière riz au Burundi p.29. Bujumbura.
56. MINAGRI. (2014). Evaluation de la mise en œuvre des politiques agricoles nationales : défis et perspectives d'avenir. *Etats Généraux de l ' Agriculture et de l' Elevage (EGAE)*.
57. Morlon P., Hibon A., Horton D., Tapia M., Tardieu F., (1992). Les rendements obtenus par les paysans, face à la recherche agronomique et à la vulgarisation. In P. Morlon (coord.), Comprendre l'agriculture paysanne dans les Andes Centrales (Pérou-Bolivie). INRA Editions.
58. Ndèye Fatou, F.-M. (2017). *Les déterminants et l'impact de l'adoption des semences certifiées de mil et de sorgho dans le bassin arachidier du Sénégal*.
59. Ndèye Fatou, F.-M. (2017). *Les déterminants et l'impact de l'adoption des semences certifiées de mil et de sorgho dans le bassin arachidier du Sénégal*.
60. Ngondjeb,et al. (2013). «Déterminants de l'adoption des techniques de lutte contre l'érosion hydrique en zone cotonnière du Cameroun».
61. Nkurunziza G., Ndayisenga M., Ndayihanzamaso P., et.al. (2012). «Techniques de culture, de protection et de conservation du maïs – Cas des variétés à pollinisation libre ». Bujumbura: ISABU.
62. Nusura H. et Rusuku G., et al. (2013). « Le comportement des producteurs et la cohérence des politiques alimentaires et environnementales au Burundi ». Bujumbura: Université du Burundi.
63. OBR. (2020). Bulletin trimestriel des statistiques provisoires du commerce extérieur des marchandises du Burundi - 2ème trimestre 2020. Bujumbura.
64. OBR. (2020). *Statistiques du commerce extérieur des marchandises du Burundi*. 38.
65. OBR. (2020). Statistiques du commerce extérieur des marchandises du Burundi. Bujumbura: B.P 3465 Bujumbura II Tél : (+257)22 28 21 32 Webmail : info@obr.gov.bi
66. Site Web Retrouvé le 15/05/2023 à l'adresse : www.obr.bi.retrouve.
67. ODD. (2018). Rapport de priorisation des objectifs du développement durable de 2016-2018. Bujumbura.
68. ONCCS. (2020). Catalogue National des Espèces et Variétés Végétales admises à la certification au Burundi.

69. Onu, D. O. (2006). « Socioeconomic factors influencing farmers' adoption of alley farming technology under intensified agriculture in Imo State, Nigeria ». *Philippine Agricultural Scientist, 89*(2), 172–179.
70. Onu, D. O. (2006). Socioeconomic factors influencing farmers' adoption of alley farming technology under intensified agriculture in Imo State, Nigeria. *Philippine Agricultural Scientist, 89*(2), 172–179.
71. ONU. (2022). Profil des systèmes alimentaires-Burundi, activer la transformation durable et inclusive de nos systèmes alimentaires.
72. P.Chanou et al., J. Y. (2012). *Analyse comparative des résultats économiques de la production rizicole dans les pays de la CEPGL*.
73. PCDC, E. R. B. (2009). *Plan Communal de Développement Communautaire (PCDC),* Commune MBUYE – Province de MURAMVYA Validé par le conseil communal, PRADECS.
74. PNUD. (2017). Élaboration dans le cadre du processus de préparation de la conférence des nations unis sur le développement durable au Burundi.
75. Rea, L. M., & Parker, R. A. (1997). *Designing and Conducting Survey Research*: A Comprehensive
76. Recette, O. (2020). Statistiques du commerce extérieur des marchandises du Burundi Bujumbura. *Revue d'Economie Théorique et Appliquée*, vol.6, N°2, pp 221-238.
77. Rogers, E. M. (1962), *Diffusion of Innovations*. The Free Press. New York.
78. Rogers, E. M. (1983), *Diffusion of Innovations.* 3rd Edition. The Free Press. London. P. 453.
79. Rosenbaum, P. and D. Rubin. (1983). « The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects ». *Biometrika, vol.* 70, N°1, pp 41–55.
80. Rosenbaum,P.R., et Rubin D.B., (1985), « Constructing a Control Group Using Multivariate Matched Sampling Methods that Incorporate the Propensity Score », *The American Statistician Association*, Vol 39, No. 1, pp 33-38.
81. Rubin D.B., (2001), « Using Propensity Scores to Help Design Observational Studies : Application to the Tobacco Litigation », *Health Services and Outcomes Research Methodology*, Vol 2, pp 169–188.
82. Smith, J. A., & Todd, P. E. (2005).« Does matching overcome lalonde's critique of nonexperimental estimators?» *Journal of Econometrics*,vol. 125, N°1.pp 305-353.

83. Tekalegn, T. (2022). *Impact of Improved Potato Varieties Adoption On Household Resilience To Food Insecurity In Jeldu District, Western Shoa Zone, Oromia Regional State,* Jimma University college of Agriculture and Veterinary Medicine, partial fulfillment of the requirements , Ethiopia. pp 154.
84. Tene GLM, Havard M, Temple L. (2013). « Déterminants socio-économiques et institutionnels de l'adoption d'innovations techniques concernant la production de maïs à l'ouest du Cameroun ». *Tropicultura*, vol.31, N°2, pp 137-142.
85. Teno, G., Lehrer, K., & Koné, A. (2018). « Les facteurs de l'adoption des nouvelles technologies en agriculture en Afrique Subsaharienne: une revue de la littérature ». *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, *13*(2), 140–151. https://ageconsearch.umn.edu/record/274735/files/3.-Teno-et-al.pdf
86. Tesfaye, H., Baye, B., Eyob, B., Kaleb, K., Daniel, H., & Fitsum, D. (2018). Impact of Improved Wheat Variety on Productivity in Oromia Regional State, Ethiopia. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, *8*(4), 074–081. https://doi.org/10.15580/gjas.2018.4.092117135
87. U, I. S. (2012). Techniques de culture, de protection et de conservation du maïs –Cas des variétés à pollinisation libre
88. Université Félix Houphouët Boigny (Cocody), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Abidjan.
89. Weiss, C. H. (1997).« How Can Theory-Based Evaluation Make Greater Headway? »*Evaluation Review*, *21*(4), 501–524. https://doi.org/10.1177/0193841X9702100405
90. White, H. and Phillips, D. (2011). Small Impact Evaluations. *International Initiative for Impact Evaluation*, London Seminar Series.
91. Zaltman G., Duncan R., Holbeck J. (1973), Innovation and organizations, John Wiley

ANNEXES

Annexe 1 : Résultats détaillés

1. Tests du modèle logistique

1.1. Test de multicolinéarité

1.1.1. Analyse de la corrélation des variables explicatives du modèle

	sexe	age	niveau~n	situat~n	taille~e	superf~e	accs_f~r
sexe	1.0000						
age	0.0397	1.0000					
niveau_ins~n	0.1333	-0.1721	1.0000				
situation	-0.1078	0.2503	-0.1048	1.0000			
taille_mnage	0.1774	0.2402	0.0610	0.0386	1.0000		
superficie	0.1116	0.1051	-0.0098	-0.0558	0.1092	1.0000	
accs_foncier	0.1115	0.0872	0.0542	-0.1129	0.1130	0.0715	1.0000
acce_crdits	0.2100	0.1804	0.1048	-0.0529	0.1822	0.0940	0.2500
experience	0.0561	0.9018	-0.1696	0.2275	0.2412	0.1181	0.1075
op	0.0771	0.1728	0.0752	-0.0803	0.1474	-0.0020	0.3168
accs_vulg	0.1752	0.1447	0.0557	-0.0879	0.1345	0.0571	0.2522
dest_mas	0.1814	0.0613	0.1542	-0.0771	0.1274	0.0107	0.4773
activnagri	0.0844	0.0223	0.2076	-0.0270	0.0638	0.1000	0.0028
accs_encad~t	0.1098	0.1532	0.0237	-0.0278	0.0896	0.0647	0.2279
acces_marche	0.2713	0.0401	0.1355	-0.1055	0.0596	0.2591	0.2601

	acce_c~s	experi~e	op	accs_v~g	dest_mas	activn~i	accs_e~t
acce_crdits	1.0000						
experience	0.2381	1.0000					
op	0.5815	0.1743	1.0000				
accs_vulg	0.6514	0.2050	0.5024	1.0000			
dest_mas	0.3955	0.0961	0.4124	0.3940	1.0000		
activnagri	-0.0143	0.0232	-0.0388	0.0414	0.0312	1.0000	
accs_encad~t	0.6394	0.2187	0.4904	0.7280	0.3082	0.0674	1.0000
acces_marche	0.4254	0.1185	0.2773	0.4115	0.3391	0.0995	0.3977

	acces_~e
acces_marche	1.0000

Test de normalité des résidus

Skewness/Kurtosis tests for Normality

				joint	
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	Prob>chi2
residu	365	0.0089	0.7127	6.78	0.0337

1.1.2. Résultats du test de VIF

Variable	VIF	1/VIF
experience	5.76	0.173568
age	5.68	0.176047
accs_vulg	2.58	0.387664
accs_encad~t	2.50	0.400779
acce_crdits	2.39	0.418202
op	1.76	0.567038
dest_mas	1.59	0.628841
acces_marche	1.52	0.658624
accs_foncier	1.36	0.735462
sexe	1.16	0.864119
niveau_ins~n	1.15	0.867462
taille_mnage	1.14	0.877993
situation	1.13	0.888420
superficie	1.12	0.889823
activnagri	1.09	0.917664
Mean VIF	2.13	

1.2. Test de Hosmer et Lemeshow

```
Logistic model for adoptionvh, goodness-of-fit test

       number of observations =       365
 number of covariate patterns =       364
           Pearson chi2(348) =       293.98
                 Prob > chi2 =         0.9838
```

Source : l'auteur à partir des données d'enquête 2023

1.3. Test de bonnes prédictions du modèle avec l'aire de ROC

```
Logistic model for adoptionvh

number of observations =      365
area under ROC curve   =   0.9277
```

2. Les déterminants de l'adoption

2.1. Estimation du rapport de vraisemblance

```
Logistic regression                             Number of obs   =        365
                                                Wald chi2(18)   =     120.72
                                                Prob > chi2     =     0.0000
Log pseudolikelihood = -116.56426               Pseudo R2       =     0.5184
```

adoptionvh	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
1.sexe	1.077227	.6143844	1.75	0.080	-.126944	2.281399
age	.0232735	.0366502	0.64	0.525	-.0485595	.0951066
niveau_ins~n						
1	-.775569	.4922021	-1.58	0.115	-1.740267	.1891294
2	.4584979	.7140258	0.64	0.521	-.940967	1.857963
3	.3093993	1.126295	0.27	0.784	-1.898099	2.516897
situation						
2	.2483447	1.126634	0.22	0.826	-1.959817	2.456506
3	-.0717191	1.243399	-0.06	0.954	-2.508736	2.365297
taille_mnage	-.0997131	.1004701	-0.99	0.321	-.2966309	.0972048
superficie	.0105432	.0078103	1.35	0.177	-.0047648	.0258511
2.accs_fon~r	1.076976	.4326865	2.49	0.013	.228926	1.925026
1.acce_crd~s	.106269	.4471931	0.24	0.812	-.7702133	.9827513
experience	-.0158943	.0370103	-0.43	0.668	-.0884332	.0566446
1.op	1.997606	.4386061	4.55	0.000	1.137954	2.857258
1.accs_vulg	2.002365	.5293158	3.78	0.000	.9649249	3.039805
1.dest_mas	1.104897	.374533	2.95	0.003	.3708254	1.838968
1.activnagri	-1.827497	.7270221	-2.51	0.012	-3.252434	-.4025602
1.accs_enc~t	.5472063	.5899697	0.93	0.354	-.6091131	1.703526
1.acces_ma~e	1.277141	.3889487	3.28	0.001	.5148158	2.039467
_cons	-6.371624	1.945596	-3.27	0.001	-10.18492	-2.558325

2.2. Les effets marginaux

	Delta-method					
	dy/dx	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
1.sexe	.1128048	.0651668	1.73	0.083	-.0149198	.2405293
age	.002338	.0036933	0.63	0.527	-.0049007	.0095766
niveau_ins~n						
1	-.078063	.0485657	-1.61	0.108	-.17325	.017124
2	.0444531	.0689844	0.64	0.519	-.0907538	.1796599
3	.0301524	.1093476	0.28	0.783	-.1841649	.2444697
situation						
2	.0249637	.1131227	0.22	0.825	-.1967528	.2466801
3	-.007232	.1254212	-0.06	0.954	-.2530529	.238589
taille_mnage	-.0100169	.0099791	-1.00	0.315	-.0295756	.0095418
superficie	.0010591	.0007886	1.34	0.179	-.0004865	.0026047
2.accs_fon~r	.114703	.0467548	2.45	0.014	.0230654	.2063407
1.acce_crd~s	.0107814	.0458739	0.24	0.814	-.0791298	.1006926
experience	-.0015967	.0037342	-0.43	0.669	-.0089156	.0057223
1.op	.2335391	.0523645	4.46	0.000	.1309066	.3361716
1.accs_vulg	.2313819	.0642933	3.60	0.000	.1053693	.3573944
1.dest_mas	.1227457	.0444592	2.76	0.006	.0356073	.2098841
1.activnagri	-.1796965	.0651076	-2.76	0.006	-.307305	-.0520879
1.accs_enc~t	.0578806	.0647894	0.89	0.372	-.0691043	.1848655
1.acces_ma~e	.1413417	.0450166	3.14	0.002	.0531108	.2295725

Annexe 2 : Questionnaire d'enquête auprès des maïsiculteurs de la commune Mbuye

L'ADOPTION DE LA VARIETE DU MAÏS HYBRIDE ET SON EFFET SUR LE RENDEMENT AGRICOLE AU BURUNDI: CAS DE LA COMMUNE MBUYE

I. Localisation de l'enquête

Nom de l'enquêteur: ……

Identification du producteur

Nom et prénom du producteur : ……

Province……...…..... Date de l'enquête ……/……/ 2023

Commune ……...……

Colline ……..

1.0. Les caractéristiques socioéconomiques d'un maïsiculteur:

1.1. Sexe du Chef du ménage : |_____| Masculin |_____| Féminin

1.2. Age du Chef du ménage |_____|

1.3. Quel est votre Niveau d'instruction ?

|_____| 1.Non scolarisé ; |_____| 2.primaire ; |_____| 3.secondaire ; |_____| 4.supérieur.

1.4. Situation matrimoniale : |_____|1.Célibataire |_____| 2.Marié(e) |_____| 3.Veuf (ve)

1.5. Taille du ménage (Y compris le chef du ménage)? |_____|

1.6. Combien des membres de ménage qui travaillent avec vous dans le champ ? |_____|

1.7. Quelle est la superficie de votre champ de maïs (en ares Agricoles ou en m^2) |_____|

1.8. Comment avez-vous obtenu la terre que vous utilisez pour la maïsiculture ?

1. Propriétaire |_____| 2. Location |_____|

Si vous l'avez loué, c'est à combien ? |_ __ _ _|

1.9. Avez-vous passé combien d'années dans les exploitations du maïs ? |_____|

1.10. Est-ce que vous appartenez à une organisation paysanne (association)?|__|Oui ;|__| Non.

1.11. Quelle était votre motivation personnelle à rejoindre l'OP?

|_____| 1. Approvisionnement des intrants |_____| 2. Encadrement

|_____| 3. Epargne et crédit |_____| 4. Accès à l'information ;

|_____| 5. Partages des équipements |_____| 6.Vente rapides.

Autre à préciser : ……

1.12. Avez-vous reçu des services de vulgarisation ou d'encadrement?|___|Oui|___|Non

1.12.1. Si Oui, quel est le type de cette organisation ? …….

1. Etatique |____|; 2.organisation paysanne |____| ; 3. Tubura |____| ; 4.ONGs |____|

1.13. Quelle est la destination de votre maïs ? |_____| Autoconsommation |_____| Vente

1.14. Avez-vous accès aux intrants agricoles (engrais et semence)? |_____| Oui |_____| Non

1.14.1. Si Oui, par quel moyen ?

|_____| 1.Coopéc, |_____| 2. Tubura ; |_____| 3. ONGs ; 4. Autre ……..

1.15. Avez-vous l'accès au crédit ?

1.15.1. Avez-vous contracté un crédit pour vos activités agricoles au cours de la saison culturale A de 2022-2023 ? Oui |_____| ; Non |_____|

1.15.2. Si la réponse à 1.17 est oui, quelles étaient les sources du crédit ?

1. Épargne personnelle |_____|;2. Parents |_____| ; 3. Prêteur local |_____| ; 4.Coopérative |_____| ; 5 .Institution de Microfinance |____| ; 6.ONG TUBURA|_____|;7.Autre …….

1.15.3. Quel était le montant du crédit ? |_____|

1.16. Avez-vous des activités non agricoles comme principale source de revenu? |_____| Oui |_____| Non

1.17. Avez-vous l'accès à l'encadrement/formation agricole ? |_____| Oui |_____| Non

2.0. Adoption des variétés améliorées

	1=Oui ; 0=Non (Mettre le code)	Si non, pourquoi ? (Code 2)
Cultivez-vous les variétés améliorées du maïs Hybride?		
Code 2=Code raison non adoption : 1. Ne connaît pas 2.trop cher 3.semences non disponibles 4.faible accès aux fertilisants 5. non adaptées aux conditions climatiques 6. non résistantes aux maladies et ravageurs 7.cycle long 8.charge de travail important 9. Mauvais gout ; autres (à préciser) ……		

	Si Oui, pourquoi (code 3)	Type de variété (4)
Si la réponse à la question précédente est Oui, quels types de variétés cultivez-vous et pourquoi?		
Code 3= Code raison d'adoption : 1. Durée du cycle ; 2. Rendements plus élevés ; 3. Prix de vente élevé ; 4. Résistance aux maladies ; 5.Production plus facile à commercialiser ; 6. Meilleur goût ; 7. Les amis et/ou parents les cultivent ; 8. Autre (préciser) ……		
Code 4 = code de variété (4) : 1 …… ; 2. ……..; 3. ……		

2.1. Adoption des fertilisants engrais

	1=Oui ; 0=Non (Mettre le code)	Si Non, pourquoi ?(Code 5)
Avez-vous utilisé l'engrais chimique?		
Code 5=Code raison non adoption : 1. Ne connaît pas 2.trop cher 3. Engrais non disponibles 4.faible accès aux fertilisants 5.charge de travail important 6. autres (à préciser)		

	Si Oui, pourquoi (code 6)	Type d'engrais (7)
Si la réponse à la question précédente est Oui, quels types d'engrais utilisez-vous et pourquoi?		
Code 6= Code raison d'adoption : 1. Très fertilisant ; 2. Facile à utiliser ; 3. Les amis et/ou parents les utilisent ; 4. Autre (préciser)		
Code 7 = code d'engrais (7) : 1 …… ; 2. ……..; 3. ……		

5.2. Avez-vous respecté la dose recommandée lors de l'utilisation d'engrais ?|__|Oui ;|__| Non

5.2.1. Si Non, pourquoi vous ne respectez pas les normes recommandées ?

|_____| 1. Trop cher |_____| 2. Ça demande beaucoup de moyen

|_____| 3. Ça demande beaucoup de main-d'œuvre |_____| 4. Autre…….

B.2. Les charges variables de l'exploitation pour le maïs

Intrants	Quantité utilisée (kg)	Provenance des intrants	Prix unitaire	Prix total
Semences				
NPK (Imbura)				
Urée(Totahaza)				
Bagara				
Engrais organiques				
Produits phytosanitaires				

B.2. Main-d'œuvre familiale et extérieure utilisée dans les travaux agricoles de la campagne

Opérations culturales	Nombre de personnes dans la main d'œuvre	Nombre de jours	Coût unitaire	Coût total
Préparation du sol				
Semis				
Sarclage / application				
Récolte, battage, et mis en sacs				
Total				

B.3. Production

6.1. Combien de Kg du Maïs avez-vous récolté dans vos champs de maïs au cours de la saison culturale 2022-2023 ? |_____| Kg.

Nous vous remercions pour toutes ces informations fournies.