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

Analyse de l’adoption d’une technologie agricole et son effet sur le rendement du riz au Burundi : Cas de la variété du riz Rutete introduite par IRRI à Gihanga

Mpawenimana, Daniel; Sous la direction de : Pr. Willy Marcel Ndayitwayeko

2023-06
UB, Faculté des sciences économiques et administratives
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/480

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

==========

ANALYSE DE L'ADOPTION D'UNE TECHNOLOGIE AGRICOLE ET SON EFFET SUR LE RENDEMENT DU RIZ AU BURUNDI : Cas de la variété du riz Rutete introduite par IRRI à Gihanga

Par :

Daniel MPAWENIMANA

Mémoire

présenté et soutenu publiquement en vue d'obtenir du Diplôme de Master en Economie Rurale, Sociale et Environnementale.

Option : Economie Rurale et Gestion des entreprises agroalimentaires

==========

Sous la direction de :

Pr. Willy Marcel NDAYITWAYEKO

Bujumbura, Juin 2023

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY

Président : Dr.Ir. Patrice NDIMANYA

Directeur : Pr. Willy Marcel NDAYITWAYEKO

Secrétaire : Dr. Dismas MANIRAKIZA

DEDICACES

A mes chers parents ;

A mes frères et sœurs ;

A tous ceux qui m'ont encouragé.

MPAWENIMANA Daniel

REMERCIEMENTS

Ce mémoire est le fruit d'une longue aventure scolaire qui a débuté dès le début de nos études primaires jusqu'à l'université. Avant et durant cette aventure, des personnes nous ont accompagné et nous ont permis de franchir la ligne d'arrivée. Je tiens ici à les remercier.

Nous adressons nos sincères et profonds remerciements à notre encadreur, Professeur Willy Marcel Ndayitwayeko. Il nous a guidé et épaulé durant la période de mémoire. Sa rigueur et son esprit critique nous ont permis d'améliorer ce travail. Merci pour les conseils avisés, le soutien et l'encouragement durant les moments difficiles.

Nos remerciements vont aussi au Professeur Ingénieur Joseph Bigirimana et Msc. Jean Perchmans Bizimana pour leurs orientations enrichissantes et leurs suggestions pertinentes qui ont considérablement amélioré ce travail. Merci également à l'ensemble des professeurs qui ont participé à notre formation universitaire. Leurs compétences, leur savoir-faire, leur dévouement et leur rigueur ont été la clé de notre succès durant ces deux années académiques de master passées à l'université.

Nous tenons à remercier l'institution internationale de recherche sur le riz (IRRI) au Burundi pour nous avoir accepté afin que nous puissions faire notre recherche sur ses variétés du riz vulgarisées. Merci aussi à son personnel surtout les agents de terrain, à travers le représentant pays de l'institution, qui ont accepté de nous déplacer durant la période de la collecte des données.

Merci à nos enquêteurs Gordien Niyonsaba, Zerbabel Irashoboye, Omer Nsengiyumva, Samuel Bitariho et Jean claude Nitunga qui ont humblement accepté de nous aider pour les activités de terrain malgré leurs multiples occupations. Merci au personnel de la SRDI qui nous a accordé la permission de mener notre enquête auprès de ses encadrés riziculteurs. Merci également à tous les producteurs du riz de la zone d'étude qui nous ont ouvert leurs portes et pris leur temps pour répondre aux questions.

Enfin, merci à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

MPAWENIMANA Daniel

RESUME

L'adoption des variétés améliorées permet d'améliorer le rendement des agriculteurs. Le Burundi, à l'instar des autres pays, investit dans la recherche et le développement agricole. Toutefois, le constat est que l'adoption des variétés améliorées demeure faible, entrainant du rendement moyenne en deçà du potentiel des variétés améliorées.

L'objectif général de cette étude est de déterminer l'effet l'adoption de la variété du riz sur le rendement des riziculteurs de la commune Gihanga. Les objectifs spécifiques sont : Identifier les contraintes liées à la production du riz ; estimer le taux d'adoption de la variété du riz rutete; analyser les facteurs qui influencent l'adoption de ladite variété et évaluer l'effet de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs. Les données ont été collectées auprès de 524 riziculteurs repartis dans les cinq villages (Buringa; murira ; Nyeshanga ; Ninga et Bwiza bwa Ninga) de la commune gihanga. Le coefficient de corrélation de Kendall a été utilisé pour ranger les contraintes identifiées selon le degré d'exposition. Les méthodes économétriques probit et Logit ont été utilisées respectivement pour l'estimation du taux d'adoption et l'analyse des déterminants influençant les riziculteurs à l'adoption de la variété du riz rutete. L'effet de l'adoption de la variété du riz rutete a été évalué grâce à la méthode d'appariement par score de propension.

Les résultats ont montré le classement des contraintes identifiées selon le degré d'exposition comme suit : la première contrainte est l'insuffisance ou retard des engrais, la deuxième est le problème de disponibilité en eau, la troisième est le manque d'accès au crédit agricole, la quatrième est les dommages causés par les insectes, les maladies et les ravageurs, la cinquième est le manque des services de vulgarisation et la sixième est les Petites superficies. Le taux d'adoption potentiel dans l'ensemble de la population échantillonnée est de 29%. Les déterminants identifiés d'adoption de la variété du riz rutete sont le sexe du chef du ménage, le niveau d'éducation, la superficie emblavée, la possession du téléphone portable et appartenance à une association. L'étude a découvert un effet positif et significatif de l'adoption d'une variété du riz rutete sur le rendement de riziculteurs. Les résultats de cette étude montrent que les riziculteurs qui ont adopté cette variété ont un rendement de 1 823 kg/ha. Ils ont montré également que si les riziculteurs qui n'ont pas adopté cette variété, décidaient de l'adopter, leur rendement devrait égale à 1 984 kg /ha. Il est recommandé au gouvernement et aux institutions de recherche impliquées dans le secteur agricole de soutenir les agriculteurs en subventionnant spectaculairement les intrants agricoles dans le but d'augmenter le rendement des agriculteurs.

Mots clés : Adoption - Appariement – Effet – Rendement – Variété Rutete.

ABSTRACT

The adoption of improved varieties improves the yield of farmers. Burundi, like other countries, invests in agricultural research and development. However, the observation is that the adoption of improved varieties remains low, resulting in average yield below the potential of improved varieties.

The general objective of this study is to determine the effect of the adoption of the rutete rice variety on the yield of rice farmers in Gihanga commune. The specific objectives are: to identify constraints related to rice production; estimate the adoption rate of the rutete rice variety; analyze the factors that influence the adoption of the said variety and evaluate the effect of the adoption of the rutete rice variety on the yield of rice farmers. The data was collected from 524 rice farmers distributed in the five villages (Buringa; murira; Nyeshanga; Ninga et Bwiza bwa Ninga) of Gihanga commune. Kendall's correlation coefficient was used to rank the constraints identified according to the degree of exposure. The probit and logit econometric methods were used respectively to estimate the adoption rate and to analyze the determinants influencing rice farmers to adopt the rutete rice variety. The effect of adopting the rutete rice variety was assessed using the propensity score matching method.

The results showed the ranking of the constraints identified according to the degree of exposure as follows: the first constraint is the insufficiency or delay of fertilizers, the second is the problem of water availability, the third is the lack of access to agricultural credit, fourth is insect, disease and pest damage, fifth is lack of extension services, and sixth is small acreage. The potential adoption rate in the entire sampled population is 29%. The identified determinants of adoption of the rutete variety are the sex of the head of the household, the level of education, the area sown, the possession of a mobile phone and membership of an association. The study found a positive and significant effect of the adoption of a variety of rutete rice on the yield of rice farmers. The results of this study show that rice farmers who have adopted this variety have the yield of 1 823 kg/ha. They also showed that if rice farmers who haven't adopted this variety, decided to adopt it, their yield gain should be equal to 1 984 kg /ha. It is recommended that the government and research institutions involved in the agricultural sector support farmers by dramatically subsidizing agricultural inputs with the aim of increasing the yield of farmers.

Keywords: Adoption - Effect - Matching - Variety of Rutete Rice – Yield.

TABLE DES MATIERES

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY ..... **i**
DEDICACES ..... **ii**
REMERCIEMENTS ..... **iii**
RESUME ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
TABLE DES MATIERES ..... **vi**
LISTE DES FIGURES ..... **x**
LISTE DES TABLEAUX ..... **xi**
SIGLES ET ABREVIATIONS ..... **xii**
AVANT-PROPOS ..... **xiv**
CHAPITRE I. INTRODUCTION GENERALE **1**
I.1. Contexte et justification 1
I.2. Problématique 4
I.3. Objectifs de recherche 5
I.3.1. Objectif global 5
I.3.2. Objectifs spécifiques 5
I.4. Hypothèses de recherche 5
I.5. Intérêt et justification de l'étude 6
I.5.1. Intérêt de l'étude 6
I.5.2. Justification de l'étude 6
I.6. Délimitation de l'étude 7
I.7. Organisation de l'étude 8
CHAPITRE. II. REVUE DE LA LITTERATURE **9**
II.1. Introduction 9
II.2. Revue théorique 9
II.2.1. Les approches théoriques utilisées dans la littérature sur l'analyse de l'adoption 9
II.2.1.1. Approches psychosociales 9
II.2.1.1.1. Théorie d'adoption d'innovation technologique 9
II.2.1.1.2. Théorie de l'acceptation de technologie 10
II.2.1.2. Approches économétriques de l'analyse de l'adoption 12
II.2.1.2.1. Théorie d'utilité de McFadden : Fondement économique de l'adoption 12

II.2.1.2.2. Modélisation économétrique 12
II.2.2. Théorie sur l'évaluation de l'effet d'intervention et principales méthodes proposées dans la littérature 13
II.2.2.1. Théorie du changement 14
II.2.2.2. Principales méthodes proposées dans la littérature 15
II.3. Revue empirique 18
II.3.1. Contraintes de la production rizicole 18
II.3.2. Déterminants de l'adoption d'une technologie agricole 20
II.3.3. Effets de l'adoption d'une technologie agricole sur le rendement 22
II.4. Origine et répartition du riz au Burundi 24
Conclusion du deuxième chapitre 25
CHAPITRE III. METHODOLOGIE DE RECHERCHE 26
III.1. Aperçue de l'étude 26
III.2. Description de la commune Gihanga 26
III.3. Justification du choix de la commune Gihanga 28
III.4. Conception de l'étude 28
III.5. Procédure d'échantillonnage 29
III.5.1. Détermination de la taille de l'échantillon 29
III.5.2. Constitution de la base de sondage 30
III.5.3. Méthode de tirage de l'échantillon 30
III.6. Choix de variété du riz 31
III.7. Méthode de collecte des données 31
III.7.1. Structure du questionnaire 31
III.7.2. Pré-enquête 32
III.7.3. Enquête 32
III.8. Cadre théorique et analytique 32
III.8.1. Identification des contraintes liées à production du riz 33
III.8.2. Evaluation du taux d'adoption de la variété du riz rutete 33
III.8.3. Analyse des déterminants d'adoption de la variété du riz rutete 34
III.8.4. Evaluation de l'effet d'adoption de la variété rutete sur le rendement 37
III.8.4.1. Le modèle d'appariement par score de propension 37
III.8.4.2. Etapes d'évaluation de la qualité d'appariement 40
III.8.4.3. Choix de l'estimateur d'appariement 41

III.9. Test appropriés du modèle économétrique 42
III.9.1. Test de multicolinearite 42
III.9.2. Tests de Hosmer-Lemeshow 43
III.9.3. Test de bonnes prédictions avec la Surface ROC 43
III.10. Les logiciels de collecte et d'analyse des données 44
III.11. Définition des variables de l'étude 44
III.11.1. Variable dépendante 44
III.11.2. Variables indépendantes 45
III.11.2.1. Les variables sociodémographiques 45
III.11.2.2. Les variables socioéconomiques 46
III.11.2.3. Les variables institutionnelles 47
III.12. Cadre conceptuel de l'étude 50
Conclusion du troisième chapitre 51
CHAPITRE IV. PRESENTATION, INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS 52
IV.1. Présentation et interprétation des résultats 52
IV.1.1. Analyse descriptive sur les caractéristiques des exploitants rizicoles selon le statut d'adoption 52
IV.1.1.1. Production et rendement des riziculteurs 53
IV.1.1.2. Caractéristiques sociodémographiques des répondants 54
IV.1.1.3. Caractéristiques socioéconomiques des répondants 56
IV.1.1.4. Caractéristiques institutionnelles des répondants 58
IV.1.2. Les contraintes de la production rizicole 59
IV.1.3. Evaluation du taux d'adoption de la variété du riz rutete 62
IV.1.4. Les déterminants d'adoption de la variété du riz rutete 65
IV.1.4.1. Les résultats des tests du modèle logit 65
IV.1.4.2. Estimation des facteurs influençant les riziculteurs à l'adoption 66
IV.1.4.2.1. Interprétation des rapports de chances 67
IV.1.4.2.2. Interprétation des effets marginaux 68
IV.1.5. Effet de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs 69
IV.1.5.1. Evaluation de la qualité d'appariement et réduction des biais 69
IV.1.5.2. Résultats de l'effet de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs 73

IV.2. Discussion des résultats 75
IV.2. 1. Contraintes liées à la production du riz 75
IV.2.2. Taux d'adoption d'une variété du riz rutete 77
IV.2.3. Déterminants de l'adoption d'une variété du riz rutete 78
IV.2.4. Effet de l'adoption d'une variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs 80
Conclusion du quatrième chapitre 82
CHAPITRE V. CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS 83
V.1. Conclusion générale 83
V.2. Recommandations 85
V.3. Domaines de recherche future 86
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 87
ANNEXES 98

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Evolution de la production rizicole au Burundi 3
Figure 2 : model de l'acceptation des technologies (TAM) 11
Figure 3 : Aperçu de l'environnement de l'étude 27
Figure 4 : Cadre conceptuel de l'étude 50
Figure 5 : Illustration de la production rizicole des répondants 53
Figure 6 : Rendement des riziculteurs 53
Figure 7 : Niveau d'éducation des répondants 55
Figure 8 : Possession du téléphone et accès au marché des répondants 56
Figure 9 : Superficie et expérience agricole parmi les répondants 57
Figure 10 : Illustration du niveau d'adoption de la variété du riz rutete et d'autres variétés 62
Figure 11 : Raisons d'adoption de la variété du riz rutete 63
Figure 12 : Biais standardisé avant et après appariement 71
Figure 13 : Distribution des scores de propension et support commun 73

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Forces et faiblesses de la méthode d'appariement par score de propension 18
Tableau 2 : Les variables du modèle et les signes attendus des paramètres 47
Tableau 3 : Sexe et stat matrimonial des répondants 54
Tableau 4 : Age, taille du ménage et main d'œuvre familiale des répondants 55
Tableau 5 : Caractéristiques institutionnelles des répondants 58
Tableau 6 : Classement des contraintes de la production du riz 60
Tableau 7 : Type de variétés les plus utilisées à Gihanga 63
Tableau 8 : Résume des résultats des tests de spécification du modèle 65
Tableau 9 : les déterminants de l'adoption d'une variété du riz rutete 66
Tableau 11 : Test de réduction des biais 70
Tableau 12 : Contrôle de biais standardisés des variables indépendantes 72
Tableau 13 : Résultats d'estimation d'effet de l'adoption de la variété du riz rutete 74

SIGLES ET ABREVIATIONS

$	: dollar
%	: Pourcentage
^{0}c	: Degré Celsius
A	: adoption
℀	: et
An	: Année
BMD	: Baccalauréat Master et Doctorat
EMT	: Effet Moyen de Traitement
EMTNT	: Effet Moyen de Traitement sur les Non Traités.
Etc	: Excetera
FAO	: Food and Agriculture Organisation
FAOSTAT	: Food and Agriculture Organization of the United Nations
FCFA	: Franc des Communautés Financières Africaines
FUP	: Facilite d'Utilisation Perçue
Ha	: Hectare
Hab	: Habitant
INEAC	: Institut National des Études Agronomiques
IRRI	: Institut Research Rice International
ISABU	: Institut des Sciences Agronomiques du Burundi
ISTEEBU	: Institut de Statistiques et d'Etudes Economique du Burundi
Km	: Kilomètre
LMD	: Licence, Master et Doctorat
M	: Mettre
MINAGRI	: Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage
Mm	: Millimètre
Mt	: Milles tonnes
NERICA	: Nouvelle riz pour l'Afrique
NT	: non traité
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
ONU	: Organisation des Nations Unies
P	: probabilité

PCDC : Plan Communal du Développement Communautaire
PIB : Produit Intérieur Brut
PSM : Propensity Score Matching
RDC : République Démocratique du Congo
RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
RYMV : Rice Yellow Mottle Virus
SRDI : Société Régionale de Développement de l'Imbo
SPSS : Statistical Package for Social Science
STATA : Statistical software for data science
t : tonne
T : traité
TAM : Technology Acceptance Model
UP : Utilité Perçue
ε : erreur

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 **« *analyse de l'adoption d'une technologie agricole et son effet sur le rendement du riz au Burundi : cas de la variété du riz rutete introduite par IRRI à Gihanga* »** a été choisi afin de mieux examiner l'effet d'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs qui ont décidé de l'adopter et le rendement que pourraient avoir les riziculteurs 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 riziculteurs 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 du riz rutete a une importance capitale dans l'accroissement du rendement des riziculteurs adoptants.

CHAPITRE I. INTRODUCTION GENERALE

Ce chapitre est consacré à la présentation du contexte général de l'adoption d'une technologie agricole et ses effets sur le rendement du riz, la problématique et les questions de recherche, les objectifs de recherche et les hypothèses, Intérêt de recherche, Justification du choix du sujet, délimitation de l'étude et son organisation sont présentés dans ce chapitre.

I.1. Contexte et justification

Le secteur agricole joue un rôle fondamental dans l'économie de nombreux pays de la planète, particulièrement dans les pays en développement où la plus grande partie de la population dépend de l'agriculture pour sa substance. Par ailleurs, la promotion de ce secteur est une préoccupation commune à tous ceux qui participent au développement économique et social.

En effet, le riz est le produit agricole le plus consommé en Afrique subsaharienne. Il représente la deuxième céréale après le maïs. Sa production augmente plus que sa consommation. De 2014 à 2018, la production a augmenté de 26 %, soit 22,4 Mt en 2014, contre 28,3 Mt en 2018. C'est d'autant plus vrai que sa consommation a explosé depuis les années nonante : elle a dépassé 37 Mt (en équivalent riz blanchi) en 2017 et devrait avoisiner 39 Mt en 2018, soit 5,4 % des céréales consommées (Jégourel, 2019).

Par ailleurs, le secteur agricole occupe une place prépondérante au Burundi en raison de la taille de sa population, de ses disponibilités alimentaires, de son offre d'emploi, de ses revenus publics et de son poids économique. Il occupe 93% de la population burundaise active, fournit 95% de l'offre alimentaire, 90% des emplois et plus de 90% des recettes en devises (MINAGRI, 2014). De plus, le Plan national de développement du Burundi en 2018 a indiqué que l'agriculture burundaise contribue à 39,6 % du PIB, ce qui met en évidence son faible rendement.

Elle est essentiellement composée d'exploitations agricoles familiales dont 1.556.529 ménages pratiquent l'agriculture (ISTEEBU, 2014). La relance et l'amélioration du secteur agricole seraient conduites à travers la promotion d'une agriculture à haute valeur ajoutée contribuant à la réduction de la pauvreté et à la sécurité alimentaire.

En outre, l'amélioration de la filière riz constitue un axe majeur pour le développement du secteur agricole (MINAGRI, 2014). De plus, après son introduction au Burundi en 1890 (Nizigiyimana, 2009), la riziculture pluviale est demeurée cantonnée dans la partie australe de la plaine de l'Imbo (le long du lac Tanganika) et dans la dépression du Moso à l'Est du pays.

C'était dans le souci d'accroître la sécurité alimentaire d'une population à forte croissance (3% par an) que le riz irrigué fut introduit dans la plaine de l'Imbo (800 à 1.100md'altitude) en 1969 (Gahiro, 2013).

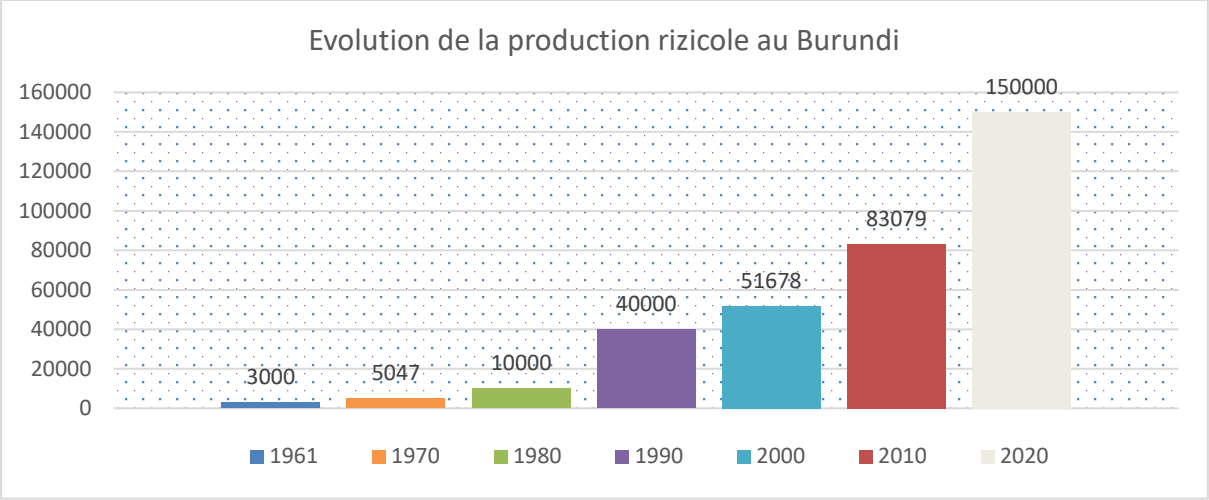
Son extension aux différentes zones agroécologiques[1] à travers les projets de la SRDI (1973), ISABU (1977), l'IRRI (2008), a contribué dans l'augmentation de la production locale. En 1981, il fut étendu aux marais de basse et de moyenne altitude (1.300 à 1.700 m d'altitude) (MINAGRI, 2014).

Considéré jadis comme un aliment de luxe consommé quasi exclusivement par les élites urbaines, le riz est progressivement devenu une céréale de base des ménages ruraux, urbains et des collectivités (armée/police, écoles, hôpitaux) (Gahiro, 2011). Cela a montré que sa demande restait supérieure à l'offre domestique. Le rapport de MINAGRI en (2014) a montré que le Burundi produisait en moyenne 56 060 tonnes du riz blanchi soit 101.928 tonnes du riz paddy alors que la demande était estimée entre 92 000 tonnes et 123 000 tonnes du riz blanchi. La demande était globalement en forte hausse suite à l'accroissement de la population, à l'urbanisation et à l'évolution des modes de consommation (MINAGRI, 2014). Pour contribuer à la réduction de cette dernière, les burundais avaient recours aux importations du riz surtout de la Tanzanie et de la Zambie.

Cependant, l'Institut International de Recherche sur le Riz (IRRI) a contribué, depuis 2008 jusqu'à nos jours, à la promotion du secteur rizicole par l'introduction de nouvelles variétés de riz très productives, résilientes et adaptatives au stress biotique et abiotique pour les zones rizicoles (IRRI, 2020). En outre, la production locale du riz couvrait progressivement son importation. Entre 1984 et 2019, la production du riz est passée de 18 000 à 120 000 tonnes métriques par an, soit une augmentation de 566 % en 35 ans[2].

[1]Une **zone agroécologique** détermine une unité cartographique qui est définie par le climat, les sols (ou substrats) et le modelé des terres (géologie), et/ou le couvert végétal, et ayant des contraintes et des capacités spécifiques relatives à l'utilisation des terres, y compris les **zones** pédologiques.
[2] https://www.irri.org/where-we-work/countries/burundi

Figure 1 : Evolution de la production rizicole au Burundi



Source : FAOSTAT, 2022[3]

En effet, le Bulletin du Commerce Extérieur (3ème trimestre 2018) informe que 10 995,9 tonnes et 3 219, 1 tonnes du riz ont été importées respectivement au troisième trimestre de 2017 et 2018 (ISTEEBU, 2018), ce qui faisait une réduction aux importations de 70,72%. Donc, la production du riz local est non seulement pour la consommation, mais aussi une source de croissance économique à travers ses effets sur la substitution à l'importation. D'ailleurs, l'importation de riz requiert une somme colossale de devises que l'Etat devrait allouer à d'autres secteurs de la vie du Pays (MINAGRI, 2014).

La riziculture au Burundi est principalement pratiquée par les petits exploitants agricoles. Ils ont été formés aux bonnes pratiques agricoles par les scientifiques de l'IRRI et de l'ISABU afin d'améliorer les moyens de subsistance de leurs familles et d'augmenter les revenus les permettant de satisfaire leurs besoins alimentaires et non alimentaires grâce au rendement du riz (MINAGRIE, 2014). Le Bureau de l'IRRI au Burundi a mené des recherches de sélection sur plus de 1.150 variétés en provenance du bureau de l'IRRI en Philippines (MINAGRIE, 2014). Les variétés du riz développées par l'IRRI donnent plus de grains.

Par conséquent, l'IRRI est devenu la première organisation de recherche se consacrant à la réduction de la pauvreté et de la faim grâce à la science du riz, à l'amélioration de la santé et du bien-être des riziculteurs et des consommateurs et à la protection de l'environnement rizicole pour les générations futures (IRRI, 2016). De plus l'adoption et la diffusion des technologies auprès des petits exploitants agricoles pauvres en ressources sont des conditions

[3] Classement des Etats d'Afrique par production de riz

préalables essentielles à l'augmentation du rendement agricole et, partant, de la prospérité économique des pays en développement. Or, dans la plupart de ces pays, des ressources considérables ont été consacrées à la fourniture d'une assistance technique et d'une éducation aux petits exploitants agricoles dans l'espoir que ces technologies soient diffusées et adoptées (Agboh-Noameshie et *al.*, 2007).

C'est dans ce contexte qu'il est nécessaire aujourd'hui d'améliorer le rendement de cette céréale qui présente des qualités nutritionnelles et d'importants avantages dans le but de limiter en définitif les importations du riz (Gueye, 2016).

I.2. Problématique

Malgré tous les investissements et les efforts déployés pour stimuler la production de riz au Burundi, l'objectif ultime d'atteindre la production potentielle et l'autosuffisance alimentaire en riz n'a pas été atteint. Par exemple, en 2018 le pays a importé environ 3 219, 1 tonnes du riz (ISTEEBU, 2018) pour satisfaire la consommation locale. Le niveau de rendements du Burundi pour le riz est faible si on le compare aux rendements dans d'autres pays africains pour le riz qui varient de 3,5 à 7 tonnes/ha (FAO, 2016). La productivité est en effet estimée à 4 tonnes par hectare (ISTEEBU, 2015) mais les écosystèmes irrigués offrent des potentiels de rendements élevés du fait d'une meilleure maîtrise de l'eau.

Par ailleurs, avec une densité de population de 329 habitants/km^2 en superficie de terres arables, il est peu probable de développer de nouveaux périmètres au Burundi (Nyamweru, 2017). Les chances d'augmenter la production de riz en amenant plus de terres à la culture du riz sont réduites.

Signalons que dans un pays comme le Burundi où les ressources de production (en particulier la terre) sont extrêmement rares, l'adoption des nouvelles technologies agricoles au niveau des agriculteurs est le meilleur complément à tous les efforts déployés pour l'autosuffisance en matière de production du riz.

En outre, des études de Irz et *al.* 2001 ; Mendola, 2007, Diagne *et al.,* 2012 ont montré que l'adoption des techniques agronomiques permet d'augmenter rapidement la production rizicole, améliorer la sécurité alimentaire, consacrer des surfaces à la diversification alimentaire. Mais, la question de savoir si cela est vrai au Burundi reste une question empirique.

Néanmoins, l'adoption des technologies agricoles a été très peu documentée par des économistes au Burundi. Ndimanya et Ndayitwayeko (2010) se sont penchés sur le niveau d'adoption des technologies dans une étude de cas du riz à Gihanga mais ils n'ont pas abordé la question de ses effets. On constate alors que des études d'effet sont très rares avec une attention limitée sur l'effet de l'adoption des technologies agricoles sur le rendement des riziculteurs. Il se pose alors la question de savoir « quel est l'apport de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs de Gihanga ? » Celle-ci soulève d'autres questions spécifiques de recherche préoccupantes telles que :

1. Quelles sont les contraintes de production chez les riziculteurs de la zone d'étude ?
2. Quel est le niveau d'adoption de la variété du riz rutete ?
3. Qu'est-ce qui détermine la décision d'un ménage des exploitants agricoles d'adopter la variété du riz rutete ?
4. Existe-t-il un effet d'adoption de cette variété sur le rendement des riziculteurs ?

I.3. Objectifs de recherche

I.3.1. Objectif global

L'objectif principal de l'étude est de déterminer l'effet de l'adoption d'une variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs de la commune Gihanga.

I.3.2. Objectifs spécifiques

Pour aboutir aux résultats attendus de notre étude, il s'agit spécifiquement de :

- Identifier les contraintes liées à la production du riz ;
- Estimer le taux d'adoption de la variété du riz rutete;
- Analyser les facteurs qui influencent l'adoption de ladite variété chez les riziculteurs ;
- Evaluer l'effet de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs.

I.4. Hypothèses de recherche

- Les contraintes techniques identifiées n'affectent pas la production des riziculteurs ;
- Le taux d'adoption de la variété du riz rutete est faible
- Les facteurs démographiques, socioéconomiques et institutionnels n'influencent pas l'adoption de la variété du riz rutete;

- L'adoption de la variété du riz rutete n'a pas d'effet sur le rendement des riziculteurs.

I.5. Intérêt et justification de l'étude

I.5.1. Intérêt de l'étude

Cette étude permet de comprendre si les riziculteurs de Gihanga qui ont adoptés la variété améliorée du riz rutete produisent de manière efficace ou non, en vue d'informer les riziculteurs, le gouvernement et toute partie prenante du processus de production du riz. Elle apportera également une contribution sur des différentes institutions de recherche et des organisations ayant des programmes de développement, plus particulièrement au niveau de la compréhension des méthodes d'analyse d'effet des programmes sur les bénéficiaires. Elle offre une compréhension plus fine de l'effet de l'adoption de la variété améliorée du riz rutete sur le rendement des riziculteurs.

Ayant noté que les études d'effet au Burundi sont très rares avec une attention limitée sur l'effet d'adoption des technologies agricoles, l'étude va donc combler le vide et contribuer à l'exploration des potentiels offerts par les institutions de recherche sur le riz à travers une amélioration du rendement et de la rentabilité.

En identifiant et en comprenant les contraintes liées à la production du riz, les caractéristiques démographiques, socio-économiques et institutionnelles qui influencent les riziculteurs à l'adoption, l'étude fournira des connaissances informatives pour les producteurs, le gouvernement et les acteurs de la production rizicole sur les facteurs clés à privilégier pour leurs interventions afin de stimuler le rendement du riz. Les résultats de l'effet de l'adoption d'une technologie agricole sur le rendement contribueront à éclairer les décideurs politiques dans l'orientation de leurs futures interventions.

En fin pour les futurs chercheurs sur ce genre de thématique, les résultats de cette étude contribueront à leurs revues empiriques.

I.5.2. Justification de l'étude

Le secteur agricole en particulier rizicole occupe une place de choix dans l'économie burundaise. Il contribue à assurer la sécurité alimentaire, réduire la pauvreté et limiter l'importation du riz. Il est aussi une source importante de revenus pour les populations rurales et des devises pour le développement du pays. Cependant, le Burundi est un pays

techniquement moins avancé et financièrement pauvre comme d`ailleurs beaucoup d`autres pays du tiers monde.

Ainsi, toute recherche visant à développer le secteur agricole de notre pays doit concerner essentiellement les familles rurales qui sont majoritairement des agriculteurs. Ces dernières doivent être au centre de toute action de développement agricole[4].

Suite à ces multiples bienfaits incontestables, nous nous sommes intéressés sur ce sujet pour montrer l'effet de l'adoption des variétés productives pouvant gonfler l'économie familiale des riziculteurs, des commerçants de riz et nationale à travers la valorisation de la culture du riz. C'est pour cette raison que notre sujet est intitulé ***« analyse de l'adoption d'une technologie agricole et son effet sur le rendement du riz au Burundi : cas de la variété du riz rutete introduite par IRRI à Gihanga*** », cette étude a comme finalité d'analyser les contraintes rencontrées par les riziculteurs et les facteurs qui les influencent à l'adoption la variété du riz rutete diffusée par l'IRRI mais l'accent a été mis sur son effet sur le rendement des riziculteurs de la commune Gihanga.

I.6. Délimitation de l'étude

Notre travail d'analyse de l'adoption d'une technologie agricole et son effet sur le rendement du riz a été exécuté par une enquête socioéconomique conduite au près des riziculteurs bénéficiaires des variétés améliorées de l'IRRI et d'autres riziculteurs non bénéficiaires œuvrant dans les villages de la commune Gihanga. Le travail est conduit sur une durée de 6 mois en raison des contraintes temporelles et financières. Cette période correspond à celle dédiée au travail marquant la fin du programme de master selon le règlement académique en vigueur au Burundi. Il est exécuté à partir des données collectées au cours du quatrième trimestre du programme de master de l'année académique de 2021-2022. L'échantillon couvert est donc de 524 riziculteurs. Les résultats de cette étude seront pertinents pour la formulation de politiques compte tenu des objectifs de l'étude et des résultats de nos conclusions.

[4]Le secteur agricole est au cœur de l'économie des pays en voie de développement... Une production vivrière et un système agricole solides et dynamiques sont par conséquent l'un des principaux piliers de la stratégie de croissance économique et de développement.

I.7. Organisation de l'étude

La présente étude est subdivisée en cinq chapitres. Premier chapitre présente la partie introductive qui reprend le contexte général, la problématique et les questions de recherche, les objectifs, les hypothèses, intérêt et justification de l'étude, délimitation de l'étude ainsi que l'organisation de l'étude. C'est dans ce chapitre où nous avons présenté la conception de la recherche. Dans le deuxième chapitre, il était question de donner la revue de la littérature.

On va documenter la revue littéraire théorique et empirique. On va essayer de présenter et de décrire les théories que nous allons utiliser, les principales méthodes d'analyse d'effet ou d'impact. Quant à la revue littéraire empirique, nous avons présenté les résultats des autres auteurs qui se sont documentés sur ce genre de thématique. Le troisième chapitre présente la méthodologie utilisée pour aboutir aux résultats de nos objectifs. Dans le quatrième chapitre, il était question de présenter, interpréter et discuter les résultats. Nous finirons par la conclusion générale et les recommandations.

CHAPITRE. II. REVUE DE LA LITTERATURE

II.1. Introduction

Ce chapitre contient une revue de la littérature existante en relation avec l'adoption d'une technologie agricole et son effet sur le rendement des variétés améliorées du riz. Il est composé de la revue théorique et empirique. Il met en exergue les théories nécessaires nous permettant de comprendre la logique de l'étude et la contribution des différents auteurs sur les cas similaires étudiés.

II.2. Revue théorique

Cette étude a pris en considération les approches suivantes comme pilier : il s'agit de deux approches psychosociales à savoir la théorie de l'adoption d'innovation technologique qui a été beaucoup utilisée pour identifier les facteurs influençant la décision d'un individu d'adopter ou de rejeter une innovation et la théorie d'acceptation d'une technologie qui a permis de comprendre le comportement des agriculteurs de choisir une nouvelle technologie dans leur vie quotidienne. Il s'agit également des approches économétriques à savoir la théorie d'utilité qui montre la décision rationnelle d'adoption ou non d'une nouvelle technologie et la modélisation économétrique qui distingue les modèles les plus utilisés dans l'analyse des déterminants de l'adoption. De plus, la théorie du changement et les méthodes couramment utilisées pour l'évaluation d'impact des projets sont présentées.

II.2.1. Les approches théoriques utilisées dans la littérature sur l'analyse de l'adoption

Deux approches (approches psychosociales et économétriques) ont été développées pour analyser l'origine et l'incitation de la décision d'adopter ou de ne pas adopter les variétés améliorées pour un agriculteur. L'analyse empirique a été mise en place pour critiquer les modèles les plus utilisés en identifiant les déterminants de l'adoption.

II.2.1.1. Approches psychosociales

Plusieurs théories psychosociales ont été développées pour analyser l'adoption au niveau des individus mais nous avons préféré d'utiliser deux. La synthèse est présentée ci-dessous.

II.2.1.1.1. Théorie d'adoption d'innovation technologique

Un des précurseurs des études sur l'adoption des innovations technologiques est Rogers (1963), qui définit une innovation comme « une idée, une pratique ou un objet perçu comme nouveau par une personne ou une unité d'adoption ». Effet, Plusieurs études ont essayé de

définir le concept d'adoption d'innovation des technologies. Selon Zomboudre (2017) l'adoption d'innovation est le processus centré sur le cheminement mental de l'individu depuis la première information jusqu'à l'adoption.

Le concept d'adoption d'innovation étant utilisé pour décrire le comportement individuel vis-à-vis d'une innovation. Elle est donc un choix microéconomique dont les multiples variables explicatives ont été identifiées par des séries d'études théoriques et empiriques liées au choix des agriculteurs.

Toutefois, Rogers (2003) définit que l'adoption est une décision d'utiliser de façon complète une innovation reconnue comme étant la meilleure voie d'actions disponible et le rejet est la décision de ne pas l'adopter (Rhaiem, 2014). Elle n'est pas un événement ponctuel, elle est le fruit d'un long processus. Par ailleurs Rogers (1983) considère que le choix d'adopter une technologie n'est pas simple mais plutôt une série d'événements qui mènent à l'utilisation perpétuelle de ladite technologie.

Dans le domaine agricole, elle représente à la fois par la décision de l'agriculteur de mettre en place un système cultural innovant Roussy *et al.* (2015). Selon Van Den Ban, *et al.* (1994), l'adoption d'une innovation se réfère à la décision de mise en œuvre de propositions techniques nouvelles dans un système de réduction et d'améliorer leur utilisation de manière croissante.

De plus, elle résulte 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 ; Young, 2007 ; Monge *et al.,* 2008 ; Ali-Olubandwa *et al.,* 2010). Par ailleurs, elle résulte des caractéristiques socio-économiques des potentiels adoptants, des informations qu'ils reçoivent et de comment ils les utilisent (Feder et Umali, 1993 ; Rogers, 2003) ainsi que des conditions d'accès aux ressources nécessaires.

II.2.1.1.2. Théorie de l'acceptation de technologie

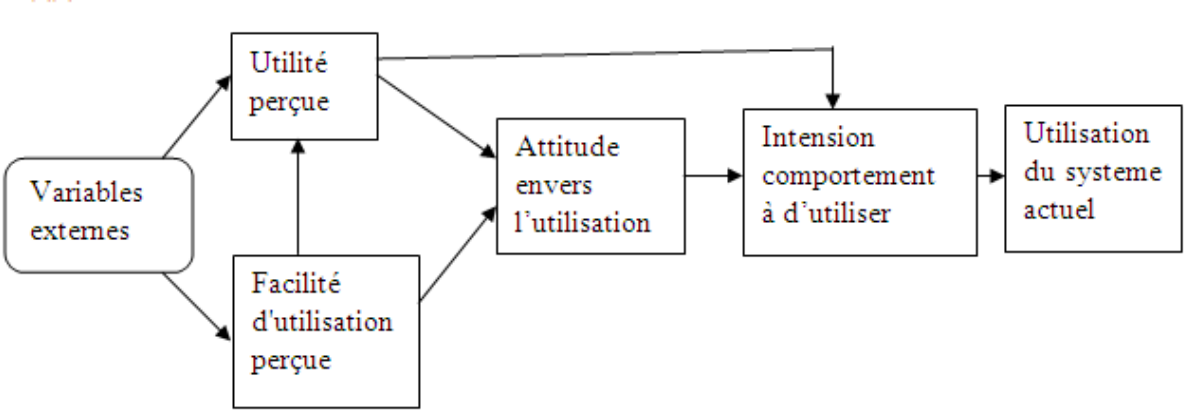
Le modèle d'acceptation des technologies (TAM) a été introduit par Fred Davis en (1986) pour sa proposition de doctorat. Le TAM est spécifiquement conçu pour modéliser l'acceptation des systèmes d'information ou des technologies par les utilisateurs. En 1989, Davis a utilisé le TAM pour expliquer le comportement d'utilisation des ordinateurs. L'objectif du TAM de Davis (1989) est d'expliquer les déterminants généraux de l'acceptation

de l'ordinateur qui permettent d'expliquer le comportement des utilisateurs dans un large éventail de technologies informatiques et de populations d'utilisateurs finaux.

Le modèle TAM de base incluait et testait deux croyances spécifiques : L'utilité perçue (UP) et la facilité d'utilisation perçue (FUP) déterminent l'attitude envers l'adoption d'une nouvelle technologie. L'utilité perçue est définie comme le degré auquel une personne croit que l'utilisation d'un système particulier améliorerait ses performances professionnelles. La facilité d'utilisation perçue est définie comme la mesure dans laquelle une personne croit que l'utilisation d'un système particulier ne nécessitera aucun effort ou ne sera pas compliquée (Davis, 1989).

Venkatesh et Davis (1996), ont constaté que l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue avaient une influence directe sur l'intention de comportement, éliminant ainsi la nécessité du concept d'attitude.

Figure 2 : model de l'acceptation des technologies (TAM)



Source : Davis, (1989)[5]

Selon cette théorie, les producteurs agricoles prennent décision d'accepter l'utilisation d'une nouvelle technologie dans le but d'acquérir des compétences spécialisées en agriculture. En outre, les agriculteurs sont incités à l'utilisation d'une nouvelle technologie par ce que cette nouvelle n'est pas compliquée du fait de sa production potentielle par rapport à l'ancienne.

[5]Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology.MIS Quarterly, 13(3), 319-340.

II.2.1.2. Approches économétriques de l'analyse de l'adoption

Les approches économétriques de l'analyse de l'adoption sont présentées dans les paragraphes ci-dessous.

II.2.1.2.1. Théorie d'utilité de McFadden : Fondement économique de l'adoption

Selon la théorie économique de McFadden (1975) ; Gourieroux (1989), il est prédit que, face à un problème de choix, l'agent économique rationnel opte pour l'option qui maximise son utilité. 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 (Mosnier, 2009). Bien qu'elle soit couramment économique, (Rasmussen et Reenberg, 2012) montre que cette rationalité peut être socioculturelle ou écologique.

Dans cette approche, l'hypothèse de base est celle de maximisation de l'utilité du consommateur selon laquelle il prend la décision en choisissant l'alternative qui lui procure la plus forte utilité. Ainsi, les probabilités de choix sont construites à partir de la maximisation d'utilités stochastiques.

Selon cette théorie, les producteurs agricoles sont supposés prendre des décisions rationnelles d'adoption ou non des innovations basées sur une maximisation de leur utilité (Nkamleu et Coulibaly, 2000). La théorie de maximisation de l'utilité est utilisée pour expliquer le comportement d'adoption des innovations agricoles par les agriculteurs. Dans la littérature, toutes les études sur les facteurs influençant les décisions d'adoption ou rejet sont souvent analysés à travers différentes approches économétriques.

II.2.1.2.2. Modélisation économétrique

De nombreuses études sur les facteurs d'adoption des technologies agricoles ont utilisé des modèles économétriques. Parmi ceux –ci, les modèles Tobit, Logit, Probit et Heckman sont les plus couramment proposés dans la littérature.

L'utilisation du modèle Tobit est recommandée pour déterminer les facteurs explicatifs de l'intensité (taux) d'adoption des innovations agricole. En effet, ce modèle a permis de déterminer les facteurs explicatifs de l'intensité d'adoption des techniques de conservation des sols en Sierra-Léone (Adesina et Zinnah, 1993), au Burkina Faso (Kazianga et Masters, 2002), au Malawi (Ngwira *et al.*, 2014), au Niger (Baidu-Forson, 1999), au Zimbabwe (Mazvimavi et Twomlow, 2009), en Éthiopie (Anley *et al.*, 2007).

Ils sont également employés pour analyser les déterminants de l'intensité de l'adoption des variétés améliorées de riz et sorgho au Burkina Faso et en Guinée (Adesina et Baidu-Forson, 1995), de maïs et niébé au Niger (Oladele, 2005).

Les modèles probit ou logit sont utilisés lors qu'il s'agit d'analyser les facteurs d'adoption des innovations ou de rejet par les agriculteurs. Ils considèrent que la variable adoption est dichotomique c'est-à-dire la variable qui prend la valeur 1 si l'agriculteur adopte et 0 si non. Certains auteurs ont utilisé le modèle logit pour analyser les déterminants d'adoption des innovations en riziculture aux Philippines (Mariano *et al.,* 2012), techniques de conservation des eaux et des sols (Ouédraogo *et al.,* 2010), des semences améliorées de maïs en zambie (Khonje *et al.,* 2015), de l'irrigation goute à goute en Algérie (Salhi *et al.,* 2012). D'autres ont utilisés le modèle probit pour déterminer les facteurs d'adoption de la variété du riz NERICA en Gambie (Dibba *et al.*,2012), et de nouvelles technologies agricoles (semences améliorées, tracteurs, animaux de trait) au Mozambique (Cunguara et Darnhofer, 2011).

La différence entre les modèles binaires Logit et Probit réside dans la spécification de la fonction de répartition. Le modèle Probit est régi par la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite de moyenne 0 et variance 1. Quant au modèle Logit, il dérive de la fonction de répartition de la loi logistique de moyenne 0 et variance $\frac{\pi^2}{3}$.

Quant au modèle d'heckman, il permet non seulement d'identifier les facteurs d'adoption mais aussi d'expliquer le taux d'adoption. Ce là est témoigné par des auteurs qui l'ont utilisé dans leurs études. Par exemple Mcbride et Daberkow (2003) ont analysé les facteurs d'adoption des innovations agricoles et l'évolution des superficies allouées à celles-ci aux États-Unis. Ngwira *et al.* (2014) ont analysé les déterminants de l'adoption et de l'extension des superficies sur lesquelles les agriculteurs appliquent les techniques de conservation des eaux et des sols au Malawi.

II.2.2. Théorie sur l'évaluation de l'effet d'intervention et principales méthodes proposées dans la littérature

Cette partie présente la théorie sur l'évaluation d'effet de l'intervention d'un programme et les critiques des différentes méthodes les plus couramment utilisées dans les littératures.

II.2.2.1. Théorie du changement

Selon l'ONU (2008), une théorie du changement est une méthode qui 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. En effet, toute organisation vit une transformation dans ses activités et toute transformation représente un changement.

Raynal (2000) définit le changement comme étant « un phénomène interactif entre un acteur, un système et un environnement ». Les dirigeants le considèrent comme une des solutions d'évolution des marchés et de la technologie. Définir le changement comme étant un phénomène interactif implique que c 'est une dynamique nécessaire à toute organisation. Autissier et Moutot (2007) définit le changement comme étant « une rupture entre un existant obsolète et un futur synonyme de progrès ». La rupture, c'est une transformation d ' un état à un autre pour stimuler la force motrice de l'évolution, c'est un passage d ' un état de déséquilibre à un autre plus progressif. Ainsi, le changement est un passage d'une situation actuelle à une nouvelle situation.

Selon IFAD (2019)[6], la théorie du changement est un moyen visuel, structuré d'énumérer les étapes nécessaires pour obtenir les résultats d'une intervention. Il décrit les étapes de la théorie du changement qui sont reliées à travers la chaine causale dans un projet.

Etapes 1. Les intrants : ressources nécessaires à la mise en œuvre des activités du projet. Exemples : fonds, fournitures, le personnel agricole.

Etapes 2. Activités : actions entreprises par les responsables de la mise en œuvre du projet, nécessaires pour obtenir les résultats. Exemples : développer et donner un programme de formation pour les agriculteurs, fourniture de subventions pour l'achat d'engrais par les riziculteurs.

Etapes 3. Extrants : produits ou services issus directement d'activités de projet. Exemples : agriculteurs formés, quantité d'engrais acheté par les riziculteurs.

Etapes 4. Résultats : changements qui se produisent lorsque les bénéficiaires utilisent de nouvelles compétences pratiques et/ou ressources du projet. Exemples : nouvelles compétences des agriculteurs, changements dans les décisions de production.

[6] Formation sur l'évaluation d'impact

Etapes 5. Buts : amélioration des moyens de subsistance à plus long terme. Exemples : augmentation des rendements, des revenus des ménages et la réduction de la pauvreté rurale.

Enfin, différentes méthodes ont été développées et utilisées dans la littérature pour évaluer l'effet des programmes, des politiques et de l'adoption de technologies agricoles sur le rendement, la réduction de la pauvreté ou le bien-être, etc.

II.2.2.2. Principales méthodes proposées dans la littérature

Des méthodes techniques empiriques sont utilisées dans l'évaluation d'impact pour identifier ou modéliser un scénario contrefactuel (sans le programme d'intervention ou la politique) pour la comparer aux résultats trouvés avec la situation réelle (avec l'intervention du programme ou la politique). Identifier et mesurer des estimations de résultats contrefactuels valides est le principal défi de l'évaluation d'impact. Le cadre des résultats contrefactuels de Rubin (1974) est considéré comme la référence à partir de laquelle plusieurs méthodes d'évaluations d'impacts se réfèrent pour relever ce défi. Ces méthodes peuvent être classées en deux groupes : les méthodes expérimentales et les méthodes non expérimentales ou quasi expérimentales.

La méthode expérimentale constitue de manière aléatoire deux groupes de la population étudiée dans les deux situations différentes : l'un avant l'intervention et l'autre après l'intervention du programme. De ce fait, on mesure l'impact en comparant les résultats de deux groupes. Utilisée pour la première fois par Fisher (1926), la méthode expérimentale est considérée comme la plus puissante de toutes les méthodes d'évaluations d'impact (Imbens et Wooldridg, 2009) mais sa réalisation est très compliquée et difficile puis qu'elle nécessite d'énormes ressources financières. De plus, l'accès aux données expérimentales demeure encore difficile. Des travaux de Heckman (Heckman 1992, Heckman et Smith 1995) présentent des principales critiques. Ces critiques sont centrées sur la composition des participants, sur le comportement des non participants et sur l'effet de l'expérimentation. L'une des leçons des critiques de Heckman montre que l'identification de l'effet causal moyen par les méthodes expérimentales repose sur des hypothèses d'identification dont certaines ne peuvent pas être testées et dont l'apparence doit être discutée à priori sur le plan de la possibilité des phénomènes économiques qui les justifient.

Les recherches d'Imbens et Wooldrige (2009) soulignent que les méthodes expérimentales aléatoires sont difficiles à appliquer dans la pratique puisqu'elles posent des problèmes d'éthique dans le cas des programmes sociaux (Imbens et Wooldridge, 2009).

Pourtant, l'on a généralement recours aux méthodes non expérimentales ou quasi expérimentales. Cette méthode fait référence à une « expérimentation avec une intervention donnée et aux deux unités expérimentales : groupe recevant l'intervention et groupe de contrôle) mais sans recours à la randomisation pour créer les conditions d'inférence causale » (Cook, Campbell *et al*. 1979). Les méthodes non expérimentales ou quasi expérimentales ont été introduites dans les conditions où l'assignation aléatoire au traitement n'est pas facile, voire impossible à faire.

En général, elles s'appliquent lors que les unités d'observation sont des agents actifs (les ménages, les individus, les entreprises etc.) qui peuvent influencer leur statut de traitement. Elles traitent le biais de sélection induit par les caractéristiques observées qu'on appelle méthodes de sélection induit par les caractéristiques observables, et d'autre part les méthodes de sélection qui traitent à la fois le biais de sélection induit par les caractéristiques observées et inobservées, appelées méthodes de sélection basées les caractéristiques inobservables. Cette méthode utilise quatre (4) techniques différentes pour la construction du groupe de contrôle : l'appariement (matching) ou le « Propensity Score Matching » (PSM), l'exploitation des données longitudinales (différences in différences), le modèle de sélection et la méthode à variables instrumentales. Parmi ces méthodes, l'appariement par score de propension (PSM) fondée sur l'hypothèse que l'adoption est fonction des caractéristiques observables de l'individu, est la plus présente dans la littérature empirique.

C'est une méthode qui a subi une évolution avant qu'elle soit utilisée par les chercheurs. Rubin (1974) ; Rosenbaum et Rubin (1983) ont proposé la méthode d'appariement ou matching method pour identifier et estimer sans biais l'effet causal du traitement dans le cas où le traitement n'est pas distribué de manière aléatoire dans la population. Elle repose sur l'hypothèse selon laquelle les seules différences entre le groupe témoin (les individus traités) et le groupe de contrôle (les individus non traités) proviennent de leurs caractéristiques individuelles et de l'exposition au traitement.

Appelée « matching aux caractéristiques », elle qui consiste à associer pour chaque individu i dans la sous-population d'un groupe traité, un individu j dans la sous-population d'un groupe non traité ayant les mêmes caractéristiques que l'individu. Dans ce cas, l'on suppose que l'individu i traité, ayant les mêmes caractéristiques que l'individu j non traité aurait eu le même score s'il n'avait pas été traité. Néanmoins, il est important de noter que, le recours à ce type de matching direct dépend du nombre de caractéristiques observées que l'on prend en compte pour effectuer le matching. Plus elles sont nombreuses et plus il devient difficile de trouver, dans la sous-population des non-traités, des individus qui ont exactement les mêmes caractéristiques que chacun des individus dans la sous population des traités. Ce qui pose un problème de dimensionnalité des critères de matching.

En effet, la méthode de matching qui était devenue plutard l'appariement par les scores de propension, a été proposée par Rosenbaum et Rubin (1983) pour surmonter le problème de dimensionnalité rencontrée dans la méthode de matching par les caractéristiques. Ils l'ont introduit pour la première fois dans un article intitulé "The central role of the propensity score in observational studies for causal effects", le score de propension, connu sous le terme anglais propensity score, désigne la probabilité d'être exposé au traitement conditionnellement aux caractéristiques observées du sujet avant l'exposition (Rosenbaun et Rubin 1983).

Conditionnellement au score de propension, la distribution de ces caractéristiques observées est indépendante de l'exposition au traitement (Rosenbaun et Rubin 1983). L'appariement par score de propension permet donc d'apparier sur de multiples caractéristiques en résumant celles-ci en un seul chiffre (le score de propension). Elle est actuellement la plus utilisées dans les études d'évaluation d'impact basée sur les méthodes non expérimentales ou quasi expérimentales (Austin 2009). Toutefois, cette méthode présente des forces et des faiblesses.

Tableau 1 : Forces et faiblesses de la méthode d'appariement par score de propension

Forces	***Faiblesses***
- Eliminer les sources de biais pendant la recherche des groupes traités et non traités, qui présentent des caractéristiques similaires ou identiques.	- Les procédures d'appariement exigent la collecte de grandes bases de données couvrant des échantillons importants.
- Les estimateurs d'appariement mettent en évidence le problème du support commun ;	- Mémé si les bases de données existent, il existe parfois un risque de manque de support commun entre le groupe de traitement et les non participants.
- L'appariement ne nécessite pas des hypothèses de forme fonctionnelle pour l'équation de résultat (c'est-à-dire qu'il est non paramétrique).	-Elle n'équilibre pas les groupes de traitement et de comparaison sur la base de variables non observées.
- Permettre l'équilibrage des deux groupes sur la base de leurs covariables observables.	-Elle ne capte pas les caractéristiques inobservables qui influent sur l'effet d'un traitement.

Source : résume de l'auteur à partir de Dehejia et Wahba (1998) ; Smith et Todd (2000) ; Gayat. E et Porcher. R (2011) et Sibilia et Sanofi (2013).

II.3. Revue empirique

Cette partie passe en revue quelques études similaires sur l'effet de l'adoption des technologies. En outre, cette partie est destinée à la détection de manière critique la littérature des travaux de recherche passés en rapport avec les objectifs de l'étude, afin que les revues théoriques et les preuves empiriques des revues permettent une meilleure compréhension du sujet.

II.3.1. Contraintes de la production rizicole

Des différents auteurs ont trouvé de diverses contraintes qui limitent la production rizicole. L'enquête effectuée par Ndimanya et Ndayitwayeko (2010) sur le niveau d'adoption des technologies ainsi que les facteurs contraignants de la production du riz irrigué dans l'ouest du Burundi a montré que les maladies et les ravageurs, manque des services de vulgarisation main d'œuvre humaine insuffisante, accès difficile sur les crédits agricoles, sont les facteurs les plus dominants limitant la production du riz.

Selon Ojehomon et *al.* (2009), les facteurs limitant l'augmentation de la production du riz peuvent être de nature biotique, abiotique et socio-économique.

Les contraintes biotiques sont associées aux organismes vivants et sont les plus répandues dans l'écologie stricte des hautes terres, suivie par la mangrove et les bas-fonds. Les terres irriguées et les basses terres complétées par l'irrigation présentent la plus faible prévalence de contraintes biotiques. Les contraintes abiotiques sont attribuables aux organismes vivants et la tendance est similaire à celle des contraintes biotiques en termes de prévalence à travers les écologies (Ojehomon et *al.,* 2009). Les contraintes socio-économiques sont enracinées dans les conditions économiques et sociales dans lesquelles les agriculteurs cultivent le riz dans le pays et sont les plus répandues dans l'écologie des hautes terres, suivies des basses terres et des mangroves. Les principales contraintes abiotiques de la production de riz dans toutes les écologies du pays sont, par ordre décroissant d'importance, les mauvaises herbes, les insectes, les oiseaux, le virus de la panachure jaune du riz, la cécidomyie africaine du riz et la brûlure bactérienne des feuilles, tandis que la faible utilisation d'engrais, les inondations et la sécheresse sont les principales contraintes abiotiques (Ojehomon *et al.,* 2009).

Les contraintes socio-économiques les plus importantes étaient le coût élevé des engrais, le coût élevé du transport et les difficultés à acquérir des équipements de transformation du riz (Ojehomon *et al.,* 2009). Odoemenem (2010) a rapporté que la perception des agriculteurs des contraintes à l'augmentation de la production de riz dans l'État de Benue, par ordre décroissant d'importance, comprend les maladies, les parasites, l'indisponibilité de la main-d'œuvre et le coût élevé des engrais.

Dans le nord-est du Nigeria, la perception des agriculteurs des problèmes qui militent contre la production de riz sont le manque de bonnes terres pour la culture du riz, l'invasion des oiseaux Quilea, l'invasion des insectes nuisibles, l'inondation des rizières et l'apparition de maladies (JamilaSheu et Garba, 2011). Umar *et al.* (2009) ont rapporté que les principaux facteurs limitant la production de riz dans la zone de gouvernement local de Gbako, dans l'État du Niger, selon la perception des agriculteurs, comprenaient l'invasion de ravageurs, une connaissance inadéquate de l'espacement des plantes et le problème de pâturage. Les perceptions des agriculteurs ne sont pas seulement importantes pour identifier les contraintes de la production agricole, elles sont également nécessaires pour générer des options permettant de résoudre ces contraintes.

Par exemple, Emodi et Dimelu (2012) ont rapporté que la perception qu'ont les agriculteurs des stratégies visant à améliorer le système d'innovation du riz dans le sud-est du Nigéria comprend l'intensification de la recherche sur la production de riz, la promotion de la vulgarisation active, la subvention des engrais et la création d'usines d'épierrage.

II.3.2. Déterminants de l'adoption d'une technologie agricole

Différentes études sont menées sur l'adoption des technologies agricoles. Plusieurs facteurs démographiques, socioéconomiques et institutionnels influencent l'adoption des technologies agricoles. Dans cette partie, les revues d'études empiriques par différents auteurs ont été discutées.

D'après Abebe *et al*., 2013, les caractéristiques démographiques des ménages, telles que l'âge, le niveau d'éducation, la taille de la famille et la superficie emblavée des ménages, ont des répercussions différentes sur le comportement décisionnel en matière d'adoption des technologies agricoles. En outre, le niveau d'instruction du chef de ménage est la variable la plus courante et la plus importante qui affecte le comportement des agriculteurs en matière d'adoption des technologies agricoles. Diverses études ont montré qu'il a un effet positif considérable des différents facteurs sur l'adoption de la technologie. Par exemple, Yokamoo (2020) a étudié les facteurs qui influent sur l'adoption de variétés de sorgho améliorées dans la région somalienne de l'Éthiopie. Il a découvert que dans le domaine de la recherche, les agriculteurs les plus instruits sont plus susceptibles d'adopter des variétés de sorgho améliorées. Une étude similaire de Gedefa, (2010) ont suggéré que l'éducation expliquait positivement l'adoption et l'intensité de l'utilisation des technologies du sésame. Cependant, une étude réalisée en Éthiopie par (Fisher *et al*., 2015 ; Bukul *et al*., 2018) a montré que l'éducation n'avait pas d'effet significatif sur l'adoption de variétés améliorées de pois chiches.

En outre, étude sur la performance des agriculteurs et agricultrices de la savane guinéenne du nord du Nigeria a indiqué que la terre, les intrants variables et l'expérience étaient significatifs, ce qui implique que ces variables influencent grandement la productivité du riz dans la région (Ayoola, *et al.,* 2011).

Les résultats d'une étude menée par Odoemenem (2010) sur les déterminants de l'adoption de nouvelles technologies ont montré également qu'environ 75 % des agriculteurs ont adopté les pratiques recommandées pour la production de riz.

Les agriculteurs qui ont adopté les pratiques de production de riz étaient plus jeunes et avaient moins d'années d'expérience agricole, mais avaient plus de contacts avec les agents de vulgarisation. De plus, Awotide, *et al.,(*2011) ont constaté que l'éducation des chefs de ménage, l'accès au téléphone mobile, le montant du crédit obtenu, la taille de l'exploitation, les installations d'irrigation, la possession de bétail, le téléviseur, le poste de radio et le nombre de pièces dans la maison avaient un effet sur la réduction de la pauvreté, même si seul le nombre de pièces dans la maison était statistiquement significatif.

Fashola *et al.* (2007) ont examiné les facteurs socio-économiques qui influent sur l'adoption de la technologie de production du riz sawah au Nigeria et ont constaté que l'appartenance à une association de riziculteurs, le niveau d'instruction, la durée de résidence dans le village et la propriété foncière étaient liés de manière significative à la probabilité d'adoption, toutes les variables étant liées positivement, tandis que l'appartenance à une association d'agriculteurs était inversement liée à la probabilité d'adoption de la technologie du riz sawah. En termes de niveaux de productivité chez les petits exploitants rizicoles de l "État d "Anambra, dans le sud-est du Nigeria, Mbam et Edeh (2011) ont constaté que la taille de l "exploitation, le coût de la main-d "œuvre et la fréquence des visites de vulgarisation étaient négativement liés aux niveaux de productivité des agriculteurs.

Dans une étude sur le comportement d'adoption des agriculteurs en matière de technologie du riz dans le cadre de différents systèmes agricoles à Assam, en Inde, Singha et Baruah (2011) ont constaté que le contact avec les services de vulgarisation, le revenu annuel, la propension à l'innovation et l'attitude positive à l'égard de la diversification agricole des agriculteurs avaient des relations positives et significatives avec le degré d'adoption de pratiques de riziculture améliorées dans le cadre de différents systèmes agricoles. Dans une étude portant sur l'adoption de technologies de production de riz améliorées chez les jeunes agriculteurs de la zone de gouvernement local de Gbako, dans l'État du Niger, Umar *et al.* (2009) ont constaté que le revenu, le contact avec la vulgarisation et la participation sociale avaient une relation significative avec l'adoption.

Des facteurs institutionnels comme l'accès aux services de crédit influencent les décisions des agriculteurs. Par exemple, une étude de Felek *et al*. (2019) indique que l'accès aux services de crédit a une incidence positive sur la décision des agriculteurs d'adopter les semences et les engrais.

En outre, abate *et al*., (2019) ont constaté que les services de formation sur les méthodes de plantation et d'autres méthodes de gestion telles que l'application de produits chimiques pour la variété ont une incidence positive sur la motivation des agriculteurs à adopter de nouvelles pratiques en matière de technologies agricoles.

Selon l'évaluation de la littérature empirique existante, plusieurs recherches effectuées portent le plus efficacement sur les éléments qui influencent l'adoption de la technologie agricole sur les différentes variétés améliorée dans les différents pays. Outre les lacunes de la littérature est qu'aucune recherche n'a été effectuée sur les déterminants de l'adoption de la variété du riz rutete dans la zone d'étude. Ce qui demande que l'on poursuive des réflexions sur les déterminants de l'adoption des différentes variétés de riz au Burundi.

II.3.3. Effets de l'adoption d'une technologie agricole sur le rendement

Plusieurs méthodes d'évaluation d'impact et / ou d'effet ont été utilisées dans la littérature pour évaluer l'impact des programmes, des politiques et de l'adoption de technologies agricoles sur le rendement des agriculteurs ainsi que dans les différentes études similaires. Toutefois, la méthode d'appariement par score de propension a été développée et la plus présente dans la littérature empirique (Ndeye ,2017).

Elle a été utilisée par Faltermeriier et *al.* 2009 dans leur étude des effets de l'adoption de technologies de conservation et d'intensification de l'eau sur la production agricole et la différence de revenus, les résultats cumulés ont montré un effet positif et significatif sur la production lors que la méthode de dibbling était combinée intensivement avec le désherbage. Ils ont affirmé que l'utilisation de semences et d'engrais en dibbling ainsi que le désherbage sont des technologies importantes qui devraient être soutenues en raison de leur potentiel d'augmentation de la productivité des cultures et des revenus agricoles.

Wiredu et *al.,* 2010 ont examiné l'impact des variétés améliorées sur le rendement des ménages producteurs de riz au Ghana. Le résultat montre que l'adoption a eu un impact positif sur le rendement du riz des agriculteurs. Blaise (2016) a trouvé un impact positif et significatif de l'adoption des variétés améliorées de riz SAHEL sur le rendement rizicole et le revenu global des riziculteurs. De plus, Kinkingninhoun et *al.,* (2014) ont également montré que l'adoption des NERICA a un impact positif et significatif sur la production et les revenus des agriculteurs.

Les adoptants potentiels des NERICA ont eu un surplus de production de 678 kg de paddy par hectare et ont eu en moyenne un gain supplémentaire de 35250 FCFA (72 US$) par habitant.

Rostiar et *al.* (2020), ont examiné l'impact de la mise en œuvre des BPA[7] sur la productivité, les prix de vente et les revenus des producteurs de poivre blanc dans la province des îles Bangka Belitung en Indonésie. Les résultats montrent un impact significatif. Pufahl et Weiss, C.R., (2008) ont évalué les effets de deux types de programmes agricoles (les programmes agroenvironnementaux et le régime des zones défavorisées) sur l'utilisation des intrants et la production agricole des individuelles en Allemagne. L'analyse révèle un effet de traitement positif et significatif du régime des zones défavorisées sur les ventes agricoles et la superficie cultivée. Les participants aux régimes agroenvironnement augmentent de manière significative la superficie cultivée (en particulier les prairies), ce qui se traduit par une augmentation de la productivité. En outre, la participation aux programmes agroenvironnementaux a permis de réduire l'achat de produits chimiques agricoles (engrais, pesticides).

Les résultats montrent également des différences substantielles dans l'effet du traitement entre les différentes fermes (effets de traitement hétérogènes). Les exploitations qui peuvent générer le plus grand bénéfice du programme sont les plus susceptibles de participer. En revanche, Diallo et *al.,* 2021 ont mis en évidence un impact non significatif de l'adoption des semences améliorées de mil sur le rendement.

Par ailleurs, Mwaura, 2014 a analysé l'effet de l'appartenance à un groupe d'agriculteurs sur l'adoption de technologies agricoles et la productivité des cultures en Ouganda. Les résultats ont montré les impacts négatifs observés pour les patates douces, les haricots et le maïs.

Cependant, aucune de ces études existantes ne s'est concentrée sur l'impact ou effet de l'adoption des technologies agricoles au Burundi. Par conséquent, il y a un besoin pressant de connaître les résultats de cette étude. Ce qui demande que l'on poursuive la réflexion quant à son importance sur l'augmentation des rendements des riziculteurs.

[7]Bonnes Pratiques Agricoles

II.4. Origine et répartition du riz au Burundi

Le riz (Oryzasativa L.) a été domestiqué à partir de son espèce sauvage Oryzarufipogon que l'on trouve en Asie de l'Est et du Sud (Gross et Zhao, 2014). En général, le riz est cultivé dans le monde entier, la Chine et l'Inde en Asie représentant 50 % du riz cultivé et consommé annuellement (Muthayya et *al.,* 2014). Le riz est cultivé dans la plupart des pays africains, l'Egypte étant le premier producteur en Afrique de l'Ouest (FAO, 2017). Au Burundi, la culture du riz a été introduite en 1890 par les Allemands sur les rives du lac Tanganyika, dans les plaines d'Imbo et de Ruzizi (Ndikuryayo, 2015).

En effet, après la création de l'INEAC en 1929, les recherches portaient sur des cultures d'exportations telles que le café, le coton et le thé. Contrairement au chemas prévalant dans d'autres régions d'Afrique, une grande attention était également accordée à des cultures vivrières telles que le riz, le maïs, le manioc et les arachides. En 1962, suite à l'indépendance, l'ISABU a été créé pour remplacer l'INEAC (Beintema *et al.,* 2003).

Jusqu'à la fin des années 70, l'ISABU a financé des projets de développement rural en encourageant la culture du riz et du café dans des exploitations industrielles et sur des lopins familiaux et également en fournissant de l'aide à d'autres cultures d'exportation tel que le café, le coton et la canne à sucre. Au cours des années 80, l'ISABU a connu une restructuration organisationnelle qui comprenait une réorientation de ses priorités de recherche.[8]

Depuis l'apparition du riz au Burundi, la majeure partie du riz est cultivée dans la plaine de la Ruzizi où 5000 ha de terres irriguées ont été aménagés en 1968 (Nzeyimana, 2015). La variété de riz japonica " Yunnan3 ", en provenance de Chine, a été introduite en 1982 par l'ISABU dans les régions de haute altitude de Buyenzi. Malheureusement, la variété Yunnan3 a été complètement anéantie par la pyriculariose quatre ans après son introduction (Nzeyimana, 2015). Au Burundi, le riz est produit sur 62 000 ha répartis dans trois grandes zones, les plaines d'Imbo, le Moso et le plateau central (MINAGRIE, 2014 ; Ndikuryayo, 2015).

[8] file:///C:/Users/Daniel/Downloads/as03005f.pdf

Conclusion du deuxième chapitre

Dans ce chapitre, nous avons montré les approches psychosociales et économétriques de l'analyse de l'adoption. Nous avons aussi montré la théorie du changement qui explique un passage d'une situation actuelle à une nouvelle situation et les principales méthodes proposées dans la littérature sur l'évaluation d'impact des projets. En confirmant la méthode d'appariement par score de propension comme la plus utilisée dans les études d'évaluation d'impact, ce chapitre a permis également de montre son évolution et dégager ses forces et faiblesses. Des études empiriques sur les contraintes, déterminants et effet de l'adoption ont révélé les contraintes de l'adoption, des facteurs qui influencent l'adoption d'une technologie et l'effet de l'adoption d'une technologie agricole sur le rendement des agriculteurs. En fin, l'origine et la répartition du riz jusqu'au Burundi ont été documentées.

CHAPITRE III. METHODOLOGIE DE RECHERCHE

III.1. Aperçue de l'étude

Ce chapitre fournit la description des outils analytiques utilisés dans cette étude et l'ensemble de données. Les techniques analytiques consistent à détailler les procédures d'utilisation du coefficient du tau de kendall, du modèle logit et la méthode d'appariement par score de propension.

En commençant par une brève description de la zone d'étude, il décrit en détail les variables qui sont considérées pour analyser les contraintes liées à la production, évaluer le taux et identifier les déterminants de l'adoption mais l'accent sera mis sur l'effet de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs de Gihanga. Les données sont obtenues à travers la conception du questionnaire, de l'échantillonnage et la collecte de ces dernières. La description détaillée du processus méthodologique est expliquée ci-dessous.

III.2. Description de la commune Gihanga

La commune Gihanga occupe la partie sud-ouest de la province Bubanza. Elle est délimitée au nord par les communes de Bubanza et Buganda (province cibitoke), à l'Est par la commune Mpanda, au sud par la commune mutimbuzi (province Bujumbura) et à l'ouest par la république Démocratique du congo (RDC). La commune Gihanga compte 2 zones et 14 collines administratives. La zone de Buringa est composée de cinq collines (Buringa, BwizabwaNinga, Ninga, Nyeshanga) et la zone Gihanga compte neuf collines (Buramata, Gihanga, Gihungwe, kagwema, kizina, Murira, Ndava Busongo, Rugunga et Rumotomoto).

Selon le PCDC (2013), la commune Gihanga couvre une sperficie de 287, 32 km^2 avec 4000 ha de la réserve naturelle de la rusizi et 1550 ha de marais. Elle s'étend sur la partie centrale de la région naturelle de l'imbo située dans la fosse naturelle du lac Tanganyika. Elle présente un relief de la plaine peu uniforme et à pentes très faibles et est constituée par un paysage ondulé par l'alternance de plusieurs niveaux de terrasses et de zones déprimées adossées à l'Est et des piémonts de transitions colluviaux au nord avec des altitudes inferieures à 1000 m.

Elle connait un climat tropical sec avec une saison sec marquée (de 4 à 6 mois), des précipitations moins importantes (700 à 900mm / an) et des températures moyennes les plus élevées du pays (variant de 25^o C à 28^o C).

La population de Gihanga avoisine 26, 07% de celle de la province et est estimée à 54.187, 55.889 et 59.780 habitants respectivement pour les années 2007, 2008 et 2010(soit une croissance annuelle de 2,67%). Elle est estimée à 70.680 en 2019. Cette population, essentiellement repartie en habitant groupé dans les villages et d'autres dans les anciens paysannats, est constituée par 52% d'hommes et 48% de femmes et est très jeune (la tranche de 0 à 35ans représente environ de 75% des effectifs totaux). Les densités démographiques estimées atteignent 189 hab. /km^2 en 2007, 195 hab. / km^2 en 2008, 208 hab. / km^2 en 2010 et 260 hab. /km^2 en 2019. Ces densités restent inférieures à la moyenne de la province et à la moyenne nationale (422 hab. / km).

Elles traduisent ce pendant une progression démographique à la hausse et une évolution vers la surexploitation des terres. En effet, 96% de la population vit de l'agriculture et de l'élevage avec des systèmes de production peu adaptés. Les emplois non agricoles (publiques, parapublics et privés) occupent moins de 5% des personnes actives.

Figure 3 : Aperçu de l'environnement de l'étude



Source : auteur, 2023

III.3. Justification du choix de la commune Gihanga

Le périmètre irrigué de Gihanga a été choisi comme zone d'intérêt pour l'étude pour trois raisons : Premièrement, il est situé dans la plaine de l'Imbo où l'essentiel du riz est produit au Burundi. Par conséquent, évaluer l’effet de l’adoption des technologies agricoles dans le secteur du riz en se basant sur les variétés les plus productives, met en lumière et fournit des informations utiles pour la recherche, la politique agricole et la pratique.

Deuxièmement, un grand nombre des variétés en provenance de l’IRRI ont été vulgarisées dans cette commune. Troisièmement, en ce qui concerne l'étude, les données sur la production du riz dans les périmètres irrigués de Gihanga sont réalistes et mises à jour pour être cohérentes avec l'étude.

III.4. Conception de l’étude

Notre étude a été menée en procédant à une collecte d’information, en mettant plus d’accent sur l’analyse documentaire pour la grande partie du travail afin d’acquérir une base théorique suffisante sur le sujet.

De plus, la recherche bibliographique est une étape fondamentale dans l’élaboration d’une recherche scientifique. Elle est une démarche de lecture qui nous a permis de savoir ce qui a été fait sur le sujet, comment cela a été fait et ce qui n’a pas encore été fait. La recherche documentaire nous a aidés à identifier et localiser des ressources informationnelles déjà traitées et les données du contexte relatives au sujet, par la lecture de divers documents. Elle constitue la première étape d’une recherche. Cela nous a conduit dans les bibliothèques, les centres de recherche et sur l’internet. La recherche nous a permis non seulement de situer le travail par rapport aux débats en cours mais aussi de guider et approfondir notre réflexion.

La vérification des hypothèses de notre recherche provient des réponses des questions issues d’un questionnaire bien formulé pour une enquête auprès des riziculteurs de la zone d’étude.

Aussi, le groupe de personne à interroger (échantillon) a été tiré aléatoirement dans une population mère de la zone d’étude. En effet, l’élaboration des différentes questions ne s’est orientée qu’aux objectifs spécifiques de notre travail. De plus, des entretiens personnalisés auprès des riziculteurs ont complété des informations recueillies. La méthodologie utilisée dans cette étude repose sur la recherche documentaire, la statistique descriptive et l'estimation économétrique sur les données.

En se concentrant sur l'analyse de l'objectif premier poursuivi par ce travail, l'étude s'est focalisée sur les contraintes que rencontrent les riziculteurs. En outre, concernant notre deuxième objectif, nous avons évalué le niveau d'adoption de la variété du riz rutete. Nous nous sommes basés sur les informations des différents riziculteurs. Les riziculteurs de la zone d'étude ont été demandés s'ils ont adopté ou non cette dernière et les raisons d'adopter la variété du riz rutete. De plus, pour le troisième objectif, il était question de déterminer les facteurs influençant les riziculteurs à l'adoption. Il s'agissait ici d'interroger les bénéficiaires sur les caractères pouvant les influencer à la volonté d'utiliser cette variété. Et enfin l'étude s'était concentrée en grande partie sur l'analyse d'effet réel de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement. Pour ce faire, nous avons estimé les résultats potentiels et contrefactuels de l'adoption des variétés conditionnellement aux caractéristiques des riziculteurs.

III.5. Procédure d'échantillonnage

L'échantillonnage a consisté à la détermination de 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 montré également la méthode de tirage de l'échantillon de notre étude.

III.5.1. Détermination de la taille de l'échantillon

Dans cette étude, la taille de l'échantillon a été calculée en partant du principe qu'un des objectifs de l'enquête est d'estimer le taux d'adoption de la variété améliorée du riz rutete. Et donc il n'avait pas besoin du nombre des adoptants et des non adoptants. Elle est donc calculée selon la formule de Rea L.M. *et al.*, 1997[9] comme suit :

$$n = \frac{t_p^2 * p(1-p) * N}{t_p^2 * (1-p) + (N-1) * \gamma^2}$$

Où n = taille de l'échantillon ;$N =$ représente la population des riziculteurs de la zone d'étude ; t_p= valeur de l'indice de Student au seuil de significativité de 4%, il est donc égal à 1,96 ; p = proportion d'une variable donnée ; γ = marge d'erreur de l'estimation de l'indicateur principal.

[9] Rea, L. M., & Parker, R. A. (1997). Designing and Conducting Survey Research: A Comprehensive Guide. San Francisco, CA: Josey-Bass Publishers.

Dans le contexte de cette enquête, le taux d'adoption de la variété du riz rutete 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,γ, évalue le degré d'incertitude associé aux estimations établies à partir d'un échantillon. Elle est liée à la notion de précision statistique (ou fiabilité d'échantillonnage) qui est définie comme une mesure de l'écart entre l'estimation obtenue à partir de l'échantillon et la vraie valeur du paramètre (Vaillant, 2010). Les valeurs acceptables de la marge d'erreur dans les enquêtes statistiques se situent dans l'intervalle de$[0{,}01; 0{,}05]$, plus elle est faible, plus la taille de l'échantillon est élevée. Dans notre enquête, γ est fixé à 0,04 ou 4%.

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

$$n = \frac{1{,}96^2 * 0{,}5(1-0{,}5) * 8224}{1{,}96^2 * (1-0{,}5) + (8224-1) * 0{,}04^2} = \frac{7898{,}3296}{15{,}0776} = 523.84 \text{ Individus}$$

En arrondissant vers la valeur supérieure, nous obtenons un échantillon de 524 riziculteurs.

III.5.2. Constitution de la base de sondage

La constitution de la base de sondage s'est faite de la manière suivante. D'abord, la zone d'intervention et les différentes variétés améliorées du riz vulgarisées par l'IRRI ont été tirées auprès de son Bureau sis à Bujumbura. Le nombre des riziculteurs constituant la population mère et la variété qui a été la plus cultivée par un grand nombre des riziculteurs ont été tirées auprès du Bureau de la SRDI. De plus, l'information sur la variété a été captée à travers les entretiens avec les riziculteurs pendant les jours de la pré-enquête. Enfin, en raison des contraintes temporelles et financières, la base de sondage est donc constituée de cinq villages (Buringa; murira ; Nyeshanga ; Ninga et Bwiza bwa Ninga) proche de la commune Gihanga ayant bénéficié le programme de diffusion de différentes variétés.

III.5.3. Méthode de tirage de l'échantillon

La méthode de tirage de l'échantillon consiste à voir comment répartir les 524 riziculteurs aux villages bénéficiaires des variétés de l'IRRI qui ont été tirés aléatoirement. Nous avons enquêté 105 riziculteurs par villages ; ce qui donne un total de 5 villages pour couvrir les 524 riziculteurs. Ces villages contiennent les riziculteurs de la commune Gihanga. Parmi les riziculteurs enquêtés, beaucoup d'entre eux sont des membres des coopératives encadrés par la SRDI.

Ainsi, les membres des coopératives de la SRDI et les non membres ont été interrogés à l'aide d'un questionnaire bien structuré. Cette méthodologie permet d'avoir des populations assez similaires en moyenne pour pouvoir comparer leurs résultats. Dans chaque village, les riziculteurs ont été aléatoirement choisis et tous les résidents du village avaient une probabilité égale de faire partie de l'échantillon. Vu que les coopératives ont des représentants, nous avons sélectionné des riziculteurs à partir des listes que nous avons recueillies auprès des bureaux des coopératives.

III.6. Choix de variété du riz

Six variétés améliorées sont les plus cultivées à Gihanga dont les cinq (rutete, kazosi, mugwiza, gwizumwimbu, komboka) ont été vulgarisées par l'IRRI et Hybride qui a été vulgarisée par la coopération chinoise. La variété rutete a été retenue à cause de son importance relative dans la production dans notre zone d'étude par suite d'enquêtes auprès des producteurs. Il ressort de notre enquête que parmi les variétés améliorées introduites par l'Institut international de recherche sur le riz, cette variété est produite par une grande partie de producteurs de notre échantillon.

III.7. Méthode de collecte des données

L'étude a utilisé les données primaires et ces dernières ont été recueillies à partir d'enquêtes quantitatives et qualitatives auprès des adoptants et non adoptants de la variété du riz rutete dans la région de Gihanga.

A cet effet, des missions d'enquêtes ont été effectuées auprès des riziculteurs. Pour la réalisation de la collecte de données, l'on a eu recours à l'élaboration d'un questionnaire, à une pré-enquête pour tester le questionnaire et à la collecte de données proprement dite.

III.7.1. Structure du questionnaire

Le questionnaire est un outil d'observation avec lequel des informations ont été recueillies auprès d'individus cibles et analysées, dans le cadre d'une étude quantitative. Il est constitué d'un ensemble de questions spécifiques, qui sont posées aux individus. Les données recueillies peuvent être quantitatives et qualitatives, on peut les mesurer, les traduire par des nombres. Donc, il est destiné exclusivement aux producteurs, conçu à partir de la littérature sur le riz, a permis de recueillir des informations nécessaires à notre étude. Ce questionnaire est porté sur les informations générales sur l'exploitant et son exploitation (caractéristiques de l'exploitation, variétés cultivées), sur les contraintes auxquels le producteur est exposé, sur les

déterminants et les effets de l'adoption d'une technologie agricole diffusée par l'IRRI dans la zone d'étude.

III.7.2. Pré-enquête

La pré-enquête est une enquête préliminaire qui a été réalisée dans le but de valider le questionnaire tant sur sa pertinence que sur sa faisabilité. Il a été réalisé sur les personnes tirées au hasard dans les périmètres rizicoles non consternées par l'étude. A la fin de la pré-enquête, les questions redondantes qui peuvent inviter des fausses informations ont été enlevées en intégrant certaines questions et modalités jugées importantes.

III.7.3. Enquête

Collecter les données vise à recueillir des données nécessaires pour nos analyses à partir des enquêtes qualitatives et quantitatives. Un questionnaire élaboré au préalable a été servi à la réalisation de cette collecte à travers l'entretien , et des observations directes sur terrain pour bien comprendre l'effet de l'adoption de la variété du riz rutete sur son rendement des riziculteurs enquêtés ;l'interview est une méthode de recueil d'informations qui nous a servi en des entretiens oraux, individuels , avec plusieurs personnes sélectionnées soigneusement, afin d'obtenir des informations sur des faits ou des représentations, dont on analyse le degré de pertinence, de validité et de fiabilité en regard des objectifs du recueil d'informations (Ketele & Roegiers, 1996).

De ce fait, l'attention particulière s'est tenue sur l'entretien semi-directif ou qualitatif (Savoie-Zajc,1997) qui est une technique de collecte de données contribuant au développement de connaissances approfondies favorisant des approches qualitatives et interprétatives relevant en particulier des paradigmes constructivistes (Lincoln, 1995).

Ainsi, la collecte des données s'est déroulée du 27 février /2023 au 25 / mars / 2023 avec l'application KoBoCollect v1.28.0. Les entrevues duraient en moyenne $\frac{1}{2}$ heures.

III.8. Cadre théorique et analytique

Pour arriver aux résultats de nos objectifs, deux méthodes d'analyse ont été utilisées : la méthode d'analyse statistique et la méthode économétrique. La méthode statistique a été utilisée pour les variables ordinales liées à l'identification des contraintes. La méthode économétrique a été utilisée pour l'évaluation du taux d'adoption, l'identification des déterminants et l'effet de l'adoption de la variété du riz rutete.

III.8.1. Identification des contraintes liées à production du riz

Cet objectif vise de découvrir les difficultés qui freinent l'adoption des technologies proposées par l'IRRI aux prés des riziculteurs de la zone d'étude. Pour mieux les découvrir, nous avons proposé de solutions qui étaient formulées. Pour atteindre cet objectif, l'étude s'est attachée aux aspects sociaux économiques, techniques et financiers.

Nous avons évalué à travers les témoignages recueillis lors d'une enquête, les contraintes rencontrées par les riziculteurs pendant le processus de production.

L'établissement des rangs a été fait sur les classements en fonction des fréquences de chacun d'eux sur la liste donnée aux agriculteurs. Le test tau-b de Kendall popularisé par Kendall (Kendall, 1938[10]) nous a permis de ranger les contraintes selon le degré d'exposition. Il s'agit d'un test non paramétrique pour les variables ordinales ou classées qui tiennent compte des liens.

III.8.2. Evaluation du taux d'adoption de la variété du riz rutete

Le taux d'adoption de la variété rutete a été estimé par l'approche contrefactuelle base sur l'effet moyen de traitement (ATE). L'estimation de ce paramètre a été effectuée après le modèle probit suivant la procédure proposée par Diagne (2012)[11]. La variable dépendante qui était expliqué ici désigne l'adoption ou le rejet de la variété. C'est une variable binaire qui prend la valeur 1 si le producteur a adopté et 0 en cas de non adoption. Le paramètre estimé (ATE) est la proportion du taux d'adoption potentiel. C'est la proportion des riziculteurs qui auraient adoptés la variété du riz rutete s'ils étaient tous informés de leur existence.

Selon Diagne et Demont, 2007 et Greene (2002), l'estimation paramétrique de l'ATE se base sur l'hypothèse d'indépendance conditionnelle et s'exprime de la manière suivante :

$$ATE(x) = E\left(\frac{y_i}{x}\right) = E(\frac{y}{x}, w = 1)$$

$$E\left(\frac{y}{x}, w = 1\right) = g(x, \beta)$$

[10] KENDALL, M. G. (1938). A new measure of rank correlation. Biometrika, 30, 81-93.
[11] Diagne.2012. Impact Assessment Economist & Program leader Policy, Innovation Systems and Impact Assessment Program Africa Rice Center (AfricaRice): adoption: A Stata routine for consistent estimation of population technology adoption parameters.

Avec :

g: Une fonction des vecteurs des covariables x;

β : Un paramètre qui est estimé à partir du maximum de vraisemblance ;

w : Le statut d'adoption .

III.8.3. Analyse des déterminants d'adoption de la variété du riz rutete

L'adoption d'une technologie donnée ou des variétés améliorées par l'agriculteur est souvent motivée par un objectif de la maximisation de l'utilité. L'agriculteur n'adopte une technologie que lorsqu'elle lui procure une utilité supérieure à celle donnée par l'ancienne technologie. L'adoption des variétés améliorées a pour objectif d'améliorer le rendement des cultures et améliorer les conditions de vie des agriculteurs.

Dans la littérature économétrique, trois modèles (tobit, logit et probit) sont souvent utilisés pour analyser les déterminants l'adoption des technologies.

D'âpres Bourbonnais (2011), Jacquot, (2000) et Ngondjeb et *al.,* 2011, ces modèles utilisent souvent des variables à choix binaire comme variables dépendante. Le modèle Tobit s'utilise que lorsque nous avons des informations sur l'adoption ou non d'une technologie et mieux, si nous avons des informations sur le niveau d'utilisation de la technologie. Les modèles Probit et Logit ont des caractéristiques proches (Amemiya, 1981) à la différence que le modèle Probit se base sur la loi normale tandis que le modèle Logit se base sur la loi logistique de distribution de probabilité.

Pour analyser l'adoption des variétés améliorées de riz, l'étude utilise le modèle Logit qui a montré ses preuves dans des études similaires (Roussy et al., 2015) et reste le plus utilisé en raison de sa simplicité, les avantages qu'il offre à l'interprétation des données et à l'estimation des rapports de chances. De plus, il est couramment utilisé lorsque la variable dépendante est qualitative.

Dans le cadre de notre étude, il s'agit de préciser le comportement des producteurs face aux variétés améliorées de riz en identifiant les facteurs qui influencent son adoption, sous la forme d'une probabilité.

Pour cela nous avons opté pour le modèle de la régression logistique pour analyser les déterminants de l'adoption d'une technologie agricole à Gihanga. Pour le modèle logit, l'estimation s'effectue par la méthode de maximum de vraisemblance.

Le modèle théorique quant à lui se base sur la théorie d'utilité, de l'acceptation de technologie et de l'adoption d'innovation technologique. Ces théories indiquent que les facteurs influençant l'adoption d'une technologie sont reliés à celle-ci selon une relation mathématique bien déterminée.

La théorie d'utilité montre que le riziculteur adopte une variété améliorée sur la base du principe de rationalité notamment l'hypothèse de maximisation de l'utilité de la théorie néoclassique. Or, le riziculteur rationnel préfère les variétés qui lui procurent le plus d'utilité.

Certains travaux en économie sur l'adoption des technologies indiquent que des multiples facteurs endogènes ou exogènes (observables et non observables directement) et les caractéristiques essentielles de la technologie influencent les décisions des agriculteurs (Roussy et *al.,* 2015 ; Ngondjeb et *al.,* 2011).

La fonction d'utilité d'un riziculteur i est donnée par la formule suivante :

$U_{ij} = U_{ij}(X_i)$(Mbetid-Bessane, 2014)[12]

Considérons $X_i$comme une vectrice colonne K facteurs déterminant la décision d'adoption de variétés améliorées de riz et j l'utilité résultant du choix de la variété (j=a, b).

La décision du riziculteur d'adopter ou de ne pas adopter une innovation technologique peut être ainsi spécifiée comme :

$Y_i^* > 0 \ \ si \ U_{ia} > U_{ib} \Leftrightarrow U_{ia} - U_{ib} > 0$; Alors l'agriculteur adopte une technologie, donc $y_i = 1$

$Y_i^* \leq 0 \ si \ U_{ia} \leq U_{ib} \Leftrightarrow U_{ia} - U_{ib} \leq 0$; Alors l'agriculteur n'adopte pas une technologie, donc $y_i = 0$

Avec Y_i^*: la variable latente qui représente le choix d'un riziculteur ; U_{ib} l'utilité que reçoit le riziculteur avant adoption ;U_{ia}: représente l'utilité que reçoit le riziculteur après avoir adopté.

En considérant les deux cas de décision d'un agriculteur, le modèle de régression logistique binaire qui s'adapte le mieux aux variables binaires (adoptants et non adoptants) a été employé dans cette étude. Le modèle suppose que la variable dépendante (adoption) est une variable dichotomique (valeur 1 si le ménage a adopté la variété rutete et 0 sinon).

[12]Mbetid-Bessane, 2014. Adoption et intensification du Nouveau Riz pour l'Afrique en Centrafrique p, 16-21

L'équation d'adoption du modèle logit est spécifiée comme suit :

$p_i(y_i = 1) = \frac{1}{1+e^{-A_i}}$…….....(1)

Où, e = un terme exponentiel

p_i = est la probabilité qu'un individu i fasse un certain choix (adopte ou n'adopte pas la variété rutete). Il est de 1 si un ménage y adopte, sinon de 0

A_i= est une fonction de n variables explicatives (X_i) qui peuvent être exprimées sous forme linéaire comme :

$$A_i = \varphi_0 + \varphi_1 x_1 + \varphi_2 x_2 + \cdots + \varphi_k x_n$$

A partir de cette équation, la probabilité de non adoption est donnée par $(1 - p_i)$ qui peut s'écrire comme l'équation :

$1 - p_i = 1 - \frac{1}{1+e^{-A_i}} = \frac{1+e^{-A_i}-1}{1+e^{-A_i}} = \frac{e^{-A_i}}{1+e^{-A_i}} = \frac{1}{1+e^{A_i}}$……(2)

Par conséquent le ratio de chance est donné par :

$\frac{p_i}{1-p_i} = \frac{\frac{1}{1+e^{-A_i}}}{\frac{1}{1+e^{A_i}}} = \frac{1+e^{A_i}}{1+e^{-A_i}} = e^{A_i}$…… (3)

Maintenant, $\frac{p_i}{1-p_i}$ est le rapport de chances en faveur de l'adoption. C'est le rapport de probabilité des ménages adoptants à la probabilité des ménages non adoptants.

En appliquant le logarithme à l'équation on obtient : $L_i = \ln[\frac{p_i}{1-p_i}] = A_i$…… (4)

Ou L_i: est le logarithme de la ration de chance qui est supposé linéaire pour les variables et les paramètres. Si le terme d'erreur est introduit, le modèle logit dans l'équation (4) est noté comme suit :

$A_i = \varphi_0 + \varphi_1 x_1 + \varphi_2 x_2 + \cdots + \varphi_k x_n + \varepsilon_i$ ……..……..(5)

où $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_k$= coefficient de régression pour les variables indépendantes $x_1, x_2..., x_n$ respectivement et

ε_i= est le terme d'erreur.

À partir du modèle logit estimé, l'effet marginal de chaque variable explicative sur l'adoption peut être calculé comme suit : $\frac{\partial p_i}{\partial x_i} = p_i(1 - p_i)\varphi_i$……..…(6)

Un effet marginal positif signifie que la probabilité augmente avec l'accroissement d'une unite de la variable indépendante correspondante (Neupane et *al.*, 2002) contrairement à un effet marginal négatif, la probabilité diminue avec l'accroissement d'une unité de la variable indépendante correspondante.

En évaluant les résultats du modèle logit, nous avons considéré les valeurs de la probabilité. Si *Pr*>|*z*|<0,01 ; 0.05 ; 0.10 la relation statistique entre la variable indépendante et la variable dépendante est dite significative. Au cas contraire, si *Pr*>|*z*|> ,01 ; 0.05 ; 0.10, la relation statistique entre la variable indépendante et la variable dépendante est dite non significative.

Enfin, la variabilité du modèle logit a été évaluée en considérant les valeurs prédites des rapports de chances (odds ratio).

- Si on a un *odds ratio* de 1 (odds ratio=1), cela signifie l'absence d'effet de la variable indépendante sur la variable dépendante.
- Si on a un *odds ratio* largement supérieur à 1 (odds ratio>1), cela signifie une augmentation ou un accroissement de l'effet de la variable indépendante sur la variable dépendante.
- Si on a un *odds ratio* largement inférieur à 1 (odds ratio<1), cela signifie une diminution un de l'effet de la variable indépendante sur la variable dépendante.

III.8.4. Evaluation de l'effet d'adoption de la variété rutete sur le rendement

La méthode d'appariement par score de propension fondée sur les caractéristiques observables a été utilisée pour l'estimation de nos résultats.

III.8.4.1. Le modèle d'appariement par score de propension

L'objectif de la recherche est de mesurer l'effet de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs, en estimant la différence entre les rendements des ménages adoptants et non adoptants.

Nous nous sommes basés sur la théorie du changement qui analyse la situation d'un agriculteur depuis sa décision à l'adoption à une nouvelle situation. Nous appliquons l'approche d'appariement par score de propension introduit par rosenbaum et rubin en 1983 pour estimer l'effet moyen de traitement.

Par conséquent, la participation au traitement d'un programme de diffusion de la variété du riz rutete est représentée par une variable aléatoire T. pour chaque individu i, on a :

$$\begin{cases} T_i = 1 \; si \; les \; riziculteurs \; adoptent \; la \; variete \; du \; riz \; rutete \; T_i \\ T_i = 0 \; sinon \end{cases}$$

L'efficacité du programme est mesurée par la variable résultat Y_i qui est une variable latente :

$$\begin{cases} Y_{T_i} si \; le \; riziculteur \; recoit \; la \; variete \; amelioree \; \; de \; type \; rutete \; T = 1 \\ Y_{NT_i} si \; le \; riziculteur \; ne \; les \; \; recoit \; pas \; \; T = 0 \end{cases}$$

Ces deux variables correspondent les résultats potentiels. Elles ne sont jamais simultanément observées pour un même riziculteur. Un riziculteur traité, Y_{T_i} est observée tandis que Y_{NT_i} est inobservée.

Les niveaux de rendement des riziculteurs ont été utilisés comme variables des résultats pour comprendre l'effet réel de l'adoption de la variété rutete. Pourtant, nous avons montré ce que serait le rendement des riziculteurs s'ils ne participaient qu'à l'utilisation de la variété du riz rutete. Nous avons par la suite comparé les moyennes de ces résultats trouvés pour ces variables avec les résultats observés pour dégager les différences qui étaient très importants dans nos conclusions.

En se basant sur les équations de rendement de deux groupes (groupes des adoptants et celui des non adoptants), nous estimons l'effet de l'adoption. Nous comparons :

- La moyenne des résultats attendus des riziculteurs qui ont décidaient de cultiver la variété du riz rutete ($E(Y_i^1 \,|T_i = 1)$ par rapport à ceux qui ont décidaient de ne pas la cultiver ($E(Y_i^1 \,|T_i = 1)$) ;
- La moyenne des résultats attendus des cas contrefactuels : les résultats qu'auraient les riziculteurs cultivant la variété du riz rutete au cas où ils décidaient de ne pas la cultiver ($E(Y_i^0 \,|T_i = 1)$) ; les résultats qu'auraient les riziculteurs qui ne cultivent pas la variété du riz rutete au cas où ils décidaient de la cultiver ($E(Y_i^1/T_i = 0)$).

Ces différentes estimations nous conduisent de comparer de façon importante les deux groupes de traitement. Les comparaisons vont nous indiquer la moyenne de l'effet moyen de l'adoption sur le rendement des riziculteurs adoptants :

$$EMTT = E(Y_I^1 - Y_i^0 | T_i = 1) = E(Y_i^1/T_i = 1) - E(Y_i^0 \big| T_i = 1) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

Et la moyenne de l'effet moyen de l'adoption sur le rendement des riziculteurs non adoptants s'ils adoptaient :

$$EMTNT = E(Y_i^1 - Y_i^0 | T_i = 0) = E(Y_i^1 / T_i = 0) - E(Y_i^0 \big| T_i = 0) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (8)$$

Néanmoins, dans la réalité la décision de traitement détermine la variable résultat. En outre, l'estimateur ci-dessous formée par la différence de la moyenne de la variable résultat est affecté d'un biais de sélection.

$$E(Y_{1i}|T_i = 1) - E(Y_{0i}|T_i = 0) + E(Y_{0i}|T_i = 1) - E(Y_{0i}|T_i = 0) = E(Y_{1i}|T_i = 1) -$$
$$E(Y_i^0 \big| T_i = 1) + E(Y_i^0 \big| T_i = 1) - E(Y_i^0 \big| T_i = 0) = ATT + Biais \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (9)$$

L'origine de ce biais vient du fait que la situation moyenne des ménages riziculteurs qui ont cultivé la variété du riz rutete ou le traitement n'aurait pas été la même que celle de ceux n'ayant pas reçu le traitement. En d'autres termes, les riziculteurs ayant bénéficié la technologie et celles n'ayant pas obtenu cette dernière ne sont pas similaires ou identiques. Ainsi, puisque la moyenne contrefactuelle des riziculteurs traités n'est pas observée, on doit choisir un substitut afin d'estimer l'effet moyen du traitement sur les traités. Cela n'est possible que sous deux hypothèses :

Hypothèse 1 : Sélection observable et indépendance conditionnelle appelée en anglais le label *Conditional Independance Assumption* ou *Unconfoundeeness.* Le matching repose sur l'hypothèse que l'ensemble des variables produisant le biais de sélection (variables de contrôle) sont observées (Rosenbaum et Rubin, 1983 ; Smith et Todd, 2005 ; Imbens, 2004 ; Rubin et Thomas 1996). Soit Xi le vecteur des variables observées. L'hypothèse de sélection sur les observables signifie que les variables latentes de résultats ($Y_T et\ Y_{NT}$) sont orthogonales à la participation conditionnelle des caractéristiques (X). Sous cette hypothèse, il est possible d'annuler le biais de sélection en comparant des individus ayant des caractéristiques observées identiques.

Hypothèse 2 : *Existence d'un support commun.* L'application des techniques de matching seulement possible s'il existe des individus non traités ayant des caractéristiques identiques à celles des individus traités. Elle désigne que la probabilité de participer au programme doit être comprise dans un intervalle de 0 et 1 c'est-à-dire $0 < P(T = 1|X) < 1$. Le test de cette hypothèse repose sur une estimation de la zone de support commun (Todd, 2007).

III.8.4.2. 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 dans le but de s'assurer que les résultats trouvés sont fiables.

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[13].

❖ *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-R^2 avant et après appariement. Le dernier doit être faible car le traitement est supposé aléatoire conditionnellement à *X* (Sianesi, 2004) citee par Ndèye (2017) [14]. 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.

[13] Rosenbaum PR, Rubin DB. Constructing a control group using multivariate matched sampling methods that incorporate the propensity score. Am Stat. 1985;39(1):33–8.
[14] An evaluation of the Swedish system of active labour market program in the 12990s. rev.econ. stat.1, 133-155. In Les déterminants et l'impact de l'adoption des semences certifiées de mil et de sorgho dans le bassin arachidier du Sénégal

III.8.4.3. Choix de l'estimateur d'appariement

L'appariement sur score de propension réfère à l'appariement d'individus des groupes traité 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 & Kopeinig, 2008). Il existe différents estimateurs d'appariement, dont les principaux sont présentés ci-dessous :

- *Le plus proche voisin*

Il s'agit de la méthode d'appariement la plus utilisée et relativement plus simple. Selon Lecocq *et al,*. (2014), 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 sans remise, les individus non traités ne sont utilisés qu'une seule fois, un individu traité étant apparié avec un seul individu non traité. Dans la méthode avec remise, les individus peuvent être utilisés plus d'une fois.

- *La stratification*

Pour éviter de jumeler deux individus trop distants, une seconde technique d'appariement peut être utilisée, soit la stratification. Avec cette méthode, les scores de propension sont classés par intervalles, nommés les strates, et les individus traités et non traités sont ensuite appariés au sein de strates. Cette méthode comporte néanmoins un inconvénient : l'utilisation de strates n'est pas toujours adéquate, car les individus les plus proches des points de césure pourraient être classés dans une strate voisine.

Ainsi, certains individus ne sont pas appariés alors que la distance les séparant est faible, parce qu'ils se situent dans une strate différente (Lecocq *et al.,* 2014).

- *Le caliper.*

Un participant du groupe témoin est apparié avec un participant du groupe traité sur la base du plus proche score de propension, sous réserve d'une certaine distance maximale, le caliper. Les individus traités pour lesquels le plus proche voisin non traité n'appartient pas à la région

définie sont exclus de l'analyse. Le caliper est à la discrétion de l'analyste ; il n'existe donc pas de méthode permettant de déterminer le niveau « raisonnable » de tolérance à choisir. Plus le caliper sera petit, plus les individus appariés seront semblables, mais plus le nombre d'individus non appariés augmentera. Il est généralement recommandé de tester différentes versions du caliper et de mener des analyses de sensibilité selon les différentes tailles de caliper.

❖ *Kernel*

Contrairement aux méthodes précédentes qui utilisent uniquement un certain nombre d'individus parmi les non traités pour construire le groupe de comparaison. La méthode kernel et l'appariement linéaire local sont des estimateurs non paramétriques utilisant une moyenne pondérée de tous (ou presque) les individus du groupe contrôlent. Un avantage de cette méthode est la réduction de la variance résultant de l'utilisation d'un plus grand nombre d'observations. Son inconvénient est la possibilité de voir le biais augmenter du fait de mauvais appariements.

Et donc parmi ces différents estimateurs, le plus proche voisin produit les meilleurs résultats en termes de la qualité d'appariement du fait qu'il donne plus de chances aux individus du groupe de traitement de s'apparier aux individus correspondant du groupe de contrôle ayant les mêmes caractéristiques observables.

III.9. Test appropriés du modèle économétrique

Comme le souligne Maddala (1992)[15], il n'est pas raisonnable de supposer qu'un modèle spécifié au tout début est la meilleure pour une estimation particulière. La partie suivante décrit les tests qui ont été réalisées pour confirmer un modèle approprié pour la présente étude**.**

III.9.1. Test de multicolinearite

Avant d'entamer notre modèle d'étude, nous devons vérifier la multicolinéarité possible entre les variables indépendantes de notre recherche afin de garantir la précision de l'estimation des coefficients de régression et donc aboutir à des estimations robustes. Et pour ce faire , nous avons élaboré la matrice de corrélation de Pearson qui nous montre les corrélations faibles et fortes entre toutes les variables présentes dans notre modèle.

[15] Maddala,G.S.(l992). *Introduction to econometrics.2nd Ed.* Macmillan Publishing Company, New York, USA.

Mais afin de s'assurer de l'absence de ce problème, un examen complémentaire à travers le test de VIF et son inverse est montré pour conclure l'absence ou la présence d'une multicolinearite. Les conditions d'analyse sont : VIF<10 et son inverse supérieur à 0.1, conclut l'absence des problèmes de multi colinéarité.

III.9.2. Tests de Hosmer-Lemeshow

Le test de Hosmer-Lemeshow (2000) est un test qui a pour but d'évaluer la qualité d'un modèle. Ce test permet d'avoir un indicateur statistique permettant d'accepter ou de rejeter le modèle.

Le modèle estimé permet pour chaque observation d'obtenir la probabilité de survenance de l'événement.

La statistique du test est calculée sur un échantillon servant seulement à la validation du modèle.

Ce test est soumis à deux hypothèses : l'hypothèse nulle (H0) qui atteste un bon ajustement du modèle et l'hypothèse alternative (H1) qui atteste un mauvais ajustement du modèle. La décision de valider ou de rejeter les hypothèses dépend de la valeur de probabilité associée. L'hypothèse nulle est validée ou acceptée lors que la probabilité est supérieure au seuil de 5% et rejeter au cas contraire. L'hypothèse alternative est acceptée lors que la probabilité est inférieure de 5% et rejeter dans le cas contraire.

III.9.3. Test de bonnes prédictions avec la Surface ROC

L'aire sous la ROC curve du nom de mesure AUC (area under curve) est une mesure de la performance du modèle dans la prédiction du modèle d'analyse **(**Neji et Jigorel, 2015). Un modèle parfait aura une mesure AUC de 1. Ainsi, plus le modèle est précis, plus la courbure de la ROC curve est proche du coin gauche du graphique vers le haut et la mesure AUC est proche de 1.

Elle correspond alors à une mesure de la performance d'un classificateur binaire comme c'est le cas avec notre modèle logit. Son axe des abscisses correspond à (1- la mesure de spécificité du modèle). La mesure de sensibilité est reportée sur son axe des ordonnées, soit le pourcentage des adoptants correctement classés comme des adoptants dans le modèle et la spécificité en abscisse. Ces différentes combinaisons permettent ainsi de déterminer dans quelle mesure le modèle est précis pour discriminer les adoptants et des non adoptants. Cette

courbe vient notamment en support au test de Homer-Lemeshow qui capte la dynamique d'ajustement du modèle aux données.

Selon Delacour *et al.* (2005), l'aire sous la courbe permet d'évaluer l'intérêt du diagnostic d'un test ; par conséquent d'un modèle. 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). Ainsi, le modèle est parfaitement discriminant, lorsque que l'AUC vaut 1.

III.10. Les logiciels de collecte et d'analyse des données

Les données ont été collectées avec le logiciel kobocollect. L'application Microsoft Excel 2016 a été servie pour le dépouillement. La base des données créée a servi au traitement de nos données. L'analyse descriptive des données était faite avec l'application Microsoft Excel et le logiciel SPSS pour l'identification des contraintes tandis que le logiciel STATA 15.1 a été utilisé pour des analyses économétriques à travers le modèle probit pour l'estimation des taux d'adoption, logit pour analyser les facteurs influençant l'adoption d'une variété du riz rutete et méthode d'appariement par score de propension pour évaluer l'effet de l'adoption de la variété du riz rutete.

III.11. Définition des variables de l'étude

Les variables de notre étude sont regroupées en deux catégories : les variables dépendantes et les variables indépendantes. Elles sont définies une à une suivant la logique de l'étude.

III.11.1. Variable dépendante

Adoption : L'adoption est une variable dépendante qui a été déterminée en demandant aux agriculteurs s'ils ont adopté ou non. Dans ce cas, l'adoption est mesurée comme 1 pour les adoptants et 0 pour les non-adoptants.

Rendement : le rendement est une variable continue qui a été déterminée par le rapport de la production et la superficie emblavée des riziculteurs. Les agriculteurs ont été demandés la production du riz obtenue pour ceux qui ont adopté et ceux qui n'ont pas adopté dans le but de comparer leur rendement toute en se référant aux caractéristiques observables.

III.11.2. Variables indépendantes

Les variables indépendantes sont censées expliquer le modèle l'adoption. Elles sont reparties en trois catégories : variables sociodémographiques, socioéconomiques et institutionnelles.

III.11.2.1. Les variables sociodémographiques

âge : L'âge est censé influencer l'adoption de la technologie. Adesina et Zinnah (1993) ont constaté que l'âge était négativement corrélé à l'adoption. Selon Tiamiyu *et al.* (2009), les jeunes agriculteurs sont plus susceptibles d'adopter de nouvelles technologies s'ils ne sont pas limités par des ressources limitées, tandis que les agriculteurs plus âgés sont moins susceptibles d'utiliser de nouvelles technologies si elles nécessitent un travail physique supplémentaire.

Sexe : Le sexe a également été mesuré comme suit : (homme = 1, femme = 0). Cette variable est censée avoir un effet positif ou négatif sur l'adoption des technologies de production du riz, car les agriculteurs masculins sont mieux placés que les féminins pour accéder aux intrants qui améliorent le rendement, tels que les engrais, le crédit et les services de conseil en vulgarisation. Par conséquent, on s'attendait à ce que cette variable ait une influence positive sur l'adoption des technologies chez les agriculteurs et une influence négative chez les agricultrices.

Situation matrimoniale : La situation matrimoniale a été mesurée comme suit : (marié = 1, sinon = 0). L'état matrimonial renforce la capacité des agriculteurs à avoir des membres du ménage qui peuvent contribuer à la main-d'œuvre nécessaire à l'adoption de technologies améliorées de production de riz. On s'attendait à ce que l'état matrimonial ait une influence positive sur l'adoption de technologies.

Niveau d'éducation : On s'attend à ce que le niveau d'éducation des agriculteurs ait une conséquence sur le niveau d'adoption des technologies. Le niveau d'éducation de l'agriculteur se reflète dans sa capacité à accéder, comprendre et utiliser l'information pour prendre des décisions au moment opportun.

Des études menées par Atala (1980) ; Feder *et al.*, (1985) ; Chaves et Riley, (2001) ont montré que le niveau d'éducation des agriculteurs est positivement lié à l'adoption d'innovations agricoles. Le niveau d'éducation a été catégorisé comme suit : aucun niveau = 0 ; Primaire = 1 ; Secondaire = 2 ; Université=3

Taille du ménage : La taille du ménage a été mesurée en fonction du nombre de personnes vivant dans le ménage de l'agriculteur. On s'attend à ce que la taille du ménage affecte positivement l'adoption de la technologie. Il a été constaté que cette variable influence l'adoption d'innovations agricoles par les agriculteurs (Jamala et *al.*, 2011). Les ménages de grande taille offrent la possibilité de trouver de la main-d'œuvre interne pour les travaux des champs, ce qui réduit les besoins en main-d'œuvre externe. Ceci est plus significatif pour les innovations qui nécessitent un niveau considérable de main-d'œuvre.

Main d'œuvre du ménage : Cette variable a été définie comme le nombre de personnes dans le ménage de l'agriculteur qui est engagé dans le travail agricole. Le nombre de personnes du ménage de l'agriculteur disponibles pour le travail agricole devrait avoir un effet positif sur l'adoption de la technologie.

III.11.2.2. Les variables socioéconomiques

Superficie emblavée : La taille de l'exploitation est censée influencer l'adoption des technologies de production du riz. La taille de l'exploitation fait référence à la superficie totale des terres (en hectares) que possède l'agriculteur. Adesina et Zinnah (1993) ont trouvé une corrélation positive entre la taille de l'exploitation et l'adoption tandis que De Souze *et al.* (1999) ont rapporté une corrélation négative de la taille de l'exploitation avec l'adoption d'une innovation. Cependant, Bonabana (1998) n'a trouvé aucune association entre les deux variables. La taille de l'exploitation a été mesurée en ares (a).

Expérience agricole : On s'attend à ce que la durée de l'expérience agricole affecte positivement ou négativement l'adoption de la technologie en fonction de l'âge de l'agriculteur. Plusieurs études ont montré que l'expérience agricole a une influence sur l'adoption des innovations agricoles (Tiamiyu et *al.*, 2009 ; Ogundele et Okoruwa, 2006). Il a été constaté que les années d'expérience agricole ont une relation positive avec l'adoption d'une part, tandis que la même variable a été liée à une association négative avec l'adoption d'autre part. Dans cette étude, l'expérience agricole fait référence au nombre d'années pendant lesquelles un agriculteur a cultivé du riz.

Possession d'un téléphone mobile : La possession d'un téléphone mobile devient une question importante pour l'information sur le marché et l'accès aux intrants agricoles tels que les semences améliorées et les engrais par les agriculteurs. On s'attend à ce que les agriculteurs possédant un téléphone portable soient en meilleure position pour accéder aux

informations et aux intrants qui favoriseront l'adoption de la technologie de production par rapport aux autres du riz que leurs homologues qui n'ont pas accès aux téléphones portables. La possession d'un téléphone mobile sera mesurée comme une variable muette (1 = utilisateur et 0 = non utilisateur).

Accès au marché : l'accès au marché incite les agriculteurs à l'adoption d'une technologie agricole. Un accès fiable au marché permet d'améliorer le rendement, les revenus et la sécurité alimentaire des agriculteurs. Cette variable a été mesurée par 1 lors que l'agriculteur à l'accès au crédit et 0 si non.

III.11.2.3. Les variables institutionnelles

Accès aux services de vulgarisation : Il est plus probable que l'accès aux services de vulgarisation soit corrélé positivement avec l'adoption d'innovations agricoles. Des études antérieures ont rapporté une relation positive significative entre le nombre de contacts de vulgarisation et l'adoption (Odoemenem et Obinne, 2010 ; Saka et *al.*, 2005). L'accès aux services de vulgarisation a été mesuré comme suit : (oui = 1, sinon = 0).

Accès au crédit : Le montant du crédit a été mesuré comme le montant du crédit reçu par l'agriculteur dans une saison de culture pour la production de riz. L'adoption d'innovations agricoles peut être entravée lorsque les agriculteurs n'ont pas accès au crédit pour faciliter l'achat d'intrants agricoles. Par conséquent, les agriculteurs ayant accès au crédit ou à diverses sources de financement pour l'agriculture sont plus susceptibles d'adopter des innovations agricoles que leurs homologues n'ayant pas accès au crédit. On s'attendait à ce que le montant du crédit ait une influence positive sur l'adoption des technologies.

Appartenance dans une association : L'adhésion des cultivateurs dans des associations des riziculteurs influence positivement à l'adoption des variétés améliorées de riz. Les agriculteurs appartenant à une association des riziculteurs sont en excellente disposition pour accéder à la connaissance des bienfaits de l'adoption des variétés améliorées ou des technologies agricoles par rapport aux autres n'appartenant pas dans aucune association. L'appartenance dans une association sera mesurée comme une variable binaire. Elle prend la valeur 1 si l'agriculteur appartient à une association de producteurs de riz et 0 sinon.

Tableau 2 : Les variables du modèle et les signes attendus des paramètres

Variables	Type de variables	Description	Signe

			attendu
Variable dépendante			
Adoption	Qualitative	Variable dépendante : 1 s'il y a adoption des variétés améliorées et 0 si non	N/A
Rendement	Quantitative	Le rapport de la production et la superficie emblavée d'un riziculteur	N/A
Variables indépendantes			
Age = age	Quantitative	Nombre d'années du chef d'exploitation	+ ou -
Sexe= Sexe	Qualitative	1 si l'individu est un homme et 0 si non	+ ou -
Statut matrimonial= statut_matr	Qualitative	= 1 si l'individu est marié et 0 si non	+ ou -
Niveau d'éducation= Education	Qualitative	Le niveau d'étude a été catégorise comme suit : 0= aucun niveau ; 1 =niveau primaire ; 2= niveau secondaire ; 3= niveau universitaire	+ ou -
Taille du ménage= taille_mena	Quantitative	Le nombre des personnes vivant dans le ménage	+ ou -
Main d'œuvre du ménage= maindoeuvre_men	Quantitative	Nombre de personnes cultivateurs dans le ménage	+
Taille de l'exploitation= Superficie	Quantitative	Taille de l'exploitation en are	+ ou -
Expérience agricole= experience	Quantitative	Nombre d'années d'expérience d'un riziculteur	+ ou –
Possession d'un téléphone mobile= poss_tel	Qualitative	Variable muette : 1 utilisateur du téléphone et 0 si non	+
Appartenance dans une association = aparten_asso	Qualitative	Variable binaire : 1= si l'agriculteur appartient à une association ; 0= non	+
Accès aux services de vulgarisation= vulgarisation	Qualitative	Variable binaire : 1= si l'agriculteur à l'accès aux services de	+

		vulgarisation et 0 = non	
Accès au crédit= acces_credit	Qualitative	Financement pour l'agriculteur auprès des institutions du micro finance.	+
Accès au marché= acces_marche	Qualitative	Variable binaire : 1= si l'agriculteur à l'accès au marché et 0 si non	+

Source : Auteur, 2023

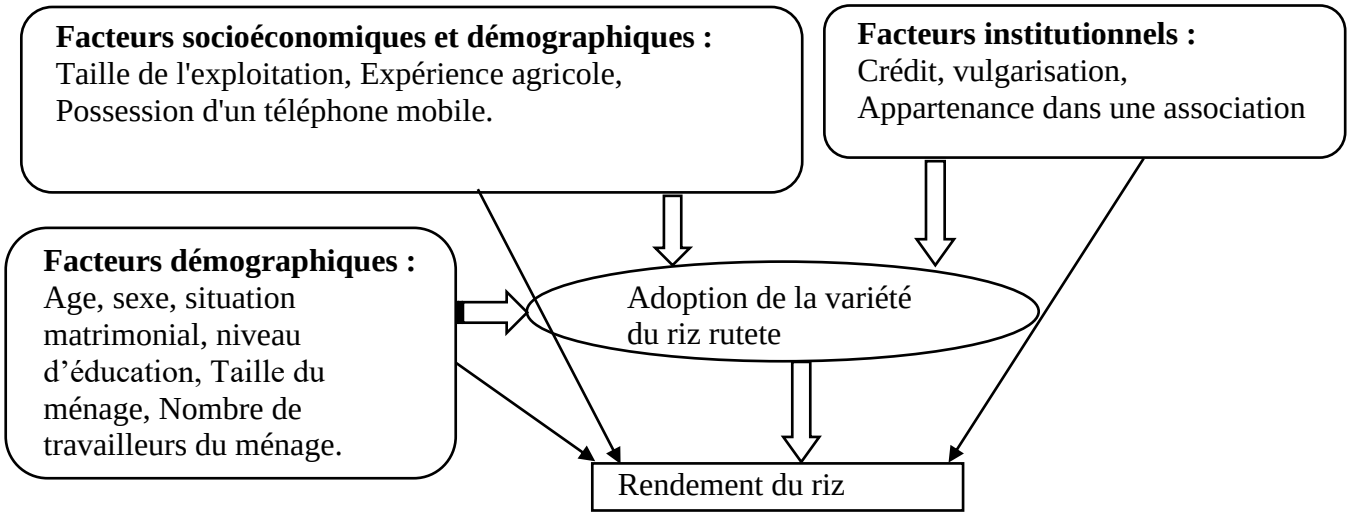
A partir de ces variables définies en haut, le modèle économétrique de l'adoption est donné par :

$ADO_i = \varphi_0 + \varphi_1 sexe_i + \varphi_2 \text{age}_i + \varphi_3 statut_matr_i + \varphi_4 Education_i + \varphi_5 taille_mena_i + \varphi_6 maindoeuvre_men_i + \varphi_7 Superficie_i + \varphi_8 experience_i + \varphi_9 acces_credit_i + \varphi_{10} acces_marche_i + \varphi_{11} apparten_asso_i + \varphi_{12} vulgarisation_i + \varphi_{13} poss_tel_i + \varepsilon_i$ (Modèle d'adoption)

III.12. Cadre conceptuel de l’étude

Le cadre conceptuel de l’adoption et de ses facteurs associés est illustré dans la figure ci-dessous. On pense que l’adoption est influencée par les facteurs socioéconomiques (Age, sexe, situation matrimonial, niveau d’éducation, taille du ménage, Nombre de travailleurs du ménage, Taille de l'exploitation, Expérience agricole, Possession d'un téléphone mobile, Appartenance dans une association, Quantité de riz produite) et institutionnelles (Crédit, vulgarisation). Ces facteurs peuvent avoir un effet positif ou négatif sur l’adoption et le rendement des riziculteurs.

Figure 4 : Cadre conceptuel de l’étude



Source : Auteur, 2023

Conclusion du troisième chapitre

Ce chapitre permettra de montrer la localisation de la zone d’étude et de présenter les méthodes de collecte et d’analyse de données. 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, statistique pour l’identification des contraintes et une analyse économétrique pour l’analyse des déterminants et d’effet d’adoption de la technologie agricole sur le rendement des riziculteurs.

CHAPITRE IV. PRESENTATION, INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

Ce chapitre couvre les résultats de l'étude, il a commencé par présenter et interpréter les résultats. Ensuite, il a présenté les discussions de nos résultats en s'appuyant sur d'autres études empiriques effectuées sur ce genre de thématique.

IV.1. Présentation et interprétation des résultats

Cette partie décrit le profil des répondants (les caractéristiques de chefs de ménages). Elle présente les résultats suivis des interprétations économiques de notre étude pour identifier les contraintes limitant la production du riz dans la zone d'étude, évaluer le taux d'adoption de la variété du riz rutete et les raisons d'adoption de cette variété, pour analyser les facteurs déterminants l'adoption de cette variété et pour évaluer l'effet de l'adoption de cette variété sur le rendement des riziculteurs.

IV.1.1. Analyse descriptive sur les caractéristiques des exploitants rizicoles selon le statut d'adoption

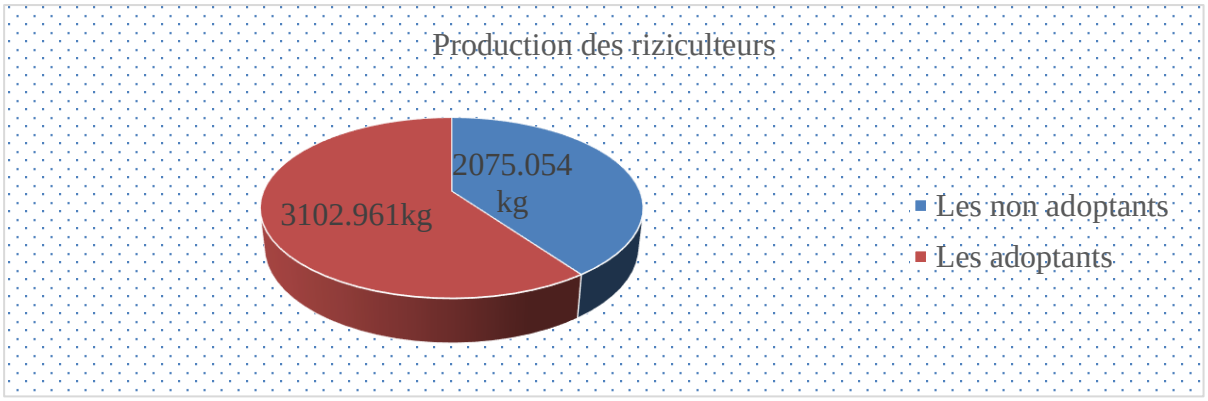
L'utilisation d'une technologie par les agriculteurs peut être influencée par divers facteurs socioéconomiques, sociodémographiques et institutionnels. Ainsi, l'enquête a été menée pour comprendre le point de vue des agriculteurs sur la technologie en particulier les différentes variétés de riz vulgarisées dans la zone d'étude et les facteurs affectant l'application et l'adoption de la technologie enfin d'évaluer l'effet de l'adoption d'une technologie agricole sur le rendement des riziculteurs et identifier les contraintes rencontrées par les riziculteurs dans les pratiques des exploitations rizicoles. Les facteurs influençant l'adoption sont donc des facteurs causaux du rendement des agriculteurs. Notre modèle des déterminants comprenait treize variables explicatives et représentait les facteurs censés influencer les processus d'adoption et la diffusion des technologies innovantes dans la zone d'étude. Les variables utilisées dans le modèle sont, de retour, considérées comme des caractéristiques observables des enquêtés pour analyser l'effet de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des agriculteurs.

La catégorisation de ces variables induites dans le modèle nous permet de faire une analyse globale sur les producteurs du riz de la zone d'étude. Il s'agit de l'analyse des variables quantitatives et qualitatives.

IV.1.1.1. Production et rendement des riziculteurs

Les résultats de la figure 5 montent les moyennes de la production des riziculteurs dans la population échantillonnée. Il ressort de ce tableau que les adoptants ont une moyenne de 3102.961kg tandis que les non adoptants ont une moyenne de 2075.054 kg. Cet écart de moyenne montre que les adoptants gagnent plus de production que les non adoptants.

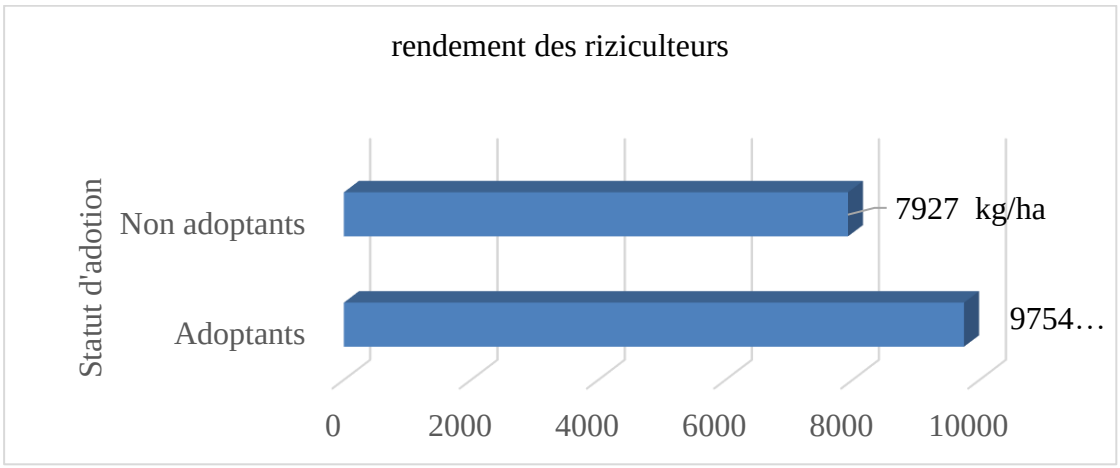
Figure 5 : Illustration de la production rizicole des répondants



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

En tenant compte de la superficie emblavée, la figure ci-dessous montre également que la moyenne de rendement des riziculteurs qui adoptent la variété du riz rutete est supérieure à la moyenne de rendement de ceux qui adoptent d'autres variétés du riz autres que rutete.

Figure 6 : Rendement des riziculteurs



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

IV.1.1.2. Caractéristiques sociodémographiques des répondants

Il ressort de l'analyse que les ménages enquêtés sont majoritairement dirigés par les hommes avec 80.15% contre 19.85% des femmes. Les hommes adoptants et non adoptants sont respectivement 24.62% et 55.53% tandis que chez les femmes, ils sont respectivement 4.2% et 15.65 %. Cette situation justifie que les ménages agricoles sont en grande partie dirigés par les hommes. Il y a une grande disparité entre les deux sexes dans la production de riz. Cela indique donc la prédominance de l'homme comme chef de ménage.

Par ailleurs, l'état matrimonial est un facteur sociodémographique important affectant l'adoption de la technologie agricole. Parmi les riziculteurs enquêtés, il y avait plus de répondants mariés (94.85%) que les célibataires (5.15%). Toutefois, les non adoptants avaient un pourcentage plus élevé que les adoptants. Il ressort de l'analyse que les non adoptants qui sont mariés , représentaient 67.37% de la population échantillonnée alors que les adoptants étaient de 27.48%. Pourtant, il y avait peu des répondants célibataires : 3.63% des non adoptants et 1.53 % des adoptants.

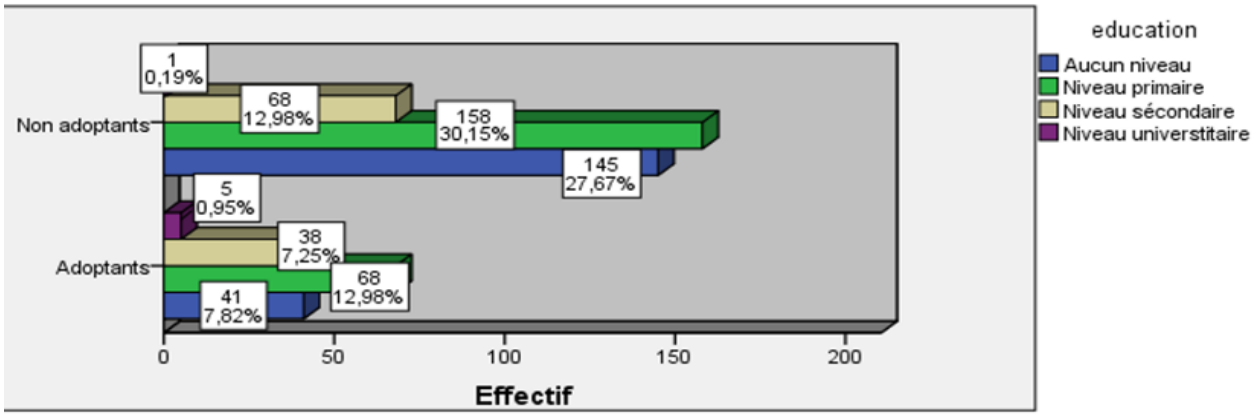
Tableau 3 : Sexe et stat matrimonial des répondants

Variables	Modalités	Adoptants (n=152)		Non adoptants (n=372)		Total (n=524)	
		Freq	%	Freq	%	Freq	%
Sexe	Femme	22	4.2	82	15.65	104	19.85
	Homme	130	24.81	290	55.34	420	80.15
Statut matrimonial	Célibataire	8	1.53	19	3.63	27	5.15
	Marié	144	27.48	353	67.37	497	94.85

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de terrain, 2023

Quant au niveau d'éducation, l'étude a révélé qu'environ 35.50% des exploitants agricoles n'avaient aucun niveau d'éducation, 43.13% des agriculteurs avaient une éducation primaire, 20.23% avaient une éducation secondaire tandis que 1.15% des agriculteurs avaient un niveau d'étude universitaire. Par statut d'adoption, les statistiques ont révélé que les non adoptants de tous les niveau d'étude sont respectivement représentaient par 27.67% des riziculteurs n'ayant aucun niveau, 30.15% des riziculteurs ayant un niveau primaire, 12.98% des riziculteurs ayant un niveau secondaire et 0.19% des riziculteurs de niveau universitaire tandis que les adoptants sont respectivement représentaient par 7.82% des riziculteurs n'ayant aucun niveau, 12.98% des riziculteurs ayant un niveau primaire, 7.25% de niveau secondaire et 0.95% de niveau universitaire.

Figure 7 : Niveau d'éducation des répondants



Source : auteur à partir des données de l'enquête avec SPSS

Depuis l'apparition des programmes d'études au Burundi, les six années sont passées à l'école primaire tandis que les sept années supplémentaires sont passées à l'école secondaire. Actuellement, il y a l'école fondamentale de neufs ans avec trois années supplémentaires de post-fondamental pour terminer l'éducation de base. De plus, l'université était de quatre à cinq ans de licence de l'ancien système (LMD) mais actuellement elle est devenue (BMD) où on ne fait que trois années d'étude pour le baccalauréat, deux années pour le master et trois années pour le doctorat. Pour notre cas d'étude, nous nous sommes basés sur le programme de l'ancien système car la majorité de la population est veille.

Les résultats du tableau 4 montre que l'ensemble de la population échantillonnée représente la moyenne d'âgé de 45.15458 ans. Il ressort de ce résultat que les adoptants de la variété du riz rutete a une moyenne de 45.19079 ans et de 45.13978 ans pour les non adoptants.

Tableau 4 : Age, taille du ménage et main d'œuvre familiale des répondants

Variables	Adoptants (n=152)	Non adoptants (n=372)	Total (n=524)
Âge du chef du ménage	45.19079	45.13978	45.15458
Taille du ménage	8.19 7368	8.295699	8.267176
Main d'œuvre de la famille	2.703947	2.680108	2.687023

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de terrain, 2023

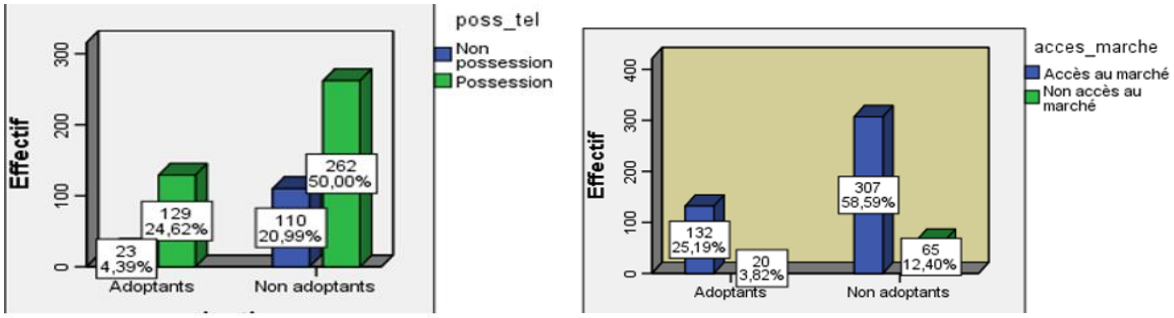
La taille moyenne de ménages enquêtés était de 8.267176 individus. L'analyse statistique a prouvé une moyenne de taille de ménages de 8.197368 individus pour les adoptants et 8.295699 individus pour les non adoptants.

De plus, les résultats nous montrent également une petite moyenne de la main d'œuvre de la famille (2.687023 individus). Les ménages adoptants et les ménages non adoptants ont respectivement la taille de ménage moyenne de 2.703947 et 2.680108 individus. L'écart entre la taille du ménage et la main d'œuvre de la famille est relativement grand. Cela est témoigné par les enquêtés qu'ils utilisent beaucoup plus de main d'œuvre extérieure dans leur système d'exploitation rizicole. De plus, les chefs de ménages enquêtes ont avéré que les hommes sont beaucoup plus chargés de l'exploitation rizicole tandis que les femmes sont chargées des autres activités agricoles.

IV.1.1.3. Caractéristiques socioéconomiques des répondants

Cette partie présente des caractéristiques socioéconomiques des producteurs rizicoles en mettant l'accent surtout sur la possession du téléphone mobile, l'accès au marché, la superficie emblavée pour la culture de riz et l'expérience du producteur dans les activités rizicoles.

Figure 8 : Possession du téléphone et accès au marché des répondants

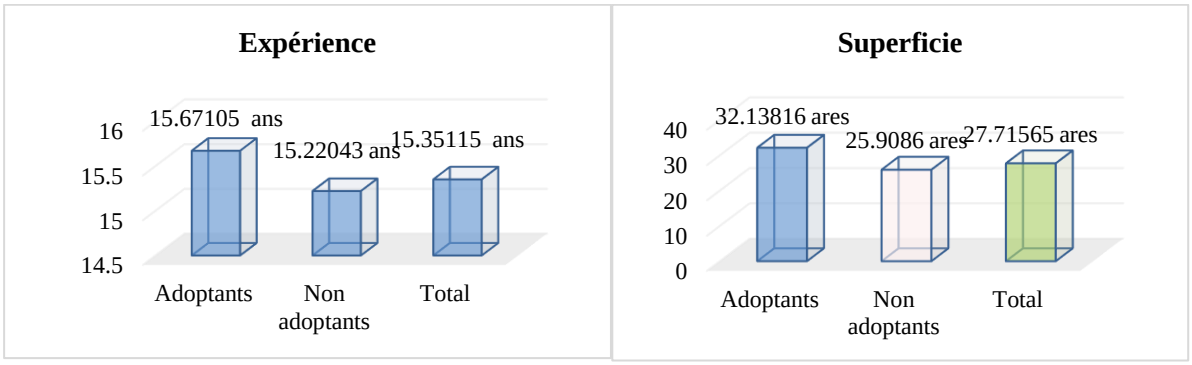


Source : Auteur à partir des données de l'enquête avec SPSS, 2023

La distribution des répondants par l'utilisation du téléphone montre qu'il y a beaucoup d'utilisateurs des téléphones mobile (74.62%) contre 25.38% des non utilisateurs de téléphone mobiles. Parmi les adoptants, seul 24.62% des riziculteurs possèdent les téléphones mobiles contre 4.39% qui ne possèdent pas les téléphones mobiles. Parmi les non adoptants 50.00 % des répondants sont des utilisateurs des téléphones mobiles contre 20.99 % des non utilisateurs.

Les statistiques montent également 83.78% des répondants qui ont accès au marché contre 16.22% des répondants qui n'ont pas accès au marché. Cela justifie que la riziculture pratique à Gihanga est en grande partie orientée vers le marché. D'après les riziculteurs enquêtés, une partie de la production obtenue doit être vendue pour rembourser les dettes contractées pendant la période d'exploitation. Une autre partie est réservée à la consommation. Par statut d'adoption, 25.19% des riziculteurs qui ont accès au marché ont adopté la variété du riz rutete tandis que 58.59 % d'eux ne l'ont pas adoptée. Aussi 3.83% des riziculteurs n'ayant pas accès au marché ont adopté la variété du riz rutete contre 12.40% des riziculteurs n'ayant pas accès au marché qui ne l'ont pas adopté. De plus, parmi les riziculteurs ayant accès au marché, 25.19% ont adopté la variété du riz rutete tandis que 12.40 % d'entre eux ne l'ont pas adoptée.

Figure 9 : Superficie et expérience agricole parmi les répondants



Source : auteur à partir des données de terrain, 2023

Les résultats montrent également que la moyenne des ménages de la zone d'étude a une superficie moyenne de 27.71565 ares. Les résultats du tableau 9 nous montrent que les non adoptants ont une superficie moyenne de 25.9086 ares tandis que les adoptants ont une moyenne de 32.13816 ares.

La moyenne de l'expérience agricole des riziculteurs dans la zone d'étude était de 15.35115 ans. La statistique descriptive a révélé une moyenne de 15.67105 ans pour les adoptants tandis que pour les non adoptants, la moyenne de l'expérience était de 15.22043 ans.

IV.1.1.4. Caractéristiques institutionnelles des répondants

Dans la population enquêtée, les agriculteurs obtiennent des crédits agricoles à travers les coopératives de la SRDI, les prêteurs locaux, institution de micro finance. Les crédits issus de la SRDI sont souvent des semences et des pesticides. Ces derniers sont censés être remboursés après la récolte. Les riziculteurs se lamentent que le prix comptabilisé par la SRDI sur le payement de redevance est tellement faible (1300Fbu) par rapport à celui du marché local (2200Fbu). Également, les prêteurs locaux demandent des remboursements des crédits à un taux élevé que les riziculteurs sont incapables à payer. Toutefois, nous nous sommes basés sur le crédit en terme monétaire.

Dans cette étude, des informations sur l'accès au crédit ont été collectées. Le tableau 5 montre le nombre de répondants qui ont demandé le crédit agricole pendant la dernière saison de l'année 2022 et d'autres qui ne le l'ont pas demandé. Dans la population enquêtée, 61.26 % des agriculteurs avaient accès au crédit contre 38.74 % des agriculteurs qui n'avaient pas accès au crédit.

Par statut d'adoption, parmi les adoptants les 19.27% des riziculteurs adoptants avaient l'accès au crédit agricole contre 9.73 % des riziculteurs qui n'avaient pas accès au crédit agricole. Toutefois, 41.98% des non adoptants avaient l'accès au crédit agricole contre 29.01 % des riziculteurs qui n'avaient pas accès au crédit agricole.

Tableau 5 : Caractéristiques institutionnelles des répondants

Variables	Modalités	Adoptants (n=152)		Non adoptants (n=372)		Total (n=524)	
		Fréq	%	Fréq	%	Fréq	%
Accès au crédit	Accès au crédit	101	19.27%	220	41.98%	321	61.26 %
	Non accès au crédit	51	9.73 %	152	29.01 %	203	38.74 %
Vulgarisation	Accès à la vulgarisation	99	18.89 %	171	32.63 %	270	51.53%
	Non accès à la vulgarisation	53	10.11 %	201	38.36 %	254	48.47%
Appartenance dans une association	Appartenance	121	23.09 %	254	48.47%	375	71.56 %
	Non appartenance	31	5.92 %	118	22.52 %	149	28.44 %

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de terrain, 2023

Quant à l'appartenance dans une organisation, les statistiques ont montré 71.56% des répondants qui appartiennent dans une association des riziculteurs et 28.44% des répondants qui n'appartiennent à aucune association des riziculteurs.

Par statut d’adoption, 23.09% des adoptants appartiennent dans une association contre 5.92% des adoptants qui n’y appartiennent pas. Outre, 48.47% des non adoptants appartiennent dans une association contre 22.52% des non adoptants qui n’appartiennent à aucune association.

Un service de vulgarisation auprès des riziculteurs est une incitation à l'adoption des variétés améliorées du riz. Dans la zone d'étude, 48.47% ont déclaré ne pas avoir bénéficié de ces services des agents vulgarisateurs alors que dans la contrepartie, le nombre qui a bénéficié au moins un agent de vulgarisation n'était que de 51.53%. Par le statut d’adoption nous avons remarqué 18.89% des adoptants qui ont reçu au moins un agent de vulgarisation contre 10.11% des adoptants qui ne l’ont pas reçu. Du cote des non adoptants, 32,63% ont bénéficié les services de vulgarisation alors que 38.36% ont répondu qu’ils n’en bénéficient jamais. Ces services sont censés être fournis par les agents de la SRDI comme l'ont déclaré les agriculteurs. Ceux qui ont déclaré qu’ils ne bénéficient pas ces derniers affirment qu’ils n’ont ni à un atelier ni à une démonstration sur le terrain pour leur permettre de se familiariser avec les nouvelles technologies en matière de production rizicole. Le manque de services de vulgarisation a été lié à l'inefficacité de la production agricole.

Depuis le lendemain de la guerre civile au Burundi, la prestation des services de vulgarisation a diminué en raison de la baisse du nombre d'agents de vulgarisation et du manque de fonds pour soutenir le département des travaux de vulgarisation.

IV.1.2. Les contraintes de la production rizicole

Les six principales contraintes identifiées sont présentes dans le tableau ci-dessous selon le degré d’exposition.

Tableau 6 : Classement des contraintes de la production du riz

Les contraintes	Rang moyen	Fréquence	Pourcentage	Rang Global
Insuffisance et /ou retard des engrais	4,91	437	83%	1ère
Problème de disponibilité en eau	4,75	408	78%	2ème
Manque des services de vulgarisation	2,73	57	11%	5ième
Dommages causés par les insectes, les maladies et les ravageurs	2,85	136	26%	4ième
Petites superficies	2,66	49	9%	6ième
Manque d'accès au crédit agricole	3,1	164	31%	3ième

Source : auteur à partir des données d'enquête avec logiciel SPSS, 2023

L'insuffisance et / ou retard des engrais est apparue comme la première contrainte de production dans la zone d'étude. Etant donné que la production rizicole de Gihanga est actuellement dépendante des engrais organiques, une perturbation du développement des cultures du riz s'observe et affecte considérablement la production. En effet, le rang de 4,91 indique qu'une forte proportion des riziculteurs a identifié l'insuffisance et / ou le retard des engrais comme étant la principale contrainte de production parmi les autres contraintes. Parmi les riziculteurs échantillonnés, 83% ont témoigné l'insuffisance ou retard des engrais comme une contrainte militant de la production rizicole. Selon les riziculteurs, le retard des engrais conduit aux attaques des maladies des plantes et les perturbe au leur développement.

Le problème de disponibilité en eau d'irrigation a été classé au deuxième rang des contraintes liées à la production du riz. Parmi les riziculteurs enquêtés, 78% ont témoigné que le manque de l'eau d'irrigation cause une perte de grande production du riz.

Cela est le résultat des infrastructures utilisées pour construire le système d'irrigation qui sont veilles et ont sérieusement besoins d'être réparées. De plus, la construction des nouvelles pourrait être une solution pour cette contrainte.

Le manque d'accès aux crédits agricoles a également été mentionné comme la troisième contrainte liée à la production du riz. Cela a été témoigné par 31% des riziculteurs échantillonnés.

Connaissant que l'entretien des champs rizicoles nécessite une main d'œuvre assez suffisante et des intrants comme des pesticides, des engrais, des semences de qualité, l'accès aux crédits pour un agriculteur est primordial pour sa production. Cependant, les préteurs locaux facturent des intérêts exorbitants sur les prêts et les processus impliqués dans l'acquisition de tels sont encombrant.

Confirmés par 26% des riziculteurs enquêtés, les dommages causés par les insectes, les maladies et les ravageurs sont classées au quatrième rang des facteurs limitant la production. Les ravageurs et les maladies causent des pertes de rendement importante dans la production, limitent la capacité de stockage et la commercialisation de la production et augmenter les couts de production en raison du cout de contrôle. Bien que cette contrainte soit freinée par de bonnes pratique culturales et des pesticides, la pyriculariose et la panachure jaune ont été identifiées comme les maladies les plus importantes et causant des dommages graves à la culture du riz.

Manque des services de vulgarisation a été classé au cinquième rang des contraintes de production rizicole. Parmi les riziculteurs échantillonnés, 11% d'entre eux ont révéré que les agents de vulgarisation sont peu nombreux en tenant compte des riziculteurs de la commune Gihanga qui sont toujours en besoins de leurs services.

Cependant, les agriculteurs burundais sont majoritairement du monde rural et ne sont pas instruits. De ce fait, leur capacite de capter les informations sur les techniques rizicoles adaptées reste encore faible. Ce qui demande qu'on multiplie plus des séances d'animation (champs écoles paysans) sur les techniques rizicoles adaptées. De plus, les riziculteurs enquêtés et le personnel de la SRDI ont témoigné que chacune des coopératives des riziculteurs est encadré par un agronome. Ce qui justifie l'insuffisance des services de vulgarisation dans la région. Toutefois, les techniques de production rizicole, telles que pratiquées par certains riziculteurs sont archaïques. Par conséquent, la production du riz reste faible suite à l'absence des techniques culturales permettant aux riziculteurs d'aboutir à de bonnes productions escomptées.

Enfin, les petites superficies ont été soulignées comme une contrainte de la production rizicole. Les résultats du tableau 6 révèlent que 9% des riziculteurs enquêtés témoignent cette affirmation. Cela est justifié par le fait les agriculteurs sont financièrement pauvre et n'ont pas de moyens suffisant pour la location de grandes superficies.

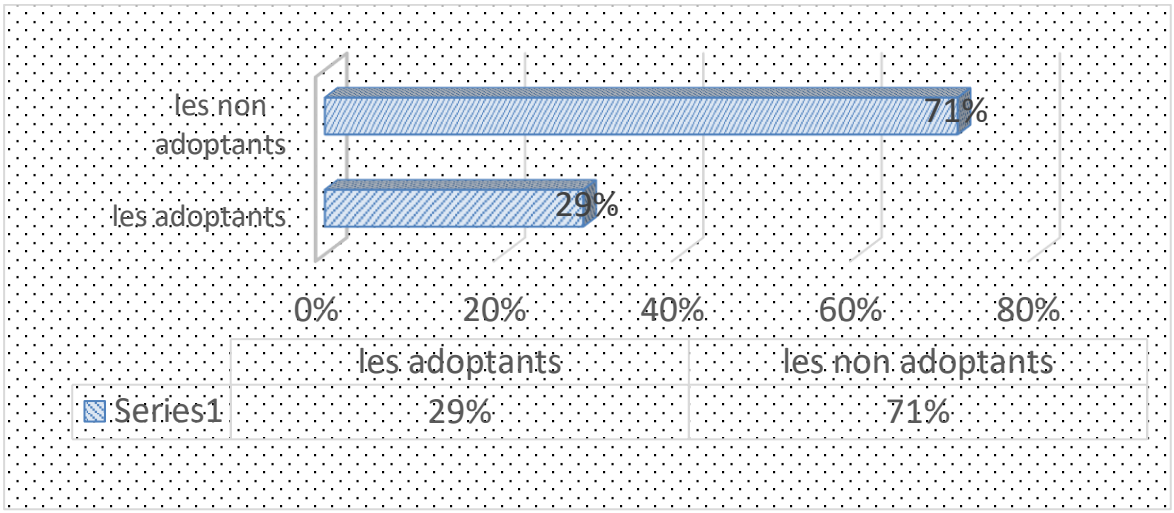
Même les petites superficies présentes, sont de plus en plus victime d'une dégradation continue et la dégénérescence du matériel végétal causées par la surexploitation. Ce qui constitue une contrainte majeure dans les exploitations rizicole.

IV.1.3. Evaluation du taux d'adoption de la variété du riz rutete

Le résultat de l'estimation du taux d'adoption de la variété du riz rutete est présenté sur la figure ci-dessous. Le taux d'adoption potentiel (ATE) est de 29% indiquant qu'un riziculteur pris au hasard dans la population a une probabilité de 29% d'adopter la variété du riz rutete. Pour rappel, l'adoption est ici définie comme le fait d'avoir utilisé la variété du riz rutete dans la dernière saison de l'année 2022. Ce résultat montre que cette variété est faiblement adoptée dans la zone d'étude.

Au regard de ce résultat, il ressort de l'analyse que 71% des riziculteurs ont adopté d'autres variétés.

Figure 10 : Illustration du niveau d'adoption de la variété du riz rutete et d'autres variétés



De plus, le faible taux d'adoption de la variété du riz rutete peut être expliqué par plusieurs facteurs entre autres, les différentes variétés pratiquées dans la région, la méconnaissance sur la qualité de la variété du riz rutete en termes de son rendement potentiel, l'insuffisance des services de vulgarisation dans la région du fait de leur importance quant à l'accès aux informations concernant les techniques culturales adaptées et aux variétés améliorées les plus productives.

Tableau 7 : Type de variétés les plus utilisées à Gihanga

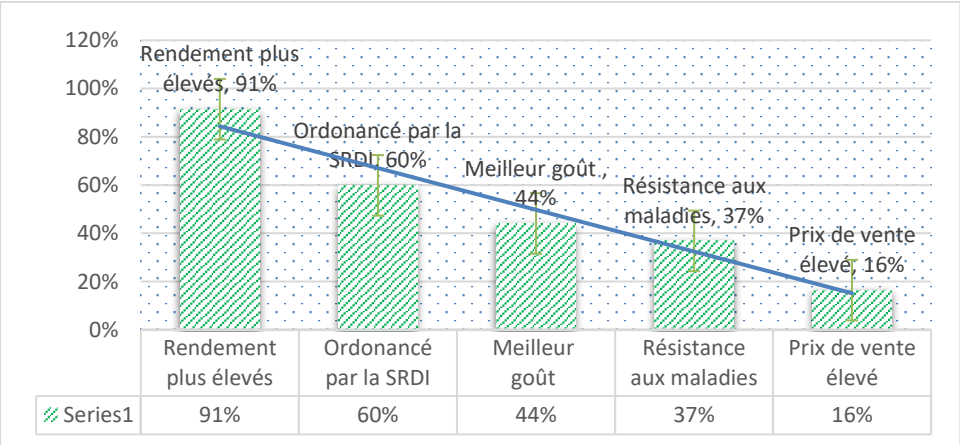
Type de variété	Noms scientifiques	Institution vulgarisée
Rutete	IR 103015-18-3-1-B	IRRI
Mugwiza	IR 91028-115-2-2-2-1	IRRI
Kazosi	IR 87546-84-3-3-2	IRRI
Gwizumwimbu	IR79511-47-2-6-5	IRRI
Komboka	IR 105N221	IRRI
Hybride	chuan shuang 56	Coopération Chinoise

Source : rapport annuel de l'IRRI 2020

Les six premières variétés ont été vulgarisées par l'institution de recherche sur le riz au Burundi (IRRI) tandis que la variété hybride a été vulgarisée par la coopération chinoise.

En plus, pour mieux comprendre ce taux d'adoption de la variété du riz rutete, les riziculteurs adoptants ont été interrogés sur les raisons d'adopter cette variété. Leurs réponses sont présentées dans la figure ci-dessous.

Figure 11 : Raisons d'adoption de la variété du riz rutete



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

La décision d'adopter la variété du riz rutete est liée à plusieurs raisons intrinsèques. Il ressort de l'analyse que cinq raisons principales sont données par les riziculteurs pour justifier l'adoption de la variété du riz rutete. Elle est utilisée par certains producteurs qui ont témoigné ces dernières.

Témoigné par 91% des adoptants de notre échantillon « Les rendements élevés », est la principale raison d'adopter cette variété. Le riz étant la culture vivrière par excellence, des rendements plus élevés améliorent la sécurité alimentaire des ménages agricoles. De plus, ils les permettent d'accéder aux débouchés des autres perspectives d'améliorer les conditions familiales.

Confirmé par 60% des riziculteurs adoptant, « Ordonnancé par la SRDI » vient en deuxième position des raisons d'adoption de la variété du riz rutete. Elle vient en cette position car la SRDI est chargé de l'encadrement des riziculteurs regroupés en coopératives. De ce fait, pendant la saison culturale, elle ordonnance chaque fois la variété digne d'être exploitée par village suivant les variétés présentes dans la région. Néanmoins, cela n'empêche que certains riziculteurs prennent décision de cultiver une autre variété de leur choix selon leurs préférences.

Le goût après le décorticage du riz vient en troisième position des raisons d'adoption de la variété du riz rutete (44 %). Le goût, spécialisé dans l'appréciation et la détermination des aliments, permet aux riziculteurs d'adopter une variété du riz la plus préférable dans la consommation.

Témoigné par 37% des riziculteurs échantillonnés, la résistance aux maladies vient en quatrième position comme raison d'adopter la variété du riz rutete. Comme vu précédemment que les maladies en riz handicapent la production, les riziculteurs préfèrent les variétés qui résistent beaucoup plus aux maladies dans le but de gagner une production satisfaisante.

Le prix de vente élevé vient en dernière position avec 16% des riziculteurs qui l'ont témoigné comme une raison d'adoption de la variété du riz rutete. Ce résultat confirme que la riziculture pratiquée a Gihanga est orienté vers le marché. Pour cela, les riziculteurs jugent bon d'adopter les variétés ayant le prix élevé sur le marché pour gagner plus de l'argent leur permettant de satisfaire d'autres besoins familiaux.

IV.1.4. Les déterminants d'adoption de la variété du riz rutete

Les déterminants ont été identifiés en partant du modèle logit qui nous a permis d'estimer les odds ratio pour montrer les rapports de chances des riziculteurs à l'adoption de la variété du riz rutete. De plus, les effets marginaux ont été calculés pour expliciter l'effet de la variation d'une unité supplémentaire sur chaque variable induite dans le modèle. Néanmoins, pour se rassurer que nos résultats soient fiables, nous avons passé aux différents tests du modèle logit.

IV.1.4.1. Les résultats des tests du modèle logit

Différents tests ont été utilisés avant de procéder aux estimations de notre modèle logit. Les résultats du tableau (en annexe) d'analyse de la corrélation des variables explicatives montre qu'aucune des variables n'est fortement corrélée avec l'autre. De plus, une valeur moyenne des vifs = 1.28 inférieur à 10 et son inverse est supérieur à 0.1 pour l'ensemble de nos coefficients, justifient l'absence d'un problème de multicolinéarité.

Le résultat du test d'ajustement de Hosmer et Lemeshow montre la probabilité (Prob > chi2= 0.2966) supérieur à 5% et rejette l'hypothèse alternative (H1). Ce qui justifie un bon ajustement du modèle. De plus, les résultats du test de bonnes prédiction (ROC) présentés en annexe a montré le coefficient de 0.7032. Cela justifie que le modèle est prédit à 70% et montre qu'il est moyennement acceptable.

Tableau 8 : Résume des résultats des tests de spécification du modèle

Type de tests	Résultats des tests	Conclusion
Test de multi colinéarité	Moyenne VIF : 1.28	Absence de multi colinéarité
Test de Hosmer et Lemeshow	Test de Hosmer et Lemeshow : Prob > F = 0.2966>5%	Bon ajustement du modèle
Test de bonnes prédictions avec surface ROC	Coefficient de bonne prédiction : (0,7 ≤ 0.7032 < 0,9).	Moyennement informatifs et acceptable

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

IV.1.4.2. Estimation des facteurs influençant les riziculteurs à l'adoption

Les résultats de l'estimation du modèle de régression logistique sont reportés dans le tableau 9. Ils concernent les déterminants de l'adoption de la variété du riz rutete chez les riziculteurs et indiquent que le modèle est globalement significatif à 1 %. Donc, il y a une relation significative entre l'adoption et les caractéristiques démographiques, socioéconomiques et institutionnelles prises de notre étude. De plus le niveau de *p* associée au chi2 est significatif (Prob > chi2 = 0.0000), nous pouvons dire que les paramètres de régression sont statistiquement significatifs.

Tableau 9 : les déterminants de l'adoption d'une variété du riz rutete

Log pseudolikelihood = -285.51003; Number of obs = 524; Wald chi2(15) = 50.76; Prob > chi2 = 0.0000; Pseudo R2 = 0.0952

		Robust			
adoption	Odds Ratio	Std. Err.	Z	P>|z|	dy/dx
Sexe (Femme)	0.6059573	0.1723495	-1.76	0.078*	-0.0867842
Age	0.9950544	0.0114965	-0.43	0.668	-0.0009053
statut_matr (Non)	1.266839	0.6678482	0.45	0.654	0.044685
Education (Primaire)	1.54107	0.3810375	1.75	0.080*	0.076206
Education (Secondaire)	2.120832	0.6131093	2.6	0.009***	0.1402346
Education (Universitaire)	16.95478	19.58835	2.45	0.014**	0.5651113
taille_mena	0.9328671	0.0631123	-1.03	0.304	-0.0126887
maindoeuvre_men	1.094859	0.0970744	1.02	0.307	0.0165474
Superficie '	1.006435	0.0029605	2.18	0.029**	0.0011712
Experience	1.003044	0.0120964	0.25	0.801	0.0005549
acces_crédit (Oui)	1.195344	0.2638465	0.81	0.419	0.0323998
acces_marché (Oui)	1.263862	0.3756002	0.79	0.431	0.0415741
aparten_asso (Oui)	2.378874	0.5138633	4.01	0.000***	0.1594451
vulgarisation (Oui)	1.518611	0.3758375	1.69	0.091*	0.0742175
poss_tel (Oui)	2.342698	0.6351211	3.14	0.002***	0.144455
_cons	0.0704913	0.0509164	-3.67	0.000***	

*** significative à 1% (p<0.01) ; **significative à 5%(p<0.05) ; *significative à 10% (p<0.1)

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

IV.1.4.2.1. Interprétation des rapports de chances

Les résultats montrent un effet négatif est significatif pour un seuil de 10% de la part des femmes par rapport aux hommes sur l'adoption de la variété du riz rutete. Un ménage dirigé par les femmes a de 0.6059573 fois moins de chances d'adopter la variété du riz rutete par rapport aux ménages dirigés par les hommes.

Ensuite, l'éducation primaire, secondaire et universitaire ont respectivement des odds ratio 1.54107; 2.120832; 16.95478, avec des probabilités significatives pour un seuil de 10% (P>|z|= 0.080) pour les riziculteurs de niveau primaire et significatives pour un seuil de 1% (P>|z|= 0.009) pour les riziculteurs de niveau secondaire et significative pour un seuil de 5% (P>|z|= 0.014) pour les riziculteurs de niveau universitaire. Cela signifie que ceux qui ont des niveaux : primaire, secondaire et universitaire ont respectivement 1.54107; 2.120832; 16.95478 fois plus de chances d'adopter la variété du riz rutete par rapport aux riziculteurs n'ayant aucun niveau d'étude.

Outre, la superficie a un odds ratio (OR) égal à 1.006435 et est significative pour un seuil de 5% (P>|z|= 0.029). Cela signifie que les riziculteurs qui possèdent une grande superficie ont 1.006435 fois plus de chances d'adopter la variété du riz rutete.

Un autre facteur déterminant l'adoption est la vulgarisation avec un odds ratio de 1.518611 et un seuil de significativité de 10 % (P>|z|= 0.091). Cela signifie que les riziculteurs bénéficiant les services de vulgarisation ont 1.518611 fois plus de chances d'adopter la variété du riz rutete par rapport à ceux ne les bénéficient pas.

De plus, la possession d'un téléphone portable à un odds ratio égal à 2.342698 et est significative à un seuil de 1% (P>|z|= 0.002). Cela signifie concrètement que les riziculteurs possédant un téléphone portable ont 2.342698 fois plus de chances d'adopter la variété du riz rutete par rapport à ceux qui ne le possèdent pas.

Les résultats montrent également que l'appartenance dans une association a un odds ratio égal à 2.378874 et est significative pour un seuil de 1% (P>|z|= 0.000). Ce qui signifie que les agriculteurs appartenant dans une association des riziculteurs ont 2.378874 fois plus de chance d'adopter la variété du riz rutete par rapport à ceux qui n'y appartiennent pas.

En fin, nous constatons que, les variables âge, statut matrimonial, taille du ménage, main d'œuvre du ménage, expérience, accès au crédit et accès au marché ont une influence sur la décision d'adopter pour les riziculteurs mais elles ne sont pas significatives.

IV.1.4.2.2. 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 technologie agricole. 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 des effets marginaux obtenus indiquent que la probabilité que les femmes adoptent la variété du riz rutete diminue de 0,0867842 soit 8% par rapport aux hommes, considérant toutes choses égales par ailleurs. Cela explique que les ménages dont les activités rizicoles sont contrôlées par les femmes adoptent moins la technologie agricole que les ménages dirigés par hommes.

Considérant toutes les variables constantes, les résultats montrent également que par rapport aux chefs de ménages n'ayant aucun niveau d'étude, la probabilité d'adoption augmente de 0, 076206 (7, 62%) avec les chefs de ménages de niveau primaire ; de 0, 1402346 (14%) avec les chefs de ménages de niveau secondaire et 0, 5651113 (56,51%) avec les chefs de ménages de niveau universitaire.

En outre, les résultats ont avéré qu'un are supplémentaire sur la superficie des riziculteurs influence une augmentation de 0. 0011712 soit (0,11%) à la probabilité d'adoption. Par ailleurs, l'effet marginal de la variable accès aux services de vulgarisation montre que la probabilité que les riziculteurs ayant accès aux services de vulgarisation adoptent la variété du riz rutete augmente de 0, 0742175 soit (7,4%) par rapport aux riziculteurs n'ayant pas accès aux services de vulgarisation.

De plus la probabilité d'adopter pour les riziculteurs possédant des téléphones portables augmente de 0, 144455 soit 14,45% par rapport aux riziculteurs n'ayant pas des téléphones portables. En fin, l'effet marginal de la variable appartenance dans une association montre que par rapport aux agriculteurs n'appartenant pas dans une association des riziculteurs, la probabilité d'adoption augmente de 0, 1594451 soit 15,94% pour ceux qui y appartiennent.

=

IV.1.5. Effet de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs

L'effet de l'adoption de la variété a été estimé à l'aide d'une variable de résultat (rendement), une variable de traitement (adoption) et treize variables indépendantes (sexe, âge, statut matrimonial, éducation, taille du ménage, main d'ouvre du ménage, superficie rizicole, expérience, vulgarisation, possession du téléphone, appartenance à une association, accès au crédit, accès au marché).

Pour ce faire, nous avons examiné la qualité du processus d'appariement entre le groupe des adoptants et des non adoptants.

IV.1.5.1. Evaluation de la qualité d'appariement et réduction des biais

La qualité de l'appariement a été évaluée selon plusieurs critères, suivant Kassie *et al.* (2011). D'abord, le tableau 11 présente les résultats des tests de significativité des différences de moyennes des covariables avant et après appariement et la réduction des biais pour chaque variable introduite dans le modelé.

Les résultats trouvés du tableau 11 montre le biais standardisé moyen avant et après l'appariement et la réduction du biais. Avant l'appariement, les biais standardisés des covariables sont compris entre 0,4% et 35,1% en valeur absolue. Après l'appariement, les biais sont compris entre 0 % et 15,7 % en valeur absolue, ce qui est inférieur au niveau critique de 20 % suggéré par Rosenbaum e Rubin (1985). Ce qui justifie que les biais restants n'empêchent pas l'estimation des résultats fiables.

Tableau 11 : Test de réduction des biais

Variable	Unmatched Matched	Treated	Control	%bias	%reduct Bias	t	p>t
Sexe	U	.85526	.77957	19.6		1.97	0.049
	M	.85526	.90789	-13.7	30.5	-1.42	0.157
Age	U	45.191	45.14	0.4		0.04	0.969
	M	45.191	45.322	-1	-158	-0.08	0.936
statut_matr	U	.94737	.94892	-0.7		-0.07	0.942
	M	.94737	.94737	0	100	-0.00	1.000
Education	U	1.0461	.79839	32		3.39	0.001
	M	1.0461	1.0526	-0.9	97.3	-0.07	0.943
taille_mena	U	8.2039	8.2957	-6.3		-0.62	0.534
	M	8.2039	8.2237	-1.3	78.5	-0.12	0.907
maindoeuvre_men	U	2.7039	2.6801	1.8		0.19	0.847
	M	2.7039	2.6118	7.1	-286.4	0.64	0.525
Superficie	U	32.138	25.909	18		1.99	0.047
	M	32.138	26.704	15.7	12.8	1.43	0.154
Experience	U	15.671	15.22	3.9		0.40	0.688
	M	15.671	15.592	0.7	82.5	0.06	0.956
acces_credit	U	.66447	.5914	15.1		1.56	0.120
	M	.66447	.63158	6.8	55	0.60	0.550
acces_marche	U	.86842	.82527	12		1.22	0.225
	M	.86842	.89474	-7.3	39	-0.71	0.479
Vulgarisation	U	.79605	.6828	26		2.62	0.009
	M	.79605	.82237	-6	76.8	-0.58	0.561
aparten_asso	U	.65132	.45968	39.2		4.04	0.000
	M	.65132	.69737	-9.4	76	-0.85	0.393
poss_tel	U	.84868	.7043	35.1		3.48	0.001
	M	.84868	.79605	12.8	63.5	1.20	0.231

Test significatif au seuil de * 10%, ** 5%, ***1%

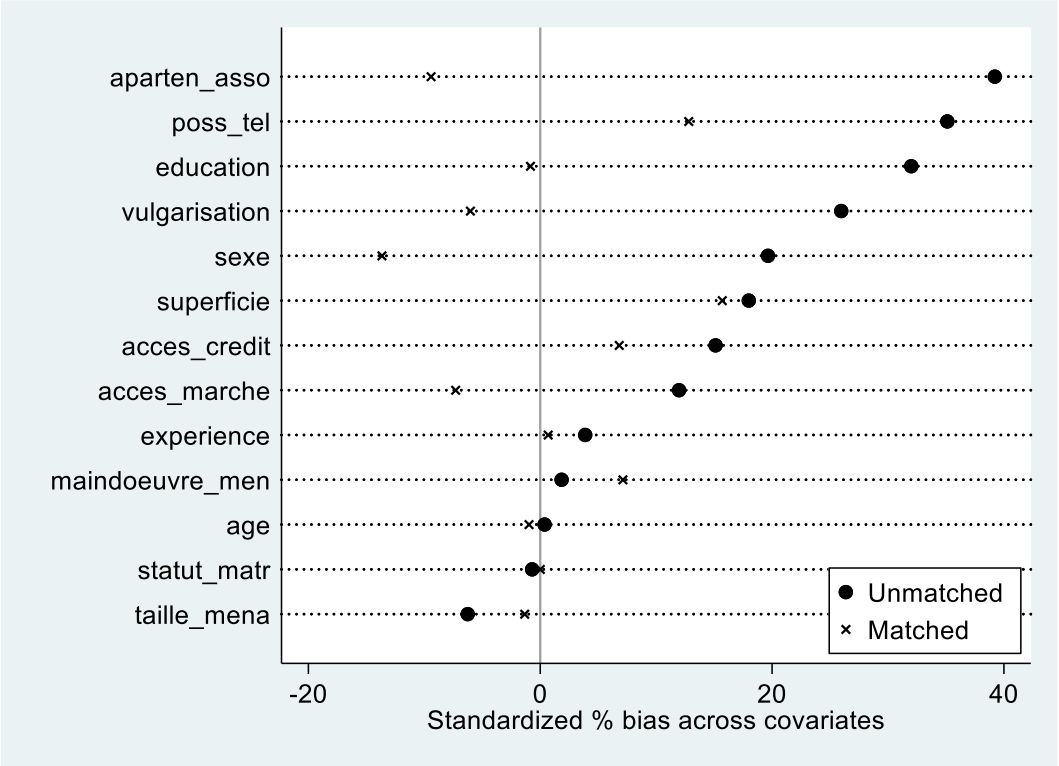
Source : auteur

Les résultats trouvés ont montré qu'aucune différence significative n'est notée entre les moyennes des variables explicatives après appariement. Cela permet de dire que les groupes des adoptants et non adoptants sont comparables sur le plan des variables observables.

Ces différences significatives des moyennes des variables explicatives avant appariement, sont supposées être à la base de l'autosélection dans l'adoption.

La figure 12 illustre le biais standardisé après appariement pour la variété du riz rutete. Il est représenté par les petits cercles avant appariement et par les petites croix après.

Figure 12 : Biais standardisé avant et après appariement



Source : calculs de l'auteur

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

Cette figure montre une importante réduction du biais standardisé après appariement. Avant appariement, sa valeur est la plupart du temps supérieure à 20% et va jusqu'aux environs de 40% pour des variables comme Possession du téléphone, éducation, appartenance à une association, vulgarisation, accès au crédit, sexe et superficie. Apres l'appariement, les biais se sont concentrés auprès de zéro voire négatif. Également pour les variables accès au marché, expérience, statut matrimonial et main d'œuvre, les biais ont été réduits.

Même si les biais ont augmenté pour les variables âge et la taille du ménage, leur augmentation n'a pas d'effet important sur la moyenne des biais après appariement. Cela justifie les meilleurs résultats qui ont pu être obtenus sur cet échantillon.

Comme suggéré par Caliendo et Kopeing (2008), le tableau 12 présente d'autres critères d'évaluation de la qualité de l'appariement, en l'occurrence le test de maximum de vraisemblance, le pseudo-R^2 et le biais moyen. Ainsi, le tableau ci-dessous présente le résume du contrôle de biais standardisés des variables indépendantes.

Tableau 12 : Contrôle de biais standardisés des variables indépendantes

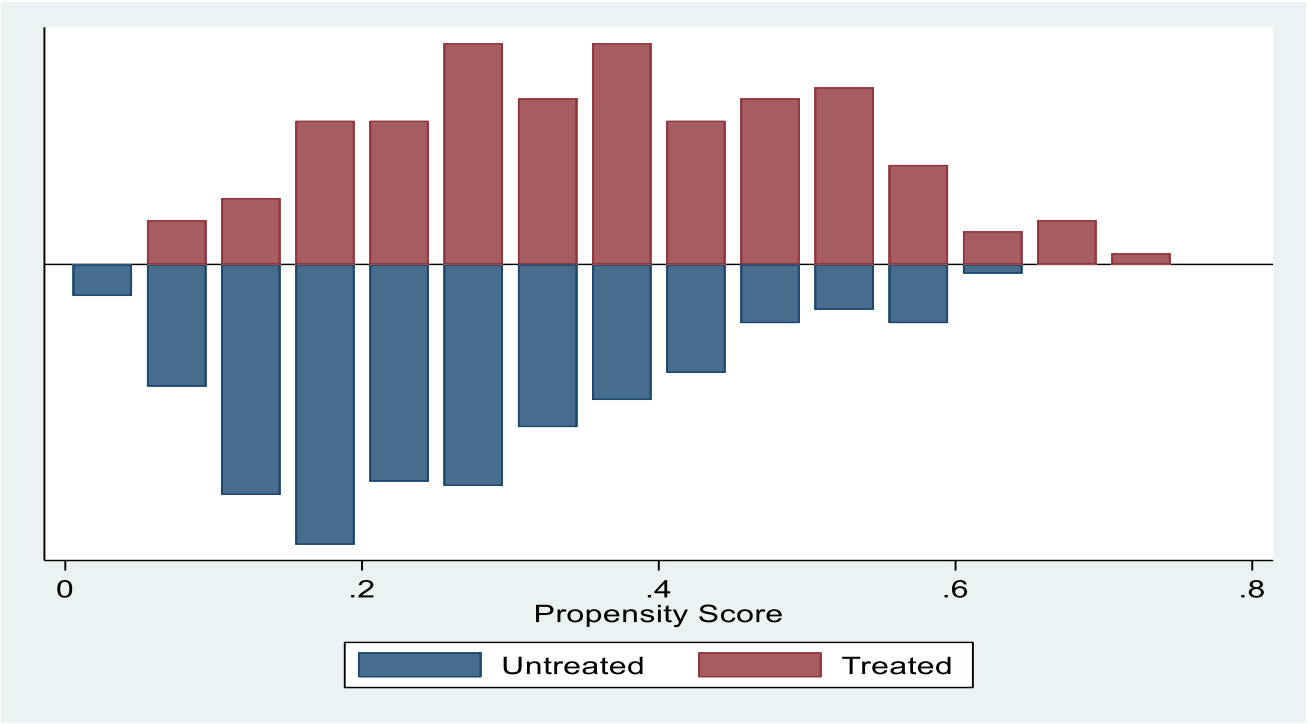
Echantillon	Ps R2	LR chi2	*p*>chi2	Moyenne des Biais
Non appariés	0.091	57.19	0.000***	16.2
Appariés (plus proche voisin)	0.022	9.20	0.757	6.4

*** significative à 1% (p<0.01) ; **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.

Les résultats indiquent une bonne qualité de l'appariement des riziculteurs de la population enquêtée. En effet le pseudo-R^2 est faible après appariement (2.2%) contre (9.1%) avant appariement. En outre, le biais moyen est aussi très réduit par rapport à l'échantillon des non appariés. La moyenne des biais après appariement est devenue 6.4% contre 16.2% avant appariement. De plus, le test du rapport de vraisemblance indique que l'hypothèse nulle de la signification conjointe de toutes les covariables pourrait être rejeté avant appariement $p>chi^2= 0.000$. Inversement, après l'appariement, avec le même test, la signification conjointe de toutes les covariables n'a pas pu être rejetée $p>chi^2= 0.757$. Ces résultats indiquent que la propriété d'équilibrage requise de la distribution des scores de propension est satisfaite. Le dernier critère à vérifier pour la qualité de l'appariement est la condition du support commun. Ce dernier est représenté par la figure ci-dessous :

Figure 13 : Distribution des scores de propension et support commun



Source : compilation de l'auteur à partir des données de terrain, 2023

Note : « Untreated » fait référence aux non adoptants (le groupe contrôle) et « Treated » fait référence aux adoptants (groupe de traitement) qui sont dans le support commun. Les adoptants qui devraient être en dehors du support commun ne sont pas présents. Cela signifie que tous les adoptants ont eu des correspondants du groupe de contrôle ayant des caractéristiques identiques ou quasiment similaires avec lesquelles ils peuvent se comparer. Cela justifie une bonne qualité de l'appariement.

Les différents critères d'évaluation de la qualité de l'appariement ont été remplis par le modèle. En outre, le support commun est respecté. Tout cela permet donc de calculer l'Effet Moyen de Traitement sur les Traités (l'EMTT) et l'Effet Moyen de Traitement sur les non traités (EMTNT).

IV.1.5.2. Résultats de l'effet de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs

Le tableau 15 présente les résultats de l'estimation de l'effet moyen de traitement sur les rendements des riziculteurs. Ces résultats trouvés sont estimés à partir de la technique d'appariement du plus proche voisin avec remise.

Tableau 13 : Résultats d'estimation d'effet de l'adoption de la variété du riz rutete

Type algorithme	Variable	Effets sur les types de ménages rizicoles	Adoptants	Non adoptants	Effet moyen de traitement	T-stat
Plus proche voisin	Rendement	Ménages des riziculteurs adoptants (EMTT)	9 754 kg/ ha	7 931 kg/ha	1 823 kg/ha	3.10
		Ménage des riziculteurs non adoptants (EMTNT)	9 912kg/ha	7 927 kg/ha	1 984 kg /ha	.

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

L'interprétation de ce tableau s'est faite en trois catégories :

Premièrement, la moyenne de rendement stimulé pour les riziculteurs qui ont adopté la variété rutete est de 9 754 kg/ ha, tandis que ceux qui ne l'ont pas adoptée ont une moyenne de 7 927 kg/ha. Deuxièmement, les ménages adoptants s'ils décidaient de ne pas adopter cette variété, leur rendement contrefactuel en riz serait de 7 931 kg/ha, tandis que les riziculteurs non adoptants s'ils décidaient d'adopter, leur rendement contrefactuel en riz serait de 9 912 kg/ha. Troisièmement, l'effet moyen du traitement sur le rendement en riz des adoptants correspond à 1 823 kg/ha et il est positif et significatif car son test (T-stat=3.10) est supérieur à 1.96 correspondant à l'intervalle de confiance de 95%. La décision d'adopter pour les riziculteurs non adoptants pourrait entrainer la moyenne de rendement de 1 984 kg /ha. Les résultats indiquent que le rendement des ménages qui ont adopté la variété du riz rutete a relativement augmenté par rapport à ceux qui ne l'ont pas adoptée. Ce qui implique le rôle positif de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs de Gihanga.

IV.2. Discussion des résultats

Cette étude avait quatre objectifs spécifiques. Le premier était d'identifier les contraintes liées à la production des riziculteurs. Le second était d'évaluer le niveau d'adoption de la variété du riz rutete. Le troisième était d'identifier les facteurs influençant l'adoption de ladite variété. Le dernier était d'évaluer l'effet de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs. Dans cette partie, les résultats trouvés de notre étude sont discutés pour chacun des objectifs.

IV.2. 1. Contraintes liées à la production du riz

Cette étude en cours de réalisation sur les contraintes liées à la production rizicole souligne l'insuffisance des engrais chimiques ou retard de ces derniers comme la principale contrainte qui freine la production rizicole dans la zone d'étude. Les engrais chimiques sont achetés par la SRDI auprès des entreprises prives et sont distribués aux riziculteurs de Gihanga à un certain prix fixé par la même société (c'est-à-dire SRDI). D'après les riziculteurs enquêtés, la SRDI les distribue par leurs coopératives. Ces engrais viennent souvent en retard, ce qui perturbe le développement des plantes du riz. Ces derniers sont donnés à crédit qui est récupéré lors de l'achat du riz auprès des mêmes agriculteurs. Cela montre également que les riziculteurs non membres de la SRDI n'ont pas accès aux intrants à crédit. Ce qui affecte considérablement leurs productions du fait de leur faible capacite financière qui ne les permet pas de s'approvisionner en engrais. La distribution est équitable au prorata des superficies des riziculteurs. Comme les terres sont longtemps surexploitées, les engrais issus de la SRDI sont insuffisants pour le développement des plantes du riz. Les doses d'engrais utilisées sont en deca des besoins de la culture à cause du manque des engrais. MASA (2013) estime les doses moyennes à 69 kg/ha pour le NPK et 28 kg/ha pour l'urée.

Cependant, cela est inaccessibles pour la plupart des producteurs de faible revenu qui pratiquent une agriculture de substance avec l'usage de faibles quantités d'engrais (RGA, 2008). Cette insuffisance peut être due aux prix élevés de ces derniers qui ne permettent pas aux riziculteurs de s'approvisionner la quantité nécessaire pour leurs terres. Il est évident que si le cout des engrais est très élevé et si ces derniers viennent en retard de la période prévue pour la pratique rizicole, cela peut avoir un effet négatif sur la production attendue des agriculteurs. Par conséquent, il est considéré comme une grande source de désincitation pour la production agricole.

Ce résultat confirme ce lui de Gomgnimbou *et al*. (2019) qui ont révélé que la manque des engrais constitue un frein à la production agricole. Cela nous permet de conclure que, les productions rizicoles pour les producteurs incapable de s'approvisionner aux engrais d'ailleurs de la SRDI, sont faibles comptes tenus de la potentialité des variétés utilisées dans la région. En outre la faible disponibilité de l'eau limite la production rizicole. La riziculture pratiquée à Gihanga est irriguée, ce qui demande une grande quantité d'eau durant toute la période d'exploitation. Pamard (2014) a montré que la riziculture irrigue est en besoins d'eau de plus de 12 000 m^3/ha pendant la durée du cycle végétatif qui dure de 130 à 200 jours[16]. D'après les riziculteurs enquêtés, les canaux d'irrigation sont rares ce qui cause une pénurie de l'eau en cas d'absence de pluie. Cependant, la mal utilisation ou non utilisation de l'irrigation et du drainage par canaux affecte négativement le rendement du riz (Jha *et al,* .2012). La gestion de l'eau des sols mal drainés dans les terres pluviales est l'une des contraintes majeures (Prasad *et al.,* 1986 ; et Hossain, 1996). Il a été constaté qu'environs un tiers du riz total cultivé dans les États de l'Est est pluvial et cultivé dans des zones à faible topographie, problème de drainage des rizières déprimées (Shenoi et Mandal, 1986).

Les résultats ont montré l'incidence élevée des maladies et des ravageurs comme la contrainte de la production du riz. Certaines maladies identifies sont la pycuraliose et la panachure jaune. Des auteurs (Nalley et *al.*, 2016 ; Kumar, 2017) ont montré que la pyriculariose entraînent des pertes de rendement allant de 11 à 30% par an, ce qui représente une perte d'environ 157 millions de tonnes dans la production mondiale. Au Burundi, elle peut entraîner des pertes de rendement de plus de 10% par an (MINAGRIE, 2016). Les recherches de l'ISABU montrent également que la panachure jaune (Rice Yellow Mottle Virus, RYMV) qui a été détectée à partir des années 2011 dans la riziculture irriguée de la plaine de l'Imbo et des dépressions du Moso gagne de plus en plus les marais d'altitude (ISABU, 2016 ; ISABU ; 2020[17]).[18] Ces résultats corroborent avec ceux trouvés par Ndimanya et Ndatitwayeko (2012) dans leur enquête sur le niveau d'adoption des technologies agricoles au Burundi.

[16] *Pamard C. B.* (2014). Riz, risques et incertitudes : d'une maîtrise à une dépendance : L'exemple des riziculteurs des Hautes Terres malgaches.Géographe CNRS, URA 94, EHESS, 54 Bd. Raspail, 75006 Paris.
[17]Identification des vecteurs de la panachure jaune virale du riz (RYMV) et leur contrôle biologique au Burundi p.1
[18] ISABU, 2016. Bulletin de la recherche agronomique au Burundi N°10 P.3

Selon Ekeleme *et al. (*2008), les principaux ravageurs et maladies du riz dans l'État de Borno pourraient constituer des contraintes liées à la production, qui attaquent les cultures du semis à la maturité.

Pourtant la gravite des maladies et ravageurs pourrait être provoquée par le manque d'accès aux crédits agricoles permettant aux agriculteurs d'acheter les pesticides pour lutter contre ces derniers. Par ailleurs, la plupart des petits exploitants pauvres sont souvent incapables d'investir dans de nouvelles technologies ou dans l'acquisition des intrants tels que l'engrais, la rémunération de la main-d'œuvre, etc avec leurs propres moyens (Conning et Udry, 2007). Pour Feder *et al.* (1990) cité par assouto et houngbeme (2020)[19] , le crédit permet aux producteurs de disposer des ressources nécessaires en vue de satisfaire les besoins de financement induits par le cycle de production. Ce cycle est particulièrement long en agriculture du fait du décalage entre le temps de semis et celui de récolte. La disponibilité du crédit est censée permettre à la fois à la consommation et utilisation des intrants achetés, ce qui augmente la production des agriculteurs et donc leur revenu.

De plus, des contraintes techniques sont confrontées au manque d'accès aux services de vulgarisation. Par conséquent, l'identification et l'utilisation de canaux de communication est important (Onasanyat coll. 2006). Manque d'accès à l'information et les services de vulgarisation par les agriculteurs entraveraient la perte de production agricole (FAO ,2001). Ces résultats infirment la première hypothèse selon laquelle les contraintes techniques identifiées n'affectent pas la production des riziculteurs.

IV.2.2. Taux d'adoption d'une variété du riz rutete

Dans la zone d'étude, sur un total de 524 riziculteurs enquêtés, 152 ont déclaré avoir adopté la variété rutete soit un taux d'adoption de 29%. Il est comparable à celui obtenu par Ouédraogo et Dakouo (2009) dans leur étude sur l'évaluation de l'adoption des variétés de riz NERICA dans l'Ouest du Burkina. Ils ont trouvé un faible taux d'adoption (36%) sur l'ensemble de la population. Le faible taux d'adoption pourrait donc exprimer le manque d'information sur la variété en termes de son rendement élevé pour les adoptants. Cette situation peut s'expliquer par le fait que les riziculteurs de Gihanga connaissent des autres variétés améliorées qui sont en compétition avec la variété du riz rutete. Ce résultat confirme l'l'hypothèse selon laquelle le taux d'adoption de la variété du riz rutete est faible.

[19] Accès au crédit et productivité agricole : Evidences auprès des Producteurs de maïs au Bénin

IV.2.3. Déterminants de l'adoption d'une variété du riz rutete

Les résultats de notre travail montrent que le sexe du chef du ménage, le niveau d'éducation, la superficie emblavée des riziculteurs, l'appartenance à une coopérative, l'accès aux services de vulgarisation et la possession du téléphone sont des déterminants de l'adoption de la variété du riz rutete.

En effet, les résultats de cette étude révèlent que le fait d'être une femme comme chef de ménage a une influence négative sur l'adoption de la variété du riz rutete par rapport aux hommes. Ce résultat est en accord avec les résultats rapportés par Chirwa (2005) au Malawi. Il a montré que la présence d'une femme à la tête du ménage influence négativement les décisions d'adoption des nouvelles technologies en agriculture. En effet, au Malawi, les ménages dirigés par les femmes ont tendance à être plus pauvres et plus limités en ressources disponibles (Gouvernement du Malawi 2002), ce qui réduit leur capacité à adopter une nouvelle technologie agricole. Ces résultats nous permettent de conclure que compte tenu d'une main d'œuvre abondante et les moyens financiers que demande la riziculture, les femmes sont moins susceptibles d'adopter les technologies agricoles en particulier les variétés du riz.

Le niveau d'éducation des chefs de ménages constitue un élément clé dans l'adoption d'une technologie agricole. Les résultats ont montré que le niveau d'éducation a une influence positive sur l'adoption de la variété du riz rutete. Ceux-ci ont montré que la probabilité d'adopter pour les riziculteurs de niveau primaire, secondaire et universitaire, augmentent respectivement de 7,6% ; 14% et 56% par rapport aux riziculteurs n'ayant aucun niveau. Cela implique que les agriculteurs qui sont plus instruits, sont susceptibles d'adopter la variété du riz rutete. Les agriculteurs instruits sont plus aptes à collecter des informations sur les variétés productives que les agriculteurs non instruits. Cela convient avec les conclusions d'Asfaw *et al.* (2012), Bezu *et al.* (2014), et Ghimire *et al.* (2015). Ces résultats nous conviennent de conclure que l'éducation joue un rôle important dans l'adoption et l'application des innovations technologiques. Le niveau d'instruction accroît donc le sens de l'innovation, l'habileté et la facilité d'apprécier les nouvelles technologies (Dakin, 2008).

De plus, les résultats montrent que par rapport aux riziculteurs qui ne sont pas regroupés en association, ceux qui appartiennent dans des associations ont une influence positive sur l'adoption de la variété du riz rutete. Ce la traduirait que les ménages dont leurs chefs appartenant dans une association des riziculteurs sont susceptibles d'adopter les variétés du rendement élevé.

Pour être servis par la SRDI, les producteurs du riz doivent se regrouper en association. Sous cette forme, la distribution et le suivi des crédits agricoles deviennent plus facile que si les agriculteurs sont aidés mutuellement. Comme le montrent les résultats, l'adoption des nouvelles technologies est améliorée lorsque les agriculteurs sont regroupés en association. De plus, les agriculteurs apprennent les uns des autres. La participation dans une association, comme le soulignent Prasanna *et al.* (2004) ; Mwima et Ndikubayo (2008), détermine l'adoption de la technologie et influence l'accessibilité des ressources agricoles. Cela nous permet de conclure qu'appartenir dans une association des agriculteurs joue un rôle capital dans l'acquisition des informations sur les variétés de haute valeur ajoute.

Les résultats montrent également l'effet positif de la possession du téléphone portable sur la décision d'adoption d'une technologie contrairement à ceux qui ne possèdent pas les téléphones. Un résultat similaire a été trouvé par Afolami *et al.* (2015). Les résultats impliquent que les agriculteurs reçoivent les informations sur les marchés des intrants à travers la communication par téléphone mobile. Ça créerait une prise de conscience et augmenterait ainsi la probabilité d'adoption des variétés améliorées du riz. Les résultats soulignent l'importance de l'information dans le processus d'adoption d'une technologie, suggérant que les technologies de l'information et de communication (TIC) sont parmi les principaux canaux de diffusion de la technologie. Dans la plupart des pays en développement, une forte proportion de ménages possède au moins un téléphone, qui est l'une des moyens les plus rapides pour communiquer des informations agricoles (Dimelu et Nwonu, 2012). Il est ainsi évident que les téléphones mobiles contribuent à l'adoption des variétés générant des rendements supérieurs.

Les résultats trouvés montrent également que plus la superficie des riziculteurs augmente d'un are, la probabilité d'adopter la variété du riz rutete augmente de 0, 11%. Cela signifie concrètement que les agriculteurs qui sont en mesure de mettre des terres agricoles supplémentaires dans la production de riz, sont plus susceptible d'essayer les pratiques recommandées et de les adopter par la suite Onyeneke (2017). Cette conclusion est cohérente avec celle de Mustapha *et al*. (2012) qui ont indiqué que la possession des terres cultivables affecte de manière significative et positive la décision d'adopter des pratiques de production améliorées comme option d'adaptation au changement et à la variabilité climatiques par les petits exploitants agricoles du nord du Ghana.

Ces résultats nous permettent de conclure que les riziculteurs possédant de grandes superficies de terres cultivables pourront être plus disposés à allouer une portion de leurs terres à la nouvelle technologie contrairement aux agriculteurs de petites superficies.

Les résultats révèlent également que les riziculteurs ayant l'accès aux services de vulgarisation adoptent plus par rapport à ceux qui ne bénéficient pas ces services. Cela pourrait donc impliquer que les agriculteurs seraient plus disposés à adopter les pratiques de gestion de la production de riz dans la zone d'étude, si le nombre de contacts de vulgarisation augmentait. De plus, Hussain (1999)[20] a souligné que le nombre de visites de vulgarisation a un impact positif sur l'adoption et l'utilisation des technologies. Ces résultats nous conduisent 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 riziculteurs. De plus, les agents de services de vulgarisation réduisent le problème d'asymétrie d'information que les agriculteurs rencontrent souvent.

Enfin, le sens de variation des déterminants de l'adoption d'une innovation introduite en milieu rural dépend donc du contexte de l'étude et des suppositions faites par l'auteur au cours de ses analyses. Outre, il faut remarquer que la plupart des résultats de cette étude corroborent ceux des travaux antérieurs effectués sur les déterminants de l'adoption des technologies agricoles. Donc, les résultats trouvés témoignent une influence des caractéristiques démographiques, socioéconomiques et institutionnelles sur la décision d'adopter la variété du riz rutete.

D'où ces résultats infirment l'hypothèse selon laquelle les facteurs démographiques, socioéconomiques et institutionnels n'influencent pas l'adoption de la variété du riz rutete.

IV.2.4. Effet de l'adoption d'une variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs

Les résultats de l'estimation montrent un effet positif et significatif de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs. En effet, ils montrent que le rendement des riziculteurs qui ont décidé d'adopter la variété du riz rutete a augmenté de 1 823 kg/ha. Ils ont mis en exergue le rendement potentiel des riziculteurs qui ont adopté s'ils n'avaient pas adopté et le rendement potentiel des riziculteurs non adoptants s'ils avaient adopté.

[20] Hussain, M.S. An Analysis of the Efficiency of Cotton Farmers in the Punjab Province in Pakistan. Ph.D. Thesis, University of New England, Armidale, Australia, 1999.

Ces résultats montrent également que l'adoption de la variété du riz rutete aboutisse au rendement potentiel des adoptants comparativement aux non adoptants. Explicitement, les ménages rizicoles qui ont adopté pourraient gagner peu s'ils décidaient de ne pas adopter et les ménages rizicoles qui n'ont pas adopté pourraient gagner plus s'ils décidaient d'adopter. Cela pourrait être interprété comme le résultat du changement technique occasionné par l'adoption de la variété du riz rutete et les recherches agronomiques de l'IRRI sur les variétés les plus productives qui présentent des multiples avantages pour les riziculteurs au Burundi.

Par ailleurs, sachant que les exploitants agricoles sont financièrement pauvres, les résultats trouvés révèlent que la multiplication des variétés améliorées du riz les plus productives issus de l'IRRI joue un rôle capital sur l'amélioration du rendement des riziculteurs à faible revenu. De plus, l'adoption de la variété du riz la plus productive conduit à la réduction de la pauvreté et la faim, améliore la sante et le bien être des riziculteurs et des consommateurs. Des résultats similaires ont été trouvés par Zegeye *et al.* (2022) dans leur étude sur l'impact de l'adoption d'une technologie agricole sur la productivité du ble (Wheat) en Ethopie. De plus Awotide et *al.* (2012), ont rapporté que l'adoption des variétés améliorées du riz a un impact positif et significatif sur la productivité (358, 89 kg ha-1) au Nigéria. De son côté, FAO (2013) précise qu'une augmentation de plus de 25% de rendement peut être obtenu si les producteurs du Niger utilisent les variétés améliorées du mil et du niébé. Au Bénin, Arouna et Diagne (2013) ont montré que la multiplication de semences des variétés améliorées permet aux riziculteurs d'augmenter leur rendement en riz de 1924 kg ha-1. Tesfaye *et al.* (2016) en Ethiopie ont mis en exergue qu'une augmentation 1 à 1,1 t ha-1 peut être obtenue si les producteurs de blé utilisant des nouvelles variétés issues de la recherche agronomique.

Les résultats de notre étude nous permettent de conclure que la multiplication et la connaissance des variétés du riz les plus productives (rutete) dans la région joue un rôle indispensable dans l'augmentation des rendements des agriculteurs. Ce qui nous conduit à infirmer notre hypothèse stipulant que l'adoption de la variété du riz rutete n'a pas d'effet sur le rendement des riziculteurs.

Conclusion du quatrième chapitre

Au terme de cette analyse, nous concluons que les riziculteurs de la zone étudiée sont majoritairement des hommes (80.15%). Les résultats ont montré que le fait d'être femme diminue les chances d'adopter la variété du riz rutete. Le coefficient de Kendall a été utilisé pour ranger contraintes identifiées que rencontrent les riziculteurs à savoir l'insuffisance et /ou retard des engrais, le problème de disponibilité en eau, manque d'accès aux crédits agricole, Dommages causés par les insectes, les maladies et les ravageurs, problème d'accès aux services de vulgarisation et les petites terres ont étaient identifiées.

Quant à l'adoption de la variété du riz rutete, l'étude a découvert un faible taux d'adoption (29%) compte tenu de son rendement potentiel.

Les estimations économétriques ont montré que l'adoption de la variété du riz rutete est influencée par le sexe du chef du ménage, la superficie emblavée d'un riziculteur, l'appartenance dans une association, l'accès aux services de vulgarisation et la possession du téléphone portable.

Apres les étapes de tests de la qualité d'appariement, la méthode d'appariement par score de propension a révélé un effet positif et significatif de l'adoption de la variété du riz rutete sur le rendement des riziculteurs.

CHAPITRE V. CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

La présente étude prouve une information importante sur la production du riz au Burundi. L'étude était concentrée sur le taux et les déterminants de l'adoption de la variété du riz rutete, les contraintes liées à l'adoption et l'effet de l'adoption de ladite variété sur le rendement des riziculteurs. A base des résultats trouvés, des recommandations et des lacunes de l'étude ont été suggérés, ce qui pourrait constituer une contribution capitale au développement du secteur rizicole au Burundi.

V.1. Conclusion générale

Au terme de cette analyse, nous concluons que l'effet de l'adoption des variétés productives sur le rendement du riz est une stratégie essentielle pour augmenter le rendement des riziculteurs. En effet, cette étude a tenté d'estimer empiriquement l'effet de l'adoption d'une technologie agricole sur le rendement rizicole au Burundi plus spécifiquement sur le cas de la variété du riz rutete introduite par l'institution internationale de recherche sur le riz à Gihanga. Quelques enseignements peuvent en être tirés sur cette culture sur base des résultats de notre recherche qui s'est basé sur la variété du riz rutete exploitée par certains ménages de la commune Gihanga encadrés par la SRDI.

En effet, le développement du secteur rizicole à forte valeur ajoutée au Burundi devrait être prioritaire afin de satisfaire la demande alimentaire locale et que le pays puisse avoir des débouchés à l'exportation en grande quantité du riz. Les variétés du riz productives peuvent augmenter sensiblement le rendement des agriculteurs et l'Etat aussi peut en tirer profit à travers des devises générées par son exportation de l'excédent.

Outre, pour bien montrer l'incidence de l'adoption de la variété du riz rutete qui a été la base de notre étude et répondre aux questions spécifiques concernées, nous nous sommes basés sur des théories relatives à notre sujet. Par ailleurs, nous avons fait des entretiens spécialisés à 524 riziculteurs sélectionnés aléatoirement pour rendre facile le recueil des données. Après la collecte des données avec un logiciel de KoBoCollect v1.28.0, nous avons procédé au nettoyage et codage des données afin d'avoir une base des données bien établie.

Ensuite, nous avons fait le traitement des données avec les logiciels EXCEL, SPSS et STATA, ces derniers nous ont permis de faire sortir des résultats de nos objectifs. En outre, nous avons passé à la présentation, interprétation et discussion des résultats.

Les résultats trouvés étaient centrés sur quatre hypothèses de notre étude qui ont été vérifiées dans le quatrième chapitre.

Dans cette étude, nous avons remarqué que l'adoption de la variété du riz rutete a une contribution remarquable à l'augmentation de rendement des adoptants bien que des différentes contraintes liées à l'adoption de cette dernière existent. Ainsi, les ménages participants de notre échantillon ont ordonné les différentes contraintes souvent rencontrées et limitant l'accroissement de leur production rizicole selon le degré d'exposition.

Au regard des résultats trouvés, l'insuffisance et /ou retard des engrais est au premier rang des contraintes, Problème de disponibilité en eau est au deuxième rang, Manque d'accès au crédit agricole est au troisième rang, Dommages causés par les insectes, les maladies et les ravageurs est au quatrième rang, Manque des services de vulgarisation est au cinquième rang et Petites superficies est au sixième rang. Ces affirmations ont été témoignées respectivement par 83% ; 78% ; 31% ; 26% ; 11% et 9% des riziculteurs échantillonnés. Signalons que la population du monde rural est composée en grande partie des petits exploitants agricoles de faible revenu et incapables de combattre avec ces dernières, ce qui explicite la forte intensité de ces contraintes à une perte de la production rizicole. Ceux-ci nous ont permis d'infirmer notre première hypothèse qui stipule que les contraintes techniques identifiées n'affectent pas la production des riziculteurs.

Ensuite, l'étude a révélé un taux d'adoption de 29% des riziculteurs interrogés. Les raisons d'adoption ont été également découvertes (Rendements plus élevés, ordonnance par la SRDI ; meilleur gout ; résistantes aux maladies et prix de vente élevé). Nous constatons que ce niveau d'adoption reste faible compte tenu du rendement potentiellement élevé de cette variété. C'est pour cette raison que nous affirmons notre deuxième hypothèse stipulant que le taux d'adoption de la variété du riz rutete est faible.

De plus, la régression logistique a révélé que les facteurs démographiques, socioéconomiques et institutionnels influencent globalement l'adoption de variété du riz rutete et sont statistiquement significatifs pour un seuil de 1%. Le sexe du chef du ménage, le niveau d'éducation, la superficie emblavée, la possession du téléphone mobile, l'appartenance dans une association et l'accès aux services de vulgarisation sont des facteurs déterminant l'adoption de la variété du riz rutete. Ces résultats nous ont permis d'infirmer notre troisième hypothèse qui stipule que les facteurs démographiques, socioéconomiques et institutionnels n'influencent pas l'adoption de la variété du riz rutete.

En fin, les résultats de la méthode d'appariement pas score de propension indiquent également que l'adoption de la variété du riz rutete permet d'augmenter le rendement des riziculteurs de 1 823 kg/ha pour les adoptants et 1 984 kg /ha pour les non adoptants s'ils décidaient d'adopter la variété du riz rutete. Ainsi, la décision d'adopter cette variété pourrait constituer un instrument important de politiques agricoles visant la sécurité alimentaire et la durabilité de la production. D'où l'infirmation de notre quatrième hypothèse qui nous montre que l'adoption de la variété du riz rutete n'a pas d'effet sur le rendement des riziculteurs.

V.2. Recommandations

Sur la base des résultats de l'étude, les recommandations ont été formulées comme suit :

1. Pour les agriculteurs :

- S'intégrer dans les associations des riziculteurs pour les agriculteurs non membre dans le but d'accéder aux informations sur les nouvelles technologies agricoles ;
- Contacter les agents de services de vulgarisation en cas des maladies des plantes ou d'autres problèmes liés à l'agriculture ;

2. Pour les institutions de recherche :

- Les techniques culturales adaptées de l'exploitation des terres cultivées en riz auraient un apport en capital. Cependant, étant donné le problème de la pénurie de terres au Burundi, les stratégies se concentreraient sur le rendement ;
- Il est utile de continuer à investir dans la recherche agronomique et la diffusion des variétés améliorées du riz résistantes aux maladies pour un accroissement potentiel de rendement des riziculteurs.
- Il est essentiel de renforcer les études socioéconomiques pour pouvoir identifier les résultats potentiels de la technologie agricole vulgarisée.
- Des mesures d'accompagnement sont toutefois nécessaires pour que le potentiel de ces variétés soit pleinement exploité par les producteurs.

3. Pour les décideurs politiques :

- Il est recommandé que les agriculteurs soient soutenus par davantage de subventions aux intrants (semences, engrais et pesticides) dans le but d'accéder à tous à l'utilisation de ces derniers. La subvention des engrais et pesticides ne doit pas être erratique, afin que la perte de rendement causée par des stress biotiques soit absolument résolue ;

- Instaurer les politiques d'accéder à la demande des crédits agricoles à un faible taux d'intérêt pour les agriculteurs dans le but de limiter le problème d'insuffisance des intrants agricoles aux agriculteurs à faible revenu ;
- Recruter les agents de vulgarisations motivées ayant de l'expérience en la matière et motiver ceux qui sont actuellement actifs pourraient accroitre le rendement des agriculteurs.
- Stimuler les initiatives privées dans l'implantation d'autres entreprises qui puissent contribuer à la vulgarisation de la culture riz dans toutes les régions de terres humides pour l'extension du rendement du riz au Burundi.

V.3. Domaines de recherche future

L'étude ne s'est concentrée que sur les périmètres rizicoles de Gihanga de la province Bubanza et il peut être utile de faire la même recherche dans les autres communes ayant des périmètres rizicoles pour avoir une vue générale du pays. Par ailleurs, d'autres recherches peuvent compléter celle-ci dans le but d'analyser l'effet de l'adoption des variétés productives du riz sur la réduction de la pauvreté, l'amélioration de la sécurité alimentaire des riziculteurs, etc. De plus, l'utilisation d'autres méthodes no expérimentales qui captent à la fois la part des caractéristiques observables et non observables peuvent être plus efficaces à l'estimation des résultats.

Les suggestions de domaines de recherche future pour des chercheurs intéressés de cette étude sont présentées ci-dessous :

1. Mener des études spécifiques aux périmètres rizicoles sur l'importance des services de vulgarisation et d'accès aux crédits sur les rendements pourrait influencer les décideurs politiques et des institutions de vulgarisation à la prise de décision.
2. . Analyser l'efficacité technique des technologies agricoles utilisées pour révéler aux institutions de recherche sur le riz les points forces et faiblesses des technologies agricoles actuelles.
3. Enfin, analyser l'effet de l'adoption de chacune des variétés de la région sur les rendements rizicoles, la réduction de la pauvreté des riziculteurs, la sécurité alimentaire etc.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Abate, T.M., Dessie, A.B. and Mekie, T.M., 2019. Technical efficiency of s mallholder farmers in red pepper production in North Gondar zone Amhara regional state, Ethiopia. *Journal of Economic Structures,* 8(1) :1-18.
2. Abebe, G.K., Bijman, J., Pascucci, S. and Omta, O., 2013. Adoption of improved potato varieties in Ethiopia: The role of agricultural knowledge and innovation system and smallholder farmers' quality assessment. *Agricultural Systems,* 122 :22-32.
3. Adesina, A. et Baidu-Forson, J. (1995). Farmers' perceptions and adoption of new agricultural technology: evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. *Agricultural Economics,* 13(1), 1-9. doi:10.1016/0169-5150(95)01142-8.
4. Adesina, A. et Zinnah, M. M. (1993). Technology characteristics, farmers' perceptions and adoption decisions: A Tobit model application in Sierra Leone. *Agricultural Economics,* 9(4), 297–311. doi:10.1016/0169-5150(93)90019-9.
5. Afolami, C. A., Obayelu, A. E. and Vaughan, I. I. 2015. Welfare Impact of Adoption of Improved Cassava Varieties by Rural Households in South Western Nigeria. Agric. Food Econ., 3: 18.
6. Agboh-Noameshie, A.R., Kinkingninhoun-Medagbe, F.M., Diagne, A., 2007. Gendered impact of NERICA adoption on farmers' production and income in central Benin. Paper presented at the meetings of the African Association of Agricultural Economists, Accra, August 20–22, 2007. ⟨http://www.aaae-africa.org/2ndconference.php⟩.
7. Ali-Olubandwa A M, Odero-Wanga D, Kathuri N J, Shivoga W A, (2010). «Adoption of improved maize production practices among small scale farmers in the agricultural reform era: the case of western province of Kenya. » *Journal of International Agricultural and Extension Education,* 17: 21-30.
8. Amemiya, T. (1981). Qualitative Response Model: A survey. *Journal of Economic Literature,* 19, 481-536.
9. Anley, Y., Bogale, A. et Haile-Gabriel, A. (2007). Adoption decision and use intensity of soil and water conservation measures by smallholder subsistence farmers in Dedo district, western Ethiopia. Land Degradation & Development, 18, 289–302. doi:10.1002/ldr.

10. Arouna, A. et Diagne, A. (2013). Impact de la production de semence riz sur le rendement et le revenu des ménages agricoles : une étude de cas du Bénin. *4th International Conference of the African Association of Agricultural Economists.* Hammamet, Tunisia.
11. Asfaw, S., Shiferaw, B., Simtowe, F. and Lipper, L. (2012). Impact of Modern Agricultural Technologies on Smallholder Welfare: Evidence from Tanzania and Ethiopia. *Food Pol.*, 37(3): 283–295.
12. Atala, T.K. (1980). Factors Affecting Adoption of Agricultural Innovations: Usage of Source of Information and Level of Living in two Nigerian Villages.Unpublished M.Sc. *Thesis, Iowa State University,* America.
13. Austin PC (2009) Balance diagnostics for comparing the distribution of baseline covariates between treatment groups in propensity-score matched samples. Stat Med 28(25):3083–107
14. Autissier D. et Moutot. A. (2007). Méthode de conduite du changement, diagnostic accompagnement pilotage. Paris : Dunod. 240 p.
15. Awotide, B., Diagne, A. et Omonona, B. (2012). Impact of improved agricultural technology adoption on sustainable rice productivity and rural farmers' welfare in Nigeria: A local average treatment effect (Late) technique. *African Economic Conference.* Kigali, Rwanda.
16. Awotide, B.A., Diagne, A., Awoyemi, T.T, Ebiohomon, V., and Ojehomon, T. (2011). Household Endowment and Poverty Reduction in Rural Nigeria: Evidence from Rice Farming Households. *Agricultural Journal* 6(5):274-285
17. Ayoola, J.B., Dangbegnon, C., Dauda, C.K., Mando, A., Kudi, T.M., Amapu, I.Y., Adeosun, J.O., and Ezui, K.S. (2011). Socioeconomic Factors Affecting Rice Production among Male and Female Farmers in the Northern Guinea Savanna Nigeria: Lessons for Promoting Gender Equity in Action Research. *Agricultural Biology Journal of North America*. 2(6):1010-1014.
18. Azontondé R. (2004). Impact économique de l'adoption des pratiques de la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) au Sud-Bénin : Cas d'Aplahoué (commune de Klouekanme) et de Banigbé (commune d'Ifangni). Thèse d'ingénieur agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey- Calavi, Bénin, p.154.

19. Baidu-Forson, J. (1999). Factors influencing adoption of land-enhancing technology in the Sahel: Lessons from a case study in Niger. *Agricultural Economics,* 20(3): 231–239. doi :10.1016/S0169-5150(99)00009-2.
20. Bamire AS, Fabiyi YL, Manyong VM. (2002). Adoption pattern of fertilizer technology among farmers in the ecological zones of South-Western Nigeria: A Tobit analysis. Austr J Agric Res. 2002; 53 :901–910.
21. Beintema.N,Magalhaes. E.C ; et Ndimurirwo. L., (2003). Indicateurs relatifs aux sciences et technologies agricoles.
22. Bezu, S., Kassie, G. T., Shiferaw, B. and Ricker-Gilbert, J. (2014). Impact of Improved Maize Adoption on Welfare of Farm Households in Malawi: A Panel Data Analysis. *World Dev.*, 59: 120–131.
23. Brian C, Ugustine S, Patrick W. (2011). Adoption of conservation Agriculture Technologies by small holder farmers in the Shamva District of Zimbabwe: A tobit Aplication. *Ag Econ*.2011.
24. Chirwa EW, 2005. Adoption of fertiliser and hybrid seeds by smallholder maize farmers in southern Malawi. *Development Southern Africa* 22(1):1–12.
25. Cook T.D. and Campbell D.T. (1979). Quasi-Experimentation: Design and Analysis Issues for Field Settings, 405 pp. Dallas, Ill.: Houghton Mifflin. Second, much larger book publication on quasi-experimentation, with more sophisticated designs as well as chapters on the statistical analysis of quasi-Experiments.
26. Cunguara, B. et Darnhofer, I. (2011). Assessing the impact of improved agricultural technologies on household income in rural Mozambique. Food Policy, 36(3), 378–390.
27. Dakin L. 2008. Impact socio-économique des interventions du PDRT sur les femmes rurales du département de la Donga. Thèse d'ingénieur agronome, Faculté d'Agronomie Université de Parakou, Bénin, p.106.
28. Davis, F. (1986). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results. Doctoral dissertation, MIT Sloan School of Management, Cambridge, MA (USA).
29. Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 319-340.
30. Dehejia, R. H., &Wahba, S. (1998). Propensity scores matching methods for non experiemantal studies. Review of Economics and Statistics, 84(1), 151-161.

31. Delacour. H ; Servonnet A ; Perrot. A ; Vigezzi. J.F ; Ramirez.J.M (2005). La courbe ROC (receiver operating characteristic): principes et principales applications en biologie clinique. Laboratoire de biochimie, toxicologie cliniques, Hôpital d'Instruction des Armées du Val-de-Grâce, Paris.
32. Diagne A., Dontsop-Nguezet P. M., Kinkingninhoun-Medgabé F. M., Alia D., Adégbola P. Y., Coulibaly M., Diawara S., Dibba L., Mahamood N., Mendy M., Ojehomon V. T., Wiredu A. N. (2012). The impact of adoption of NERICA rice varieties in West Africa. SPIA Pre-conference workshop, 28th IAAE Conference, Foz do Iguaçu, Brazil, August 18, 58 p
33. Dibba, L., Diagne, A., Fialor, S.C. et Nimoh, F. (2012). Diffusion and adoption of new rice varieties for Africa (NERICA) in the Gambia. *African Crop Science Journal,* 20(1), 141-156
34. Dimelu, M. U. and Nwonu, A. (2012). Paradigm Shift in the Agro-Technology Transfer System: Case Study of Agricultural Development Programme in Enugu State, Nigeria (2001 to 2009). J.Agric. Ext. Rur. Dev., 4(19): 495-503.
35. Ekeleme F., A. Y. Kamara, L.O. Omoigui, A. Tegbaru, J. Mshelia, and J. E, Onyibe (2008): Guide to Rice Production in Borno State, Nigeria, IITA, Ibadan, Nigeria, 20pp. http://o/d.iita.org/articlefiles/740-rice-monograph.pdf. Retrieved 9/01/2011.
36. FAO (2016). International Rice Commission Newsletter. (https://www.fao.org/docrep/003/x2243t/x2243t05.htm) site visited on 6/12/2016.
37. FEDER, G., et D.L. Umali. (1993). «The Adoption of Agricultural Innovations. » Technological Forecasting and Social Change 43.
38. Fisher, R.A. (1926) The Arrangement of Field Experiments. *Journal of the Ministry of Agriculture of Great Britain,* 33, 503-513.
39. Gahiro. (2011). Competitivite des filieres rizicoles Burundais : le riz de l'Imbo et le riz des marais p.22.
40. Ghimire, R., Wen-Chi, H. and Shrestha, R. B. (2015). Factors Affecting Adoption of Improved Rice Varieties among Rural Farm Households in Central Nepal. *Rice Sci.,* 22(1): 35-43.
41. Gomgnimbou A.P.K., Bandaogo A.A., Coulibaly K., Sanon A., Ouattara S. et Nacro H.B. (2019). Effets à court terme de l'application des fientes de volaille sur le rendement du maïs (Zea mays L.) et les caractéristiques chimiques d'un sol

ferralitique dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13 (4) : 2041-2052.

42. Gourieroux, C. (1989). Econométrie des variables qualitatives (2iéme édition). Collection Économie et Statistiques avancées.
43. Gouvernement du Malawi, (2002). Malawi Poverty Reduction Strategy Paper. Lilongwe : Ministry of Finance and Economic Planning.
44. Groupe des nations unis pour le développement (2008). Note d'orientation complémentaire relative aux PNUAD : Théorie du changement.
45. Gueye. (2016). « Amélioration de techniques de semis, de fertilisation et de recolte de fonio blanc (Digitaria exilis stapf ; poaceae) au Sénégal oriantal et en Casamance (Sénégal) ».
46. Heckman, James, and Jeffrey Smith. (1995). "Evaluating the Welfare state", presented at Frisch Symposium in Oslo, March 1995.http://remvt.cirad.fr/revue/notice_fr.php?dk=569601.
47. Heckman, James. (1992). "Randomization and social program Evaluation.". In Manski, Charles, and Irwin Garfinkel, eds. Evaluating Welfare and Training programs. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1992, pp.201-30
48. Hosmer D., Lemeshow S. (2000) Applied logistic regression, Second edition, John Wiley & Sons, Inc.
49. Hossain, M. (1996), "Recent Development in the Asian Rice Economy: Challenges for rice research in Evenson, R.E, Herdt, R.W. and Hossain, M. (Eds.) Rice Research in Asia: Progress and Priorities, CAB International/International Rice Research Institute, Wallingford, U.K.: 17-39.
50. Imbens, G.W., & Wooldridge, J.M. (2009). Recent Development in the Econometrics of Program Evaluation. Journal of Economic Literature, 45(1), 5-86. doi=10.1257/jel.47.1.5.
51. Institut Rice Research Internatinal (IRRI) (2020). Rapport Annuel p.11
52. Institut Rice Research Internatinal (IRRI). (2016). IRRI in East and Southen Africa.
53. International Fund for Agricultural Development (IFAD) (2019). Formation sur l'évaluation d'impact, Dakar, Sénégal.
54. Irz.X, Lin.L, Thirtle.C et Wiggins. S. (2001). Agricultural Productivity Growth and Poverty Alleviation.

55. ISTEEBU. (2015). Annuaire des statistiques agricoles (*Directoty of Agricultural statistics*).Goverment Printer, Bujumbura, Burundi. 104p
56. ISTEEBU. (2018). Bulletin du commerce extérieur des marchandises. Bujumbura.
57. Jégourel. (2019). L'Afrique et les marchés mondiaux des matières premières p.4-5.
58. Jha, A.K. ; Singh, K.M ;Meena, M.S. and R.K.P.Singh.(2012). Constraints of Rainfed Rice Production in Eastern India: An Overview.p.6. http://SSRN *Electronic Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.2061953.
59. Kassie, M., Shiferaw, B., & Muricho, G. (2011). Agricultural technology, crop income and poverty alleviation in rural Uganda. World Development, 39(10), 1784-1795.
60. Kazianga, H. et Masters, W.A. (2002). Investing in soils: field bunds and micro-catchments in Burkina Faso. Environment and Development Economics, 7(3), 571–591.
61. Kebede Y, Gunjal K & Coffin G, (1990). Adoption of new technologies in Ethiopian agriculture: The case of Tegulet-Bulga District, Shoa province. Agricultural Economics, 4(1) :27–43.
62. Khonje, M., Manda, J., Alene, A.D. et Kassie, M. (2015). Analysis of Adoption and Impacts of Improved Maize Varieties in Eastern Zambia. World Development, 66, 695–706. Doi: 10.1016/j.worlddev.2014.09.008.
63. Kumar S., Dwivedi S.K., Kumar R., Mishra J.S., Singh S.K., Prakash V., Rao K.K., Bhatt B.P. (2017). Productivity and energy use efficiency of wheat (Triticum aestivum) genotypes under different tillage options in rainfed ecosystem of middle Indo-Gangetic Plains. Indian J. Agron. 2017; 62:31–38.
64. Mariano, M. J., Villano, R. et Fleming, E. (2012). Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines, 110(2012), 41–53. Doi : 10.1016/j.agsy.2012.03.010.
65. MASA.2013. Situation de référence des principales filières agricoles au Burkina faso, Ministère de l'agriculture et de la sécurité alimentaire Burkina faso, p.208.
66. Mazvimavi, K. et Twomlow, S. (2009). Socioeconomic and institutional factors influencing adoption of conservation farming by vulnerable households in Zimbabwe. Agricultural Systems, 101(1- 2), 20–29. doi: 10.1016/j.agsy.2009.02.002.
67. Mbonimpa, D. & Ndikubwayo, C. (2008). Jmpact du Credit Agricole sur le Revenu des Riziculteurs de l 'Jmbo Centre. Memoire no publie de l'Universite du Burundi, FSEA.

68. Mcbride, W.D. et Daberkow, S.G. (2003). Information and the Adoption of Precision Farming Technologies. Journal of Agribusiness, 21(1), 21–38.
69. McFadden, D. (1975). The revealed preferences of government bureaucracy: Theory. The Bell Journal of Economics, 6(2), 401-416.
70. Mendola M. (2007). Agricultural technology adoption and poverty reduction: A propensity –score matching for rural Bangladesh. Food Policy, n° 32, pp. 372-393.
71. MINAGRI. (2014). Stratégie Nationale de Développement de la Filière riz au Burundi p6.25_27 ; 29 ; Bujumbura.
72. Monge M, Hartwich F, Halgin D, (2008). How change agents and social capital influence the adoption of innovations among small farmers. IFPRI Discussion paper 00761. Washington
73. Mosnier, C. (2009). Pour obtenir le grade de Docteur d'AgroParis Tech Adaptation des élevages de bovins allaitants aux aléas de prix et de climat : Approches par modélisation Adaptation of suckler cow farms to weather and beef price risks.
74. Mustapha SB, Gwary MM, Samaila PA. (2012). Assessment of the effectiveness of Lake chard Research Institute "Adopted Scheme" in the dissemination of improved farm technologies in Borno state, Nigeria. International Journal of Science and Technology. 2012;2(12):837–920.
75. Ndimanya. P & Ndayitwayeko W-M. (2010). A survey on the level of adoption of technologies in burundi: a case study of rice in the gihanga.
76. Neji, S. et A. Jigorel (sd). (2015). régression logistique, consulté le 10 septembre 2015 sur http://www.ucs.inrs.ca/Cours/Neji
77. Nelley L, Tsiboe F, Durand-Morat A, Shew A, Thoma G (2016) Economic and Environment Impact of rice Blast Pathogen (*Magnaporthe oryzae)* Alleviation in the United States. PLoS ONE 11 (12): e0167295. HTTPS://doi.org/10.1371/journal.pone.0167295.
78. Ngwira, A., Johnsen, F. H., Aune, J. B., Mekuria, M. et Thierfelder, C. (2014). Adoption and extent of conservation agriculture practices among smallholder farmers in Malawi. *Journal of Soil and Water Conservation,* 69(2),107–119. doi :10.2489/jswc.69.2.107

79. Nizigiyimana. (2009). Communication sur l'histoire de la riziculture et ses principales contraintes au Burundi. Atelier sur le developpement de l'aquaculture et de la riziculture au Burundi organisee du 27 au 29 juillet 2009. Bujumbura.
80. Nkamleu, G.B. et Coulibaly, O. (2000). Le choix des méthodes de lutte contre les pestes dans les plantations de cacao et de café au Cameroun. Économie Rurale, 259(1), 75–85.
81. Nyamweru J.C. (2017). economic efficiency of smallholder rice producers in maramvya irrigated scheme, Burundi.P.3
82. Nzeyimana N. (2015). Etude comparative d'adaptabilité et de productivité de variétés de riz oryzasativa dans les conditions de l'Imbo et Buyogoma. Bachelor Project, *Université du Burundi*, Bujumbura.
83. Odoemenem, I.U. and Obinne, C.P.O. (2010). Assessing the Factors Influencing the Utilisation of Improved Cereal Crop Production Technologies by Small Scale Farmers in Nigeria. Indian *Journal of Science and Technology.*3 (1):180-183.
84. Ogundele, O.O. and Okoruwa, V.O. (2006). Technical Efficiency differentials in Rice Production Technologies in Nigeria AERC Research Paper 154. African Economic Research Consortium, Nairobi.
85. Ojehomon, V.E.T., Adebayo, S.B., Ogundele, O.O., Okuruwa, V.O., Ajayi, A. Diagne, A., and Ogunlana, O. (2009). National Rice Survey. Building Rice Data Systems for Sub-Saharan Africa. National Cereal Research Institute, National Bureau of 160 Statistics, National Institute for Social and Economic Research and University of Ibadan.
86. Oladele, O.I. (2005). A Tobit analysis of propensity to discontinue adoption of agricultural technology among farmers in southwestern Nigeria. Journal Central European Agriculture, 6(3), 249–254.
87. Onyeneke (2017). Déterminants de l'adoption de technologies améliorées dans la production de riz dans l'Etat d'Imo, Nigeria. Département d'économie agricole, de vulgarisation et de développement rural, université d'Etat d'Imo, Owerri, Etat d'Imo, Nigeria. Février 2017
88. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)- Niger. 2013. Multiplication et diffusion des semences de qualité des variétés améliorées et adaptées au changement climatique. Fiche de bonne pratique, 8p. http:// www. f a o . o rg/docrep/019/ar725f/ ar725f.pdf (consulté le 14/08/2016).

89. Ouédraogo, M., Dembelé, Y. et Somé, L. (2010). Perceptions et strategies d'adaptation aux changements des pre´cipitations : cas des paysans du Burkina Faso. Sécheresse, 21(2), 87–96.
90. Prasad JS, Panwar MS, Rao YS. (1986). Nematode problems of rice in India. Tropical Pest Management. 32:127–136.
91. Prasanna, P.H.S.N., Gunaratne, L.H.P. and Withana, W.D.R.S. (2004). 'Economic Analysis of Paddy Threshing Methods'. *SriLankan Journal of Agricultural Economics*, Vol. 6, No 1, 2004.
92. Pufahl, A. 1 and Weiss, C.R., (2008). Évaluation des effets des programmes agricoles : Résultats de l'appariement par score de propension.
93. Rasmussen, L.V. et Reenberg, A. (2012). Collapse and Recovery in Sahelian Agro-pastoral Systems: Rethinking Trajectories of Change. Ecology and Society, 17(1), 17.
94. RGA. 2008.Recencement General de l'agriculture, ministère de l'agriculture et de l'hydraulique, Burkina Faso, p.517.
95. Rhaiem, K. (2014). Les déterminants de l'adoption des technologies de pointe par les pme manufacturières. Mémoire de maitrise en sciences de l'administration. Université Laval, Québec, 198p.
96. Rogers, E.M. (1963). *Diffusion of Innovations*. 1st edition, New York, The Free Press.
97. Rogers, E.M. (2003). «Diffusion of innovations. » Free Press.
98. Rosenbaum, P. r., & rubin, d. B. (1983). the central role of the propensity score in observational studies for causal effects. Biometrika, 70(1), 41-55.
99. Rostiar Sitorus1, Harianto2, Suharno3, YusmanSyaukat, (2020). Propensity Score Matching to Analyze the Impact of Implementing Good Agricultural Practices on White Pepper Farming in Bangka Belitung Islands Province.
100. Roussy, C., Ridier, A. et Chaib, K. (2015). « Adoption d'innovations par les agriculteurs : rôle des perceptions et des préférences ». Working Paper SMART-LERECO N°15-03. https://www6.rennes. inra.fr/smart/content/download/.../WP15-03.pdf consulté le 21 octobre 2015.
101. Rubin D. (1974) "Estimating Causal Effects of Treatments in Randomized and Non-Randomized Studies", Journal of Educational Psychology, vol. 66, pp. 688-701.
102. Saka, J.O., Okoruwa, V.O., Lawal, B.O. and Ajijola, S. (2005). Adoption of Improved Rice Varieties Among Small-Holder Farmers in South-Western Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences* 1(1): 42-49.

103. Salhi, S., Imache, A., Tonneau, J. et Ferfera, M. (2012). Les déterminants de l'adoption du système d'irrigation par goutte-à-goutte par les agriculteurs algériens de la plaine de la Mitidja. Cahiers Agricultures, 21, 417–426.
104. Shenoi, P.K. and Mandal, B. (1986), "Transfer of Technology for Increasing Yields of Rainfed Research, IRRI, Philippines.
105. Sibilia et Sanofi (2013). Score de propension.
106. Singha, A.K. and Baruah, M.J. (2011) Farmers" Adoption Behaviour in Rice Technology: An Analysis of Adoption Behaviour of Farmers in Rice Technology under Different Farming Systems in Assam. *Journal of HumanEcology*, 35(3): 167-172.
107. Smith, J. a., & Todd, P. e. (2005). Does matching overcome lalonde's critique of non experimental estimators? *Journal of Econometrics,* 125(1), 305-353.
108. Smith, J. and Petra Todd. p (2000). "Is Propensity Score Matching the Answer to LaLonde's Critique of Nonexperimental Estimators?" Unpublished manuscript, University of Western Ontario.
109. STEEBU. (2014). Enquête Nationale Agricole du Burundi de 2011-2012. Bujumbura.
110. Tesfaye, B., Bedada, B. and Mesay, Y. (2016). Impact of improved wheat technology adoption on productivity and income in Ethiopia. *African Crop Science Journal* 24 (Issue supplement S1): 127-135.
111. Tiamiyu, S. A., Akintola, J.O., and Rahji, M.A.Y. (2009). Technology Adoption and Productivity Difference among.
112. Van Den Ban, A. W., Hawkins, H.S., Browvers, J.H.A.M., Bonn, C.A.M. (1994). La vulgarisation Rurale en Afrique. Paris, France : CTA/KARTHALA, 373 p.
113. Venkatesh, V., & Davis, F.D. (1996). A model of antecedents of perceived ease of use: Development and test. Decision Sciences, 27(3), 451-481.
114. Wiredu, AN, Gyasi KO and Abdoulaye T. (2010). "Impact of improved varieties on yield of rice producing households on Ghana". -Household Survey, Ghana. Paper presented at the second Africa Rice Congress, Bamako, Mali, 22-26 March 2010: Innovation and Partnerships to Realize Africa's Rice Potential. Accessed on 12th June, 2014.
115. Yokamo, S., 2020. Adoption of improved agricultural technologies in developing countries: Literature review. Int. J. Food Sci. Agric 4, 25-36.

116. Young H P, 2007. Innovation diffusion in heterogeneous populations: Contagion, social

117. Zegeye, Fikrie, Asefa, Choumbou (2022). Impact of agricultural technology adoption on wheat productivity: Evidence from North Shewa Zone, Amhara Region, Ethiopia. *Department of Economics, College of Business and Economics, Debre Berhan University, Debre Berhan, Ethiopia Correspondence.*

118. Zomboudre (2017). Analyse des déterminants socio-économiques de l’adoption de l’activeur "compost plus" dans la boucle du mouhoun au burkinafaso.

ANNEXES

ANNEXE 1 : RESULTATS DETAILLES

1. Tests du modèle logistique

1.1.Test de multicolinearite

1.1.1. Analyse de la corrélation des variables explicatives du modèle

	sexe	age	statut~r	educat~n	taille~a	maindo~n	superf~e
sexe	1.0000						
age	-0.0256	1.0000					
statut_matr	0.0788	0.3225	1.0000				
education	0.0531	0.0248	0.1634	1.0000			
taille_mena	-0.0251	0.1584	0.0467	0.0543	1.0000		
maindoeuvr~n	-0.0432	0.2046	0.0307	-0.1427	0.3024	1.0000	
superficie	0.0296	0.1343	0.0476	0.0735	0.1484	0.0989	1.0000
experience	-0.0212	0.6555	0.0048	0.0246	0.0792	0.0285	0.1365
acces_credit	-0.0323	-0.0040	-0.0081	0.0289	-0.0420	-0.0139	-0.0120
acces_marche	0.0276	0.1044	0.0614	0.0066	-0.0038	0.0542	-0.0371
aparten_asso	0.0045	-0.0176	0.0062	-0.0129	-0.0440	-0.0285	0.0085
vulgarisat~n	-0.0327	-0.0820	-0.0361	-0.0198	-0.0666	-0.0403	-0.0522
poss_tel	0.0176	0.1665	-0.0169	0.0386	0.0768	0.0390	0.0122

	experi~e	acces_~t	acces_~e	aparte~o	vulgar~n	poss_tel
experience	1.0000					
acces_credit	0.0193	1.0000				
acces_marche	0.0182	0.0008	1.0000			
aparten_asso	-0.0006	0.1153	0.0899	1.0000		
vulgarisat~n	-0.0357	0.1223	-0.0332	0.1081	1.0000	
poss_tel	0.1093	0.0493	0.1478	0.0601	-0.0568	1.0000

1.1.2. Résultats du test de VIF

Variable	VIF	1/VIF
age	2.37	0.421990
experience	1.99	0.503026
statut_matr	1.27	0.786306
maindoeuvr~n	1.20	0.833118
taille_mena	1.15	0.873037
education	1.07	0.932633
poss_tel	1.07	0.936114
superficie	1.05	0.948436
acces_marche	1.05	0.954524
vulgarisat~n	1.04	0.961978
aparten_asso	1.04	0.963108
acces_credit	1.03	0.968986
Mean VIF	1.28	

1.2. Test de Hosmer et Lemeshow

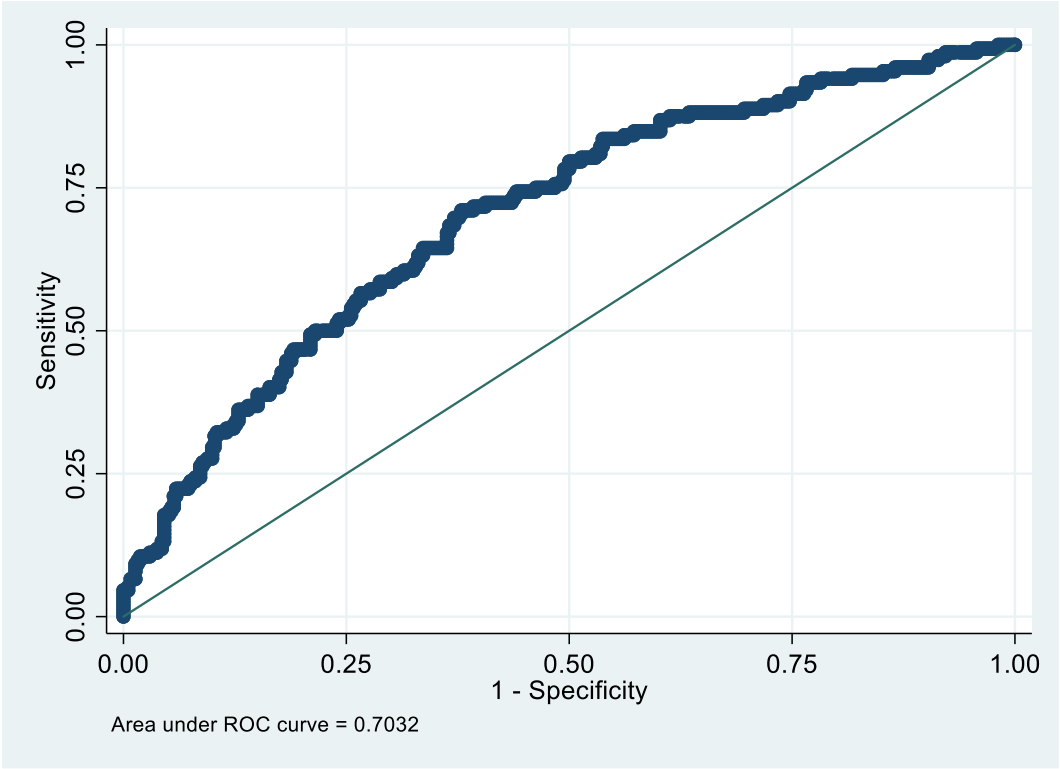
Logistic model for adoption, goodness-of-fit test

```
       number of observations =       524
 number of covariate patterns =       509
           Pearson chi2(495) =       511.32
                 Prob > chi2 =         0.2966
```

1.3.Test de bonnes prédictions du modèle avec la Surface ROC

```
Logistic model for adoption

number of observations =      524
area under ROC curve   =   0.7032
```



2. Les déterminants de l'adoption

2.1. Estimation des rapports de chance

```
Logistic regression                                     Number of obs     =        524
                                                        Wald chi2(15)     =      50.76
                                                        Prob > chi2       =     0.0000
Log pseudolikelihood = -285.51003                       Pseudo R2         =     0.0952
```

adoption	Odds Ratio	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
0.sexe	.6059573	.1723495	-1.76	0.078	.3470075	1.058145
age	.9950544	.0114965	-0.43	0.668	.9727749	1.017844
0.statut_matr	1.266839	.6678482	0.45	0.654	.4508039	3.560043
education						
1	1.54107	.3810375	1.75	0.080	.9492016	2.501995
2	2.120832	.6131093	2.60	0.009	1.203465	3.737484
3	16.95478	19.58835	2.45	0.014	1.761467	163.1962
taille_mena	.9328671	.0631123	-1.03	0.304	.8170197	1.065141
maindoeuvre_men	1.094859	.0970744	1.02	0.307	.9202113	1.302654
superficie	1.006435	.0029605	2.18	0.029	1.000649	1.012254
experience	1.003044	.0120964	0.25	0.801	.9796132	1.027035
1.acces_credit	1.195344	.2638465	0.81	0.419	.7755473	1.842372
1.acces_marche	1.263862	.3756002	0.79	0.431	.705888	2.262891
1.aparten_asso	2.378874	.5138633	4.01	0.000	1.557767	3.632791
1.vulgarisation	1.518611	.3758375	1.69	0.091	.9349417	2.466655
1.poss_tel	2.342698	.6351211	3.14	0.002	1.377051	3.985499
_cons	.0704913	.0509164	-3.67	0.000	.0171122	.290379

2.2. Les effets marginaux

```
Average marginal effects                        Number of obs     =        524
Model VCE    : Robust

Expression   : Pr(adoption), predict()
dy/dx w.r.t. : 0.sexe age 0.statut_matr 1.education 2.education 3.education taille_mena maindoeuvre_men
               superficie experience 1.acces_credit 1.acces_marche 1.aparten_asso 1.vulgarisation 1.poss_tel
```

	Delta-method dy/dx	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
0.sexe	-.0867842	.045801	-1.89	0.058	-.1765525	.0029841
age	-.0009053	.002107	-0.43	0.667	-.0050349	.0032244
0.statut_matr	.044685	.1027857	0.43	0.664	-.1567712	.2461412
education						
1	.076206	.0429545	1.77	0.076	-.0079833	.1603953
2	.1402346	.0548219	2.56	0.011	.0327856	.2476835
3	.5651113	.1784029	3.17	0.002	.2154479	.9147746
taille_mena	-.0126887	.0123348	-1.03	0.304	-.0368645	.0114871
maindoeuvre_men	.0165474	.0161732	1.02	0.306	-.0151515	.0482464
superficie	.0011712	.0005291	2.21	0.027	.0001341	.0022083
experience	.0005549	.0022006	0.25	0.801	-.0037582	.0048681
1.acces_credit	.0323998	.0398187	0.81	0.416	-.0456435	.1104431
1.acces_marche	.0415741	.0511568	0.81	0.416	-.0586914	.1418395
1.aparten_asso	.1594451	.0384837	4.14	0.000	.0840185	.2348716
1.vulgarisation	.0742175	.0423222	1.75	0.079	-.0087325	.1571676
1.poss_tel	.144455	.0410484	3.52	0.000	.0640016	.2249083

ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE D'ENQUETE AUPRES DES RIZICULTEURS DE GIHANGA

I.TEXTE INTRODUCTIF

Bonjour, je m'appelle Mpawenimana Daniel Je représente l'Institut de Recherche Internationale sur le Riz (IRRI) au Burundi et aujourd'hui je viens vous voir pour m'entretenir avec vous sur votre activité rizicole, notamment les variétés que vous cultivez. Les informations que vous me donnerez serviront ensuite à approfondir la recherche sur les pratiques agricoles des paysans. Elles permettront aussi d'identifier vos besoins, et contraintes en matière de variétés afin de pouvoir les lever. Vous pourrez me parler en toute confiance car votre identité restera strictement confidentielle.

Merci de votre attention, nous pouvons maintenant commencer.

I. Localisation de l'enquête
Nom de l'enquêteur……....
Nom de l'enquêté……

Date d'enquête, le…/…/2023

II. SECTION A : Les caractéristiques d'un riziculteur

1.0. Les caractéristiques socioéconomiques d'un riziculteur :

1.1. 1.2. Sexe : Homme ☐ ; Femme ☐

1.2. Âge d'un riziculteur (…)

1.3. Statut matrimonial : célibataire ☐ ; Marié ☐

1.4. Quelle est votre niveau d'étude ?

Aucun niveau ☐ ; primaire ☐ ; secondaire ☐ ; université ☐

1.5. Combien de personnes dans votre 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 rizicole (are) ? ☐☐

1.9. Avez-vous passé combien d'années dans les exploitations rizicoles ?☐☐

1.10. Avez-vous un téléphone portable ? Oui ☐ ; Non ☐

2.0. Les caractéristiques institutionnelles d'un riziculteur :

2.1. Avez-vous une association (coopérative) dans laquelle vous appartenez ? Oui ☐ ; Non ☐

2.2. Si la réponse à la question 1.15 est oui, que fait l'association (coopérative) pour vous ?

a. approvisionnement des intrants (semences ; engrais ….) ☐ Etablissement du calendrier d'irrigation ☐ ; c. nous encadrer autour des variétés les plus rentables dans la régio☐ ; d. nous éduquer à promouvoir la culture d'épargne ; autres (à préciser)……

2.3. Un agent de vulgarisation vous rend-il visite ? Oui ☐; Non ☐

2.4. Si oui, combien de fois l'agent de vulgarisation vous a-t-il rendu visite pendant la saison culturale préc☐nte ?

2.5. Avez-vous obtenu des crédits pour vos activités agricoles lors de la dernière campagne agric☐ ? Oui☐ ; Non

III. SECTION B :

3.0. Adoption des variétés

	La variété du riz rutete	Pourquoi préférer cette variété ? (Code 2)
Type de variété cultivez pendant la saison culturale précédente.		
Code 2= Code raison d'adoption : 1. Meilleur goût 2. Durée du cycle court ; 2. Rendements plus élevés ; 3. Prix de vente élevé ; 4. Résistance aux maladies ; 8. ordonnancé par la SRDI 9. Autre (préciser).		

IV.SECTION C : Production et charges d'exploitation

C.1. Les charges variables de l'exploitation pour le riz

Intrants	Quantité utilisée (kg)	Prix unitaire	Prix total
Semences			
Engrais totahaza			
Engrais bagara			
Engrais imbura			
Engrais organiques			
Produits phytosanitaires			
Gardiennage			

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

Operations culturales	Nombre de personnes dans la main d'œuvre	Cout unitaire	Cout total
Pépinière			
Première labour			
Deuxième labour			
Troisième labour			
Repiquage			
1er Sarclage			
2ém sarclage			
3em sarclage			
Coupure, battage, vannage, achat et mis en sacs ; Transport des récoltes			
Total			

C.3. PRODUCTION

3.1. Combien de sacs du riz paddy avez-vous récolté dans votre rizière au cours de la saison culturale préc☐☐ ?

3.2. La production obtenue vous permet d'accéder au marché ? Oui ☐; Non ☐

V.SECTION D : Contraintes

4.0. Contraintes qui agissent contre l'adoption de la technologie de production du riz améliorée.

Enumérez les contraintes qui limitent la production du riz.

Les contraintes majeures de la production du riz	Rangez du plus grand au plus petit (selon le degré d'exposition)
Manque d'accès au crédit agricole ; Insuffisance et /ou retard des engrais chimiques ; Problème de disponibilité en eau ; Petites superficies ; Dommages causés par les insectes, les maladies et les oiseaux ; Manque des services de vulgarisation ; Autres à préciser.	
NB : Encadrez le chiffre correspondant de la réponse	

Merci beaucoup pour vos réponses aux questions posées. Nous vous garantissons que vos informations données seront traitées confidentiellement !