

2025

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

Niyonkuru, Roger

UB, FSEA

<https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/1874>

Téléchargé depuis le dépôt institutionnel officiel de l'Université du Burundi

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES ET DE GESTION
MASTER EN ECONOMIE RURALE, SOCIALE ET ENVIRONNEMENT



**IMPACT D'ADOPTION DES TECHNOLOGIES D'ADAPTATION
AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LA PRODUCTION DE
POMME DE TERRE ET MAÏS HYBRIDES DES MENAGES DE LA
COMMUNE MURAMVYA**

Par :

NIYONKURU Roger

Mémoire

présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention
d'un Diplôme de Master en Economie Rurale, Sociale et Environnement

Spécialité : Economie de l'Environnement et des Ressources Naturelles

Sous la direction de :

Dr. Bélyse MUPFASONI

Bujumbura, Janvier 2025

COMPOSITION DU JURY

Président : Dr. Ir. Serges NGENDAKUMANA

Directeur : Dr. Bélyse MUPFASONI

Secrétaire : Dr. Dismas MANIRAKIZA

DEDICACE

A Dieu Tout Puissant ;

A mon regretté père ;

A ma mère ;

A mes frères et sœurs ;

A toute personne qui m'est chère.

Nous dédions ce mémoire

REMERCIEMENTS

Ce travail est le fruit des efforts de nombreuses personnes qui nous ont incessamment prêté mains fortes.

Nos sincères remerciements s'adressent d'abord à notre Directeur de mémoire, Dr. Bélyse MUPFASONI, pour avoir accepté de nous diriger depuis le début jusqu'à la fin de ce mémoire malgré ses multiples responsabilités. Ses riches remarques, sa rigueur scientifique, son encouragement et ses meilleures orientations nous ont été d'une importance capitale dans la rédaction de ce présent travail.

Nous exprimons également notre gratitude à l'ensemble de nos enseignants, depuis l'école primaire jusqu'à l'Université du Burundi, en particulier ceux de la Faculté des Sciences Économiques et de Gestion, Master en Économie Rurale, Sociale et Environnementale, spécialité d'Économie de l'Environnement et des Ressources Naturelles, pour la formation de qualité qu'ils nous ont prodiguée.

Nos plus vifs remerciements s'adressent ensuite à nos parents, Joas YAGANIRO et Révocate NDAYISHIMIYE, qui n'ont ménagé aucun effort pour nous soutenir matériellement et moralement depuis notre naissance jusqu'à aujourd'hui. Leur éducation exemplaire et leur dévouement restent gravés dans nos cœurs et marquent notre quotidien.

Enfin, nous tenons à remercier chaleureusement nos frères, sœurs et toutes les personnes qui nous sont chères pour leur présence constante et leur soutien indéfectible. Leur affection et leurs encouragements ont été pour nous une source de motivation inestimable.

NIYONKURU Roger

RESUME

Le changement climatique, avec ses effets multiples, constitue aujourd'hui un défi mondial majeur. Au Burundi, l'agriculture représente le pilier de l'économie, employant plus de 90 % de la population. Cependant, ce secteur reste particulièrement vulnérable aux impacts des changements climatiques, notamment dans les zones fortement dépendantes de l'agriculture de subsistance, comme la commune de Muramvya. L'adoption de technologies d'adaptation figure parmi les principales réponses aux défis posés par le changement climatique dans le domaine agricole. L'objectif de cette étude est d'analyser l'impact de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production agricole des ménages de la commune de Muramvya. Les données ont été analysées à l'aide des statistiques descriptives, et de modèle économétrique (modèle logistique binaire et modèle d'appariement scores de propension(PMS)). L'étude a été réalisée grâce à l'analyse des données primaires collectées sur terrain auprès de 100 exploitants agricoles sélectionnés à l'aide de la méthode de « boule de neige ».

Les résultats ont montré respectivement que notre étude 58% et 42% des ménages de l'échantillon étaient des adoptants et des non adoptants des agriculteurs de pomme de terre et maïs hybride. Les résultats de la régression logistique montrent que sept variables influencent significativement l'adoption des technologies d'adaptation : l'âge, le sexe du chef de ménage, le niveau d'éducation, l'accès au crédit, aux services de vulgarisation, au marché, et l'appartenance à une organisation paysanne. En outre, l'impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique présente un effet positif comparativement aux adoptants et non adoptants. La production de maïs hybride a augmenté de 217.128kg/an et 90.99kg/an de pomme de terre. Ces résultats ont montré la significativité positive sur la production de pomme de terre et de maïs hybride. Et vient de confirmer les hypothèses de recherche. Ils suggèrent que les politiques de développement rural devraient promouvoir l'utilisation des technologies d'adaptation au changement climatique des ménages de la commune de Muramvya afin d'accroître la production agricole des exploitants.

Mots-clés : Changement climatique, technologies agricoles d'adaptation, production agricole, Muramvya.

ABSTRACT

Climate Change with its multiple effects, is a major global challenge today. In Burundi, agriculture is the backbone of the economy, employing more than 90% of the population. However, this sector remains particularly vulnerable to the impacts of climate change, especially in areas that are highly dependent on subsistence agriculture, such as the commune of Muramvya. The adoption of adaptive technologies is one of the main responses to the challenges posed by climate change in agriculture. The objective of this study is to analyze the impact of the adoption of climate change adaptation technologies on the agricultural production of households in the commune of Muramvya. The data were analyzed using descriptive statistics, and econometric models (binary logistic model and propensity score matching model (PMS)). The study was carried out through the analysis of primary data collected in the field from 100 farmers selected using the "snowball" method. The results showed respectively that our study 58% and 42% of the households in the sample were adopters and non-adopters of potato and hybrid maize farmers. The results of logistic regression show that seven variables significantly influence the adoption of adaptation technologies: age, gender of the head of household, level of education, access to credit, extension services, market, and membership in a farmers' organization. In addition, the impact of adopting climate change adaptation technologies has a positive effect compared to adopters and non-adopters. The production of hybrid maize increased by 217,128 kg/year and 90.99 kg/year of potatoes. These results showed the positive significance on the production of hybrid potatoes and maize. And has just confirmed the research hypotheses. They suggest that rural development policies should promote the use of climate change adaptation technologies of households in Muramvya commune to increase farmers' agricultural production.

Keywords: climate change, agricultural technologies for adaptation, agricultural production, Muramvya.

TABLE DES MATIERES

COMPOSITION DU JURY	i
DEDICACE	ii
REMERCIEMENTS	iii
RESUME	iv
ABSTRACT	v
TABLE DES MATIERES	vi
LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES	ix
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	x
AVANT-PROPOS	xii
CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE	1
I.1. Contexte et justification de l'étude.....	1
I.2. Problématique.....	5
I.3. Objectifs de recherche	6
I.4. Hypothèses	6
I.5. Intérêt de l'étude.....	7
I.6. Organisation de l'étude	7
Conclusion partielle du premier chapitre	8
CHAPITRE II REVUE DE LA LITTERATURE	9
II.1. Revue de la littérature théorique	9
II.1.1. Définition de quelques concepts	9
II.1.2. Contexte du changement climatique	10
II.1.2.1. Evolution climatique et variabilité climatique.....	10
II.1.2.2. Evénements climatiques extrêmes.....	11
II.1.2.3. Cause du changement climatique	11
II.1.2.4. Conséquences du changement climatique	12
II.1.2.4.1. Conséquences sur l'environnement	12
II.1.2.4.2. Conséquence sur l'agriculture.....	13
II.1.2.4.3. Adaptation des agriculteurs liés au changement climatique	14

=====	
II.1.3. Système culturale et production agricole des ménages ruraux	15
II.1.4. Adoption des technologies d'adaptation au changement climatique	15
II.1.4.1. Facteurs d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique... 16	
II.1.5. Approches économétriques de l'adoption de technologies d'adaptation au changement climatique	17
II.1.5.1. Théorie de l'utilité : fondement économique de l'adoption	17
II.1.5.2. Modélisation économétrique de l'adoption de technologies d'adaptation au changement climatique.....	18
II.2. Revue de la littérature empirique	19
Conclusion partielle du deuxième chapitre	21
CHAPITRE III. METHODOLOGIE DE RECHERCHE	22
III.1. Justification du choix de la commune Muramvya.....	22
III.2. Description de la Commune Muramvya.....	22
III.2.1. Localisation et Découpage Administratif	23
III.2.2. Caractéristiques Physiques et Climatiques	23
III.2.3. Situation Démographique	23
III.3. Collecte des données	25
III.3.1. Recherche documentaire	25
III.3.2. Collecte des données primaires.....	25
III.3.2.1. Procédure et Technique d'échantillonnage	25
III.3.2.2. Détermination de la taille de l'échantillon	26
III.3.2.3. Outils et Collecte des données primaires	27
III.3.2.4. Outils d'Analyse et de Traitement des Données	27
III.4. Test appropriés de validité du modèle.....	28
III.4.1 Test de multi colinéarité.....	28
III.4.2. Tests de Hosmer-Lemeshow	28
III.4.3. Test de bonnes prédictions avec la Surface ROC	28
III.5. Variables de l'étude	29
III.5.1. Variables dépendantes	29
III.5.2. Variables indépendantes	30
III.5.2.1. Variables socio-économiques.....	30

III.5.2.2. Variables sociodémographiques.....	30
III.5.2.3. Variables institutionnelles	31
III.6. Modélisation de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique ...	32
III.6.1. Estimation du score de propension	33
III.6.2. Définition du chevauchement et du support commun	34
III.6.3 Tester l'équilibre des scores de propension et des Co variables	34
III.6.4 L'effet moyen du traitement	36
III.7. Spécification du modèle	38
III.8. Adoption de nouvelles technologies d'adaptation au changement climatique sur la production de pomme de terre et maïs hybride	40
III.9. Cadre conceptuel de l'étude	43
Conclusion partielle du troisième chapitre.....	44
CHAPITRE IV. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS	45
IV.1. Présentation des résultats.....	45
IV.2. Test de validité du modèle.....	51
IV.3. Evaluation de la qualité d'appariement et réduction des biais	53
IV.3.1. Test de propension et test d'équilibrage des covariances	53
IV.3.2. Résultat de l'appariement des scores de propension	57
IV.4. Discussion des résultats.....	62
Conclusion partielle du quatrième chapitre.....	65
CHAPITRE V. CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS.....	66
V.1. Conclusion générale.....	66
V.2. Recommandations.....	68
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	71
ANNEXES.....	81

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1 : La statistique agricole de la province Muramvya	3
Tableau 2 : Définition des variables de l'étude et signé attendus	39
Tableau 3 : Evolution de production avant adoption et après adoption de culture (pomme de terre et maïs hybride)	42
Tableau 4 : Proportion des ménages enquêtés en fonction de l'adoption ou non adoption	45
Tableau 5 : Descriptive des variables qualitatives	46
Tableau 6 : Descriptive des variables quantitatives	48
Tableau 7 : Régression logistique des déterminants de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique	49
Tableau 8 : Résumé des résultats des tests de spécification du modèle	52
Tableau 9 : Evaluation de la qualité d'appariement et réduction des biais	54
Tableau 10 : Indicateur de la qualité avant et après appariement	56
Tableau 11 : Résultat de l'appariement des scores de propension d'adoption des technologies d'adaptation sur la production agricole	57

Figures

Figure 1 : Carte de Muramvya de la Province de Muramvya	24
Figure 2 : Cadre conceptuel de l'étude.....	43
Figure 3: Biais standardisé avant et après appariement	60
Figure 4: Distribution des scores de propension et support commun	61

LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS

%	: Pourcentage
ACA	: Accès au Crédit Agricole
AEI	: Accès à l'Eau d'Irrigation
AS	: Appartenance dans une Association
ASA	: Accès aux Services de Vulgarisation
ATM	: Adoption de Technologie Moderne
AUC	: Area Under Curve
BM	: Banque Mondiale
BPEAE	: Bureau Provincial de l'Environnement, Agriculture et Elevage
CCNUCC	: Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique
CNULCD	: Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Désertification
CO ₂	: Gaz Carbonique
FABI	: Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie
FAO	: Food Agriculture and Organisation
FSEG	: Faculté des Sciences Economiques et de Gestion
GIEC	: Groupe Intergouvernemental des Experts sur l'Evolution du Climat
IAA	: Indépendance of Irrelevant Alternative
IGEBU	: Institut Géographique du Burundi
ISABU	: Institut Statistique Agronomique au Burundi
INSBU	: Institut National de la Statistiques du Burundi
Kcal	: Kilocalorie
MEEATU	: Ministère de l'Eau de l'Environnement de l'Aménagement du Territoire et Urbanisme
MINEAGRIE	: Ministère de l'Environnement, Agriculture et Elevage
MINITE	: Ministère de l'Aménagement du Tourisme et de l'Environnement
MNL	: Logit Multinomial
NEA	: Niveau d'Education des Agriculteurs
OBPE	: Office Burundais de Protection de l'Environnement

ODD	: Objectifs des Développement Durables
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
ONU	: Organisation des Nations Unies
PAM	: Programme Alimentaire Mondiale
PANA	: Plan d'Action Nationale d'adaptation au Changement Climatique
PCDC	: Plan Communal de Développement Communautaire
PM	: Proximité des Marchés
PNIA	: Programme National d'Investissement Agricole
PNUD	: Programme des Nation Unies pour le Développement
PRAAO /WAAPP	: Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest
PSM	: Score de propension Moyen
RA	: Rendement Agricole
SAN	: Stratégies Nationale Agricole
TE	: Taille de l'Exploitation

AVANT-PROPOS

Ce travail s'inscrit dans le cadre des travaux de recherche effectués par les étudiants finalistes du cycle de Master. Il a été réalisé dans le cadre du Master en **Economie Rurale, Sociale et Environnementale. Option : Economie de l'environnement et des ressources naturelles.**

Le thème : «**Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et du maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya**» a été choisi dans la mesure où l'aspect changement climatique figure parmi les préoccupations mondiales de nos jours. A ce niveau, la réduction de la vulnérabilité du secteur agricole constitue un enjeu majeur pour la plupart des projets de résilience au changement climatique. Malgré, les efforts déployés par le gouvernement Burundais, les impacts du changement climatique continuent à se remarquer partout dans le pays avec plus d'ampleur au niveau des cultures vivrières. Dans la contribution à la connaissance de l'adoption de nouvelles technologies par les agriculteurs pour faire face aux impacts négatifs du changement climatique mais également leurs déterminants, une enquête a été menée auprès des exploitants agricoles de la commune Muramvya là où se manifeste de chocs climatique.

Les résultats de notre étude montrent que la population de la commune Muramvya, malgré de nombreuses contraintes auxquelles elle fait face, développent des stratégies d'adaptation qui ne sont que l'application de leurs savoir-faire endogènes. Cette étude boucle par une série de recommandations à l'endroit de différentes personnalités principalement les décideurs politiques afin de renforcer les actions visant à réduire la vulnérabilité des systèmes des cultures et plus particulièrement celle des ménages ruraux vivant de l'agriculture.

CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE

I.1. Contexte et justification de l'étude

Dans le monde entier, le changement climatique, avec ses effets variés, constitue aujourd'hui un défi mondial majeur au secteur agricole et aux êtres humains. Progressivement, il s'est imposé comme l'un des sujets les plus marquants des politiques internationales, affectant de nombreux secteurs, en particulier l'agriculture, qui subit d'importantes menaces économiques et environnementales. Des études antérieures (Masil *et al.*, 2014 ; Yobom, 2020) ont révélé que la hausse des températures, la sécheresse et les inondations sont devenues des phénomènes récurrents dans plusieurs régions du monde. Ces changements climatiques posent des défis que l'humanité doit relever en termes de résilience.

L'adaptation au changement climatique est donc devenue une stratégie clé. Celle-ci vise à réduire la vulnérabilité des systèmes écologiques, économiques et sociaux face aux impacts du climat (CMDT, 2020). En agriculture, l'adaptation peut être mise en œuvre à travers des initiatives collectives et individuelles, telles que l'utilisation de semences améliorées, l'optimisation des pratiques agricoles ou encore l'introduction de nouvelles technologies. En effet, l'agriculture contribue non seulement au développement économique, mais aussi à la subsistance des populations et à la préservation des services environnementaux, constituant ainsi un instrument indispensable pour le développement (Banque Mondiale, 2008).

En Afrique, nombreux petits exploitants agricoles sont vulnérables aux impacts du changement climatique en raison de leur faible capacité d'adaptation (Balaka *et al.*, 2021). Au Togo par exemple pour les années 2021 et 2022, le secteur agricole a été touché par les aléas climatiques causés par l'excès de pluie ce qui a poussé les petits exploitants agricoles d'adopter des stratégies d'adaptations agricoles, qui sont considérées comme des technologies résilientes aux variabilités climatiques (GIEC, 2022).

Au Mali, les impacts climatiques ont provoqué des crises alimentaires récurrentes, la pauvreté et la malnutrition qui sont devenues des problèmes préoccupants pour environ deux tiers de la population agricole malienne (Niasse *et al.*, 2019; PNUD,2020). Face à cela, divers efforts ont été déployés par les gouvernements, la communauté scientifique et les agriculteurs pour développer des stratégies d'adaptation.

Ces stratégies incluent la conservation des sols, l'utilisation de variétés améliorées, la modification des dates de semis, la diversification des cultures et l'utilisation des prévisions climatiques (Rhodes et Jalloh, 2014 ; Ouédraogo *et al.*, 2010 ; Niasse *et al.*, 2019 ; PNUD,2020)).

L'adoption de technologies culturelles durables est l'une des réponses majeures aux défis posés par le changement climatique dans l'agriculture. Pour parier à ces défis, l'introduction des innovations, telles que les variétés améliorées, les systèmes d'irrigation, la mécanisation, l'encadrement agricole fourni dans le cadre de services de vulgarisation des techniques agricoles, etc, s'avère indispensable (Awotide *et al.*, 2018). Plusieurs pays, notamment en Afrique, ont introduit des programmes de soutien agricole, comme le Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PRAAO/WAAPP), qui vise à augmenter durablement la productivité agricole et à réduire l'insécurité alimentaire (DAPSA, 2016).

Le rapport du Ministère Burundais de l'Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l'environnement montre que la variation climatique induise une vulnérabilité extrême qui touche un grand nombre de secteurs sur l'échelle national et les séquences diffèrent spatialement et temporellement d'une région à l'autre (MINAGRIE, 2019).

Le Burundi a initié plusieurs politique et stratégies d'adaptation agricole en vue de renforcer durablement le secteur agricole au niveau national PNIA (Programme National d'Investissement Agricole), PANA (Plan d'Action National d'Adaptation au Changement Climatique), SAN (Stratégie Nationale Agricole).Et puis, il a élaboré et adopté des plans nationaux de développement qui contiennent des nombreuses actions prioritaires qui contribuent à l'adaptation aux changements climatique (Plan d'Action National d'Adaptation au Changement Climatiques).

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

=====

L'agriculture est le pilier de l'économie, employant plus de 90% de la population burundaise (ODD, 2018). La majorité des cultures pratiquées sont des cultures vivrières, bien que la situation nutritionnelle reste préoccupante (Korachais *et al.*, 2020). Cependant, malgré l'importance du secteur agricole, celui-ci reste vulnérable aux changements climatiques, en particulier dans les zones à forte dépendance à l'agriculture de subsistance.

Au Muramvya, nous avons pratiqué des différentes sortes de cultures (pomme de terre, maïs hybride) plus résistant du changement climatique et non plus résistants ;

Les possibilités d'adaptation sont multiples, mais il est impératif d'intensifier l'action engagée si l'on veut réduire la vulnérabilité à l'égard du changement climatique.

L'Etat mis en œuvre le Plan d'Action National d'Adaptation au changement climatique (PANA) qui a mis en évidence des mesures prioritaires d'adaptation dans un court terme pour contrer les changements climatiques pour les exploitants agricoles qui ont des marais inondés et puis développer une stratégie de mobilisation de ressources pour mettre en œuvre des stratégies d'adaptation au changement climatique et plan d'action. En province Muramvya, la variation climatique change pendant la saison de pluies. La pluviométrie se modifie à une hausse de + ou - 10 et le régime pluviométrique est parfois perturbée de façon qu'il ne comporte plus que deux saisons de six mois chacune : une saison pluvieuse qui s'étend de novembre à avril et une saison sèche (IGEBU, 2020).

Tableau 1 : La statistique agricole de la province Muramvya

Commune	Année	Cultures et leurs productions	
		Pomme de terre(T)	Maïs hybride(T)
BUKEYE	2018	384,54	1550
	2019	594,80	1150
	2020	890	1504
	2021	1900	1800
	2022	1965	2009
MURAMVYA	2018	367,04	1430
	2019	456,64	1374
	2020	814,20	1450
	2021	1547	1516,5

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

	2022	1893	1667
KIGANDA	2018	835	1450
	2019	790	1400
	2020	876	1456
	2021	1205	1705
	2022	1902	1756
MBUYE	2018	430	1440
	2019	505,7	1504
	2020	850,4	1700
	2021	1600	1705
	2022	1905	1800
RUTEGAMA	2018	580,5	2000,5
	2019	165,7	1750
	2020	857,1	1805
	2021	1600	1385
	2022	1900,5	1905

Source : BPEAE Muramvya

La production agricole de la commune Muramvya est totalement inférieure aux autres communes qui constituent la province Muramvya. Pour éviter ces insuffisances alimentaires qui s'observent dans cette localité, le choix de stratégies d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique face à la volonté de s'approvisionner à différentes cultures vivrières. Cet état de chose nous amène à nous demander que le degré des fluctuations climatique constitue des contraintes pour les ménages Muramvya (Rapport annuel BPEAE Muramvya, 2022).

Le climat de commune Muramvya, subit des modifications importantes. La pluviométrie y connaît des fluctuations, avec une augmentation ou diminution de + ou - 10%, provoquant un déséquilibre dans les saisons agricoles (IGEBU, 2018). Ces conditions aléatoires, associées à des risques d'excès de pluie, ont un impact significatif sur les rendements agricoles, notamment en raison de la mauvaise répartition des pluies et de la dégradation des sols. La commune, située près de la forêt de Kibira, fait face à une forte pluviométrie, à des inondations fréquentes dans les marais et bas-fonds, ainsi qu'à une érosion marquée des sols (BPEAE Muramvya, 2021). Face à ces défis, les agriculteurs de Muramvya ont commencé à adopter des technologies d'adaptation au changement climatique, telles que des variétés améliorées de cultures et des techniques de conservation des eaux, afin d'augmenter leurs rendements.

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

Des initiatives, comme celles de l'ONG One Acre Fund-TUBURA à Muramvya, qui fournit des engrais et soutient l'introduction de variétés résistantes de maïs hybride et de pomme de terre, jouent un rôle essentiel dans cette organisation paysanne culturelle.

L'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) joue également un rôle dans la production des variétés adaptées aux conditions climatiques locales.

Le présent travail veut analyser, les déterminants de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique par les exploitants agricoles de Muramvya ainsi que l'impact de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production agricoles.

I.2. Problématique

La population burundaise, principalement rurale, dépend largement de l'agriculture, qui constitue la base de l'existence pour environ 90% de sa population. Les principales denrées cultivées comprennent les bananes, les plantes à racines et tubercules, les légumineuses, les céréales, ainsi que les légumes et fruits variés (OBPE, 2022). Cependant, ces filières agricoles sont gravement affectées par le changement climatique, notamment à travers l'augmentation des excès de pluies qui provoque des baisses de production agricoles considérables (MINAGRIE, 2019). En réponse, le Burundi a mis en place plusieurs politiques et stratégies nationales telles que le Plan d'Action National d'Adaptation au Changement Climatique (PANA), le Programme National d'Investissement Agricole (PNIA), et la Stratégie Nationale Agricole (SAN), visant à renforcer le secteur agricole face à ces défis.

Au Muramvya, l'Etat et ONG (Tubura) subventionner les engrais chimiques au niveau de 50%, les semences sélectionnés aux exploitants agricoles et planter les arbres forestiers sur les collines déjà dénudées.

Malgré l'introduction de technologies d'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole, leur adoption par les agriculteurs de la commune Muramvya reste insuffisante (Rapport agronome communal, 2021). Les défis climatiques, combinés à l'absence d'une adoption généralisée de ces technologies, maintiennent la productivité agricole à un niveau faible. Dans ce contexte, il devient essentiel d'évaluer non seulement les facteurs qui influencent l'adoption de ces technologies, mais également leur impact sur la production agricole.

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

=====

Cette étude vise ainsi à répondre à la question suivante : **Quel est l'impact de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production agricole des ménages de la commune Muramvya au Burundi ?**

Deux questions spécifiques précisent cette question ;

1. Quels sont les déterminants de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique par les ménages de la commune Muramvya ?
2. Quel est l'impact de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production de pomme de terre et de maïs hybride des ménages de la commune Muramvya?

I.3. Objectifs de recherche

L'objectif général de cette étude est d'analyser l'impact de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production agricole des ménages de la commune Muramvya.

Les objectifs spécifiques sont de :

- Examiner les déterminants de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique par les ménages de la commune Muramvya.
- Evaluer l'impact de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production agricole des ménages de la commune Muramvya.

I.4. Hypothèses

Dans le but d'atteindre les objectifs ci-haut fixés, il sied de formuler deux hypothèses suivantes:

- Les facteurs socioéconomiques et institutionnels influencent l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique par les ménages de la commune Muramvya.
- L'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique a un impact positif sur la production agricole des ménages de la commune Muramvya.

I.5. Intérêt de l'étude

L'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique en agriculture est un levier clé pour améliorer la productivité et la résilience des ménages agricoles face aux défis croissants, notamment ceux liés aux changements climatiques. Dans la commune de Muramvya, où l'agriculture est la principale source de subsistance, l'introduction de ces innovations pourrait potentiellement augmenter les rendements et sécuriser les moyens de subsistance des agriculteurs. Étudier cette thématique est essentiel non seulement pour comprendre les dynamiques locales d'adoption technologique, mais aussi pour orienter les politiques publiques et les stratégies de développement agricole vers une amélioration durable de la sécurité alimentaire et des revenus des ménages ruraux. Cette recherche offre donc un apport concret à la promotion d'une technologie d'adaptation au changement climatique et plus productive, tout en répondant aux défis spécifiques des ménages Muramvya

I.6. Organisation de l'étude

L'étude est structurée en cinq chapitres. Le premier chapitre introduit le contexte, la problématique, les objectifs, les hypothèses, et l'organisation de l'étude. Le deuxième chapitre présente la revue de la littérature théorique et empirique, posant le cadre conceptuel et analytique. Le troisième chapitre détaille la méthodologie, incluant la collecte et l'analyse des données. Le quatrième chapitre interprète et discute les résultats, en les comparant à des études antérieures. Enfin, le cinquième chapitre conclut l'étude et propose des recommandations.

Conclusion partielle du premier chapitre

Dans ce premier chapitre, nous avons présenté le contexte de l'étude, en abordant la problématique du changement climatique et de son impact sur l'agriculture. Nous avons formulé les hypothèses de recherche et précisé les objectifs visés, en mettant en lumière l'importance de comprendre l'adoption des technologies d'adaptation. L'intérêt du sujet a été justifié par ses implications pour la sécurité alimentaire et la productivité agricole. Enfin, ce chapitre a précisé l'organisation générale du travail afin de guider la structure du mémoire

CHAPITRE II REVUE DE LA LITTÉRATURE

Dans cette partie, il nous est question de revisiter les travaux antérieurs ayant traité le sujet pareil. Il se structurera autour de deux principaux points : revue de la littérature théorique et revue de la littérature empirique. La revue de la littérature théorique met l'accent sur les concepts de l'effet du changement climatique qui vient orienter l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production agricole pour faire face du phénomène climatique. La revue de la littérature empirique sera axée sur les travaux antérieurs.

II.1. Revue de la littérature théorique

La revue de la littérature pour une étude de l'impact de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique par les ménages face au changement climatique dans la commune de Muramvya doit couvrir plusieurs domaines clés: les technologies d'adaptation au changement climatique, les impacts du changement climatique sur l'agriculture, ainsi que les interactions entre ces technologies et les phénomènes climatiques.

II.1.1. Définition de quelques concepts

- **Adaptation et Atténuation** : L'adaptation concerne les ajustements des systèmes naturels ou humains pour minimiser les effets du changement climatique (Locatelli *et al.*, 2016), tandis que l'atténuation se réfère aux actions visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre.
- **Capacité d'adaptation** : capacité d'un système à s'adapter au changement climatique (notamment à la variabilité du climat et aux phénomènes extrêmes), afin d'atténuer les dommages potentiels, de tirer parti des possibilités offertes, ou de faire face aux conséquences (GIEC, 4^{em} rapport d'évaluation).
- **Systèmes de production agricole** : Ils désignent le mode d'exploitation des terres et des ressources humaines et matérielles pour produire des cultures et/ou des produits animaux, en intégrant la structure, l'organisation, et le fonctionnement des exploitants agricoles (Reboul, 1976; Cochet et Devinne, 2006).

II.1.2. Contexte du changement climatique

Selon le GIEC(2018), les changements climatiques peuvent être définis comme étant : « Une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité, persistant pendant une période prolongée (généralement des décennies ou plus). Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des forçages externes, ou encore à la persistance de variations anthropiques de la composition de l'atmosphère ou de l'utilisation des sols ».

Selon la CCNUCC (2015), le changement climatique se définit comme des changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables.

II.1.2.1. Evolution climatique et variabilité climatique

Sur toute la planète, pour comprendre la variabilité et l'évolution climatique, on doit tenir compte des deux composantes du système climatique l'atmosphère telles que les océans et les terres immergées, d'où la nécessité d'un ensemble complet de système d'observation. Avec l'expression des éléments intégrateurs du changement climatique global, la « variabilité climatique » a été définie par plusieurs auteurs (Boko ,1988 ; cité par Beltrando, 2005 et Bertrand, 2012). Il est nécessaire de fournir des données et produits climatologiques, météorologiques et hydrologiques adaptées aux divers secteurs pour garantir la sécurité alimentaire, améliorer la gestion des ressources en eau, atténuer les risques de catastrophes et améliorer la santé. Donc, la variabilité climatique est l'un des caractéristiques du climat qui se manifeste par le changement et la déviation dans le temps (IPC, 2007). En effet, la variabilité climatique est une modification naturelle du climat et donc indépendante des activités humaines. En plus de cela, d'autres auteurs (Pedelaborde, 1970 ; Leroux, 1980 ; Rodrigue ,2008) ont fortement pris part à l'enrichissement du concept de vulnérabilité climatique. Ces derniers avancent que le climat est la synthèse des phénomènes météorologiques observés sur l'ensemble d'une période statistiquement longue pour pouvoir établir ses propriétés statistiques d'ensemble : valeurs moyennes, variances, probabilité des phénomènes extrêmes,).

II.1.2.2. Événements climatiques extrêmes

Un événement climatique extrême est une manifestation de l'atmosphère qui s'écarte largement des conditions normales (moyennes) habituellement reconnues à un endroit donné et à une période donnée. Les études menées par l'IGEBU (2018) montrent qu'avec les changements climatiques, les événements climatiques extrêmes augmentent en fréquence et intensité et se traduisent généralement par de remarquables modifications dans les systèmes socio-économiques. Les manifestations de ces événements extrêmes s'observent par les phénomènes d'érosion, des destructions massives des infrastructures et par de nombreux impacts négatifs sur l'environnement ainsi que sur la qualité de la vie des populations. Parmi ces événements climatiques extrêmes, on compte principalement la sécheresse météorologique et la sécheresse agro-météorologique prolongées dans certaines régions du Burundi, ainsi que les périodes de fortes pluies, sources d'inondations souvent catastrophiques dans les régions plus ou moins planes et le long des axes de drainage (MEEATU 2019). Ils accroissent considérablement la vulnérabilité des systèmes naturels.

II.1.2.3. Cause du changement climatique

Le changement climatique est attribuable à deux causes à savoir la cause naturelle et la cause anthropique. Pour la première cause, il n'y pas d'intervention de l'homme dans la modification des paramètres climatiques. A l'opposé de la cause anthropique qui est entraînée par les activités humaines, source de l'augmentation de la température dans l'air. Les principales activités qui causent le changement climatique sont notamment seules liées à l'utilisation des combustibles tels que l'essence, le pétrole dont l'évaporation et l'entassement des gaz dans l'air va constituer un frein à la réflexion des rayons solaires. Ce qui est couramment connu sous l'« effet de serre ».

Il est à distinguer ici deux facteurs :

Facteurs externes

L'intensité du rayonnement solaire arrivant sur terre n'est pas toujours la même au fil du temps. Par exemple, l'activité du soleil varie selon un cycle de 11 ans qui dépend du nombre et de l'étendue des taches solaires qui se développent à sa surface.

=====

D'autres facteurs naturels ont aussi une influence: les cendres et les particules de soufre projetées dans l'atmosphère lors de grosses éruptions volcaniques interceptent une partie du rayonnement solaire pendant plusieurs années, ce qui a pour conséquence un refroidissement de la surface terrestre.

Un autre exemple plus parlant est celui de : l'orbite de la terre n'étant pas circulaire, la distance entre le soleil et notre planète varie à l'échelle de quelques millénaires. Elle influence ainsi la quantité d'énergie que reçoit la terre en fonction des saisons.

Facteurs internes

Le climat de la terre varie également en fonction des interactions qui prennent forme à différentes échelles entre les composantes du système climatique. Les variations de la température de surface des océans peuvent par exemple modifier les systèmes de circulation des vents; à l'inverse, la répartition des masses d'air et les trajectoires des vents peuvent modifier les températures de surface des océans.

II.1.2.4. Conséquences du changement climatique

L'évolution des températures et précipitations constituent un grand problème pour tous les êtres humains. Elles sont aussi un élément révélateur et instructif des modifications qui s'opèrent autour de l'environnement.

II.1.2.4.1. Conséquences sur l'environnement

Une augmentation de la température et des précipitations observée sur une longue période de sécheresse et des pluies qui assèchent les sols et les rendent moins fertiles, la sécheresse en saison des pluies abîme les cultures : une forte évaporation de l'eau qui diminue le niveau des eaux souterraines et assèche les sols, les rendant moins fertiles, une augmentation des maladies des animaux due au manque d'eau ;

- un décalage des saisons : la saison des pluies commence tardivement au lieu de bon temps ;
- des vents violents qui provoquent une érosion éolienne ;
- une pluviométrie perturbée, perçue par des pluies surtout dans les zones rurales qui arrivent plus tardivement.

Les changements climatiques affectent simultanément une variété du secteur inter relié aux quatre coins de la planète, la question très importante est de savoir ce qui cause ce changement climatique. Le changement climatique est causé par le réchauffement climatique dans notre planète. Pour cela, il faut limiter le réchauffement à 1,5°C. Les émissions de gaz à effet de serre, le méthane et proxy d'azote qui est malheureusement des gaz beaucoup plus nuisibles détruisent l'environnement.

II.1.2.4.2. Conséquence sur l'agriculture

Conséquence du changement climatique sur les agriculteurs est celui de la diminution des rendements agricoles. Cette diminution s'explique à travers de différents facteurs (MEEATU ,2011& 2019) :

- Une dégradation des sols causés par l'érosion hydrique due à la densité de la pluie et le manque de petits aménagements qui devraient être faits par les agriculteurs,
- Une érosion éolienne causée par la force du vent, mais aussi l'utilisation d'intrants chimiques comme les engrais chimiques ou les pesticides, et l'arrêt de la jachère ;
- Une perte de la fertilité des sols causée par la sécheresse, la diminution d'eau dans le sol liée à la forte évaporation et enfin, la déforestation, qui est une cause essentiellement humaine,
- Une pénurie d'eau tant au niveau de l'eau de surface que souterraine, qui entraîne une diminution des revenus et une insécurité alimentaire ;
- Débordement des eaux dans les marins,
- Les pluies torrentielles qui proviennent pendant le moment non précis.

Les agriculteurs burundais avaient beaucoup de problèmes en fonction du type de couvert et des conditions climatiques associées aux conditions culturales pour les plantes cultivées. La tendance des régions tempérées peuvent s'attendre à des effets tantôt positifs, tantôt négatifs sur le rendement agricoles ; le changement climatique aura quasi systématiquement des impacts dans les zones tropicales (Rosenzweig et Hit 1998, Eddy et Hordes 2000).

II.1.2.4.3. Adaptation des agriculteurs liés au changement climatique

L'adaptation de l'agriculture aux nouvelles conditions liées au changement climatique sera nécessaire (Di Falco et al., 2011). Beaucoup de défis attendent les producteurs, mais ceux-ci ont la possibilité de s'adapter aux changements en introduisant des nouvelles variétés de cultures ou des nouveaux types de production, en assurant une meilleure protection des sols et de meilleures conditions hydriques. Les changements climatiques pourraient avoir des impacts autant négatifs que positifs. En général, une augmentation des températures moyennes et un allongement de la saison de croissance devraient occasionner un accroissement potentiel de rendement des cultures.

De même, ces conditions devraient rendre possible la production de cultures adaptées à des températures plus élevées (Belanger, 2018). Selon la recherche génétique pourrait permettre d'élaborer des plantes résistantes à la sécheresse et aux parasites (INRA, 2013). Ces changements dans les systèmes agricoles sont nécessaires pour le maintien d'une agriculture viable et compétitive (Amphoux et al., 2018). On peut limiter les effets négatifs des changements climatiques en s'adaptant, un niveau local, aux nouvelles conditions de cultures. Pour cela, il est possible d'opter pour des variétés appropriées aux nouvelles conditions pédoclimatiques, de modifier les modes des cultures, d'introduire les meilleurs systèmes des gestions de l'eau, d'adapter les calendriers des semis et les méthodes de labour et de planifier plus justement l'utilisation des sols. Il est également possible de s'adapter en déplaçant géographiquement les zones de production.

D'autres options concernent plus directement le secteur agricole et ses pratiques, avec notamment la refonte du calendrier agricole traditionnel par l'optimisation des dates de semis en fonction de l'évolution du climat et enfin la reconversion et le repositionnement des cultures selon l'évolution du contexte bioclimatique. Cette option serait cependant conditionnelle à un accompagnement technique et financier des agriculteurs. (MUGISHA. E .2020).

II.1.3. Système culturale et production agricole des ménages ruraux

La population burundaise a deux systèmes culturels de base : la polyculture et la monoculture.

Ce système étant défini comme l'ensemble des techniques de combinaison des espèces cultivées, tenant compte des conditions climatiques en vue d'obtenir le maximum de rendement possible avec le minimum d'intrants (Mémento de l'agronome, 2002).

Dans la zone d'étude, le système de culture plus pratique est de polyculture la plus dominante. Celle –ci existant sous divers formes (Cultures multiples, cultures associées, Culture en assolement, Cultures étagées), est le système de base de l'agriculture traditionnelle familiale de subsistance notamment en Afrique Subsaharienne dépendante de la demande (habitude alimentaire, besoins d'échange) et des facteurs physiques (climat, sols, topographie). La polyculture est toujours une association d'une culture principale avec une ou des cultures complémentaires de façon concomitante ou dans une séquence pluriannuelle.

Les systèmes de production font face à un enjeu majeur et intègrent la notion de durabilité des systèmes d'exploitation, pour le bien des générations futures. Si on considère l'agriculture comme un système, cela implique l'intégration des dimensions biologique, physique, ainsi que les aspects socio-économiques au niveau de l'exploitation agricole (FAO ,2015).

Les principaux critères utilisés sont : les bases de ressources naturelles disponibles, le climat favorables, la topographie, la taille des exploitations et le régime foncier et d'autres parts sont les modes de subsistances des ménages, les technologies, la gestion, l'organisation des exploitations et la préservation de la qualité de l'environnement (OBPE ,2015).

II.1.4. Adoption des technologies d'adaptation au changement climatique

Plusieurs auteurs (Loevinsohn et al. 2013 ; Feder, Just et Zilberman 1985 ; Banabana- Wabbi (2000)), définissent l'adoption comme l'intégration d'une nouvelle technologie dans une pratique existante et est généralement précédée d'une période d'essai et d'un certain degré d'adaptation. Elle est également définie comme un processus mental qu'un individu passe de la première fois où il entend parler d'une l'utilisation finale de celle-ci.

=====
 C'est le processus axé sur le cheminement mental de la personne, de la première information à l'adoption (Rogers, 1983). L'innovation de la nouvelle technologie est généralement considérée comme un processus qui rassemble diverses idées d'une manière qui a un impact sur la société.

II.1.4.1. Facteurs d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique

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

La décision du producteur dépend de la maximisation d'une utilité (ou profit) espérée sous certaines contraintes comme la disponibilité de la terre, du crédit etc (Feld *et al.*, 1985).

Le profit est une fonction de choix du producteur concernant les spéculations et les technologies, à chaque période. Etant donné le choix discret (binaire) de la technologie, le revenu perçu du producteur peut être considéré comme une variable aléatoire avec des incertitudes objectives liées aux rendements et aux prix, et des incertitudes subjectives liées à une information incomplète sur les paramètres de la fonction de production.

D'une façon générale, une fonction de production se présente comme suit :

$$q = f(x) + g(x)\epsilon \quad (1)$$

q Représente la production, x est le vecteur des facteurs de production et ϵ est une variable aléatoire avec moyenne 0.

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

II.1.4.2. Technologies d'adaptation au changement climatique et leur adoption d'adaptation en commune Muramvya

Les principales technologies d'adaptation au changement climatique permettant d'accroître la productivité en commune Muramvya (BPEAE Muramvya, 2020) sont :

- **Semences résistantes aux aléas climatiques** : ce sont des semences génétiquement modifiées ou améliorées pour résister aux conditions climatiques extrêmes ;
- **Systèmes d'irrigation** : Ce sont des moyens utilisent la technologie d'irrigation de précision à l'absence de pluies et leur efficacité dans la gestion des ressources en eau.
- **Variétés améliorées** : Ce terme désigne toute variété de culture ayant subi un processus d'amélioration dans un centre de recherche agréé dans le but d'obtenir une variété possédant au moins une caractéristique nouvelle ou meilleure par rapport aux variétés déjà existantes(Sanou, 2014) cité par Mendy (2019).
- **Association des cultures** : c'est un mélange de culture au même champ d'un cultivateur, et la plus praticable pendant toute saison culturale.
- **Aménagement des marais** : C'est une activité l'exploitant agricole a fait dans le marais pour bien aménager en protégeant les rivières pendant la saison de pluies.

II.1.5. Approches économétriques de l'adoption de technologies d'adaptation au changement climatique

Les deux approches économétriques combinent les outils sociologiques et économiques pour analyser les facteurs d'adoption et de diffusion des innovations agricoles. Elles sont fondées sur la théorie de l'utilité.

II.1.5.1. Théorie de l'utilité : fondement économique de l'adoption

La théorie économique prédit que, face à un problème de choix, l'agent économique rationnel opte pour l'option qui maximise son utilité (McFadden 1975 ; Gourieroux1989). L'utilité est une d'argent mesure du bien-être ou de la satisfaction obtenue par l'obtention d'un bien, d'un service ou d'argent (Mosnier, 2009).

Le principe économique de rationalité et particulièrement l'hypothèse de maximisation de l'utilité constituent les fondements d'une analyse de choix (Varian, 2006). Bien qu'elle soit généralement économique, cette rationalité peut être écologique ou socio-culturelle (Rasmussen et Reenberg, 2012).

Selon la théorie, les producteurs agricoles sont supposés prendre des décisions rationnelles d'adoption ou non des innovations basées sur une maximisation de l'utilité (Nkamleu et Adesina, 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, les déterminants des décisions d'adoption ou rejet sont souvent analysés à travers différentes approches économétriques.

II.1.5.2. Modélisation économétrique de l'adoption de technologies d'adaptation au changement climatique

Divers modèles économétriques sont utilisés pour analyser les facteurs d'adoption et de diffusion des agricoles. Parmi ceux-ci, les modèles Tobit, Logit, Probit et Heckman sont les plus couramment proposés dans la littérature.

Les modèles Logit, Probit binaires sont employés lorsqu'il s'agit d'analyser les facteurs d'adoption ou rejet des innovations par les agriculteurs. Ils assimilent les décisions des agriculteurs à une variable dichotomique prenant la valeur 1 s'il y a adoption et 0 sinon.

Le modèle Probit binaire a été utilisé pour déterminer les facteurs d'adoption de l'irrigation des céréales en Tunisie (Khaldi *et al.*, 2010), du paillage au Nigéria (Akinola et Owombo, 2012), des engrais au Cameroun (Nkamleu et Adesina, 2000), de la variété du riz NERICA en Gambie (Dibba *et al.*, 2012) de la patate en Ethiopie (Abebe *et al.*, 2013), des techniques de conservation des eaux et des sols au Burkina Faso (Sidibé, 2005).

II.2. Revue de la littérature empirique

En Afrique subsaharienne, la croissance agricole est estimée comme étant 11 fois plus efficace dans la réduction de la pauvreté par rapport à d'autres secteurs (Banque Mondiale, 2012). Pour atteindre cet objectif, il est crucial d'augmenter la production et la productivité agricoles, surtout dans les pays à faible revenu.

L'adoption des nouvelles technologies d'adaptation au changement climatique est essentielle pour accroître les rendements. Selon Rogers (1983), la diffusion des innovations peut être lente ; les nouvelles technologies peuvent mettre du temps avant d'être largement acceptées. Cela signifie que de nombreux producteurs peuvent sous-estimer leur importance initiale. En Afrique, environ 70 % de la population et 80 % des personnes pauvres vivent en zones rurales et dépendent principalement de l'agriculture pour leur survie (Olomola, 2010).

L'irrigation est identifiée comme un facteur clé pour la croissance agricole mondiale, soulignant l'importance de l'adoption de technologies d'adaptation au changement climatique à haut rendement (Mendola, 2007 ; Basse, 2015). L'adoption des semences certifiées, par exemple, a montré une augmentation significative du rendement du riz au Bénin, passant à 1924 kg/ha pour les adoptants potentiels (Diagne *et al.*, 2013). D'autres études confirment également que l'adoption des nouvelles technologies peut accroître la production agricole.

Cependant, Surna (2011), cité par Basse (2015), note que l'adoption des technologies nouvelles peut entraîner des coûts, ce qui limite leur adoption par les producteurs ayant des rendements faibles. De plus, la réussite de l'augmentation de la production dépend souvent de l'utilisation de variétés améliorées à haut rendement (Zeller *et al.*, 1998).

Les politiques d'adoption des technologies visent à augmenter la productivité agricole et, par conséquent, les rendements sont insuffisants aux ménages ruraux (BM, 2015). Les variations climatiques, telles que les aléas climatiques, peuvent être atténuées par l'utilisation de techniques agricoles adaptées, comme l'irrigation et les variétés résistantes (Lagandre et Chetaille, 2010 ; Berg *et al.*, 2009). Au Burkina Faso, des interventions publiques et des programmes de soutien ont contribué à améliorer la production agricole.

Des études au Togo montrent que l'adoption de variétés résistantes au stress hydrique et à cycle court, ainsi que l'utilisation de fumure organique ou minérale, ont été efficaces pour atténuer les impacts du changement climatique (Sanou *et al.*, 2018 ; GIZ, 2017 ; Ayedegue *et al.*, 2022 ; Yegbemey *et al.*, 2019 ; Soglo et Nonvide, 2019 ; Wale *et al.*, 2021 ; Di Falco *et al.*, 2011 ; Bellow *et al.*, 2015). Rosenzweig (2010) souligne que les variations dans l'utilisation des fertilisants chimiques et les profits observés ne permettent pas de conclure sur leur sous-utilisation sans prendre en compte d'autres facteurs.

L'expérimentation est cruciale pour comprendre ces variations indépendamment des superficies cultivées et des caractéristiques des producteurs. Bekele *et al.* (2014) ont trouvé un impact positif de l'adoption des variétés améliorées de maïs et de blé sur la sécurité alimentaire. Awotide *et al.* (2017) ont également observé un impact positif de l'adoption des variétés améliorées de manioc sur la pauvreté et le patrimoine des ménages.

Cungara et Darnhofer (2011) ont utilisé le Propensity Score Matching (PSM) pour étudier l'impact de l'adoption de quatre technologies d'adaptation au changement climatique (variétés améliorées de maïs, traction animale, tracteur, greniers améliorés) et n'ont pas trouvé d'impact significatif des variétés améliorées sur les rendements. Zeng *et al.* (2015) ont complété le PSM avec des variables instrumentales pour évaluer les effets des variétés améliorées de maïs sur les profits nets et les revenus des ménages en Éthiopie.

Des études supplémentaires par G. Bélanger et Bootsman (2015) ont trouvé des résultats positifs pour les stratégies d'adaptation au changement climatique en agriculture au Québec. Nefzi et Buzidi (1998) ont utilisé un modèle ricardien pour évaluer l'impact économique du changement climatique sur l'agriculture au Maghreb et ont révélé que des augmentations prolongées de température ou des excès de pluie ont des impacts négatifs sur la valeur ajoutée agricole.

Enfin, des recherches par Deressa *et al.* (2005) montrent que l'adoption de stratégies d'adaptation aux changements climatiques, telles que les modifications de température et de précipitations, a contribué à une augmentation de la production agricole.

Conclusion partielle du deuxième chapitre

Ce deuxième chapitre est consacré à la revue de la littérature et se divise en deux sections principales. La première, la revue de la littérature théorique, explore les concepts liés à l'impact de l'adoption des technologies par les agriculteurs pour faire face au changement climatique et leur impact sur la production agricole des ménages ruraux. Cette analyse permet de mettre en lumière les théories existantes ainsi que les mécanismes par lesquels ces technologies influencent la productivité agricole. La seconde partie, la revue de la littérature empirique, examine les travaux antérieurs réalisés par d'autres chercheurs sur notre sujet. Elle offre un aperçu des résultats empiriques obtenus dans des études précédentes, permettant ainsi de situer notre recherche dans le cadre actuel des connaissances sur l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique et leur impact. En somme, ce chapitre a non seulement clarifié les bases théoriques et empiriques relatives à notre sujet de recherche, mais a également établi un cadre solide pour l'analyse de l'impact de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production agricole des ménages de la commune Muramvya.

CHAPITRE III. METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Ce chapitre détaille la méthodologie de l'étude, en utilisant un modèle logit pour analyser les données. Il décrit d'abord la zone d'étude, suivie des techniques de collecte des données, des outils d'analyse et de traitement employés. Enfin, il spécifie le modèle de régression utilisé, en précisant les variables sélectionnées. Cette approche méthodologique garantit une analyse rigoureuse de l'impact des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production agricole des ménages de la commune Muramvya.

III.1. Justification du choix de la commune Muramvya

La commune Muramvya, située dans la province du même nom et voisine de la forêt naturelle de Kibira de Teza, a été choisie pour cette étude en raison de ses caractéristiques particulières. Cette région est marquée par des précipitations abondantes qui ont un impact négatif sur la production agricole, provoquant des inondations dans les marais et bas-fonds, des glissements de terrain et des excès de pluies. De plus, la population de Muramvya dispose de très peu de terres arables comparativement aux communes environnantes. Malgré ces défis, Muramvya possède un potentiel important pour la production de légumineuses. (Rapport annuel du BPEAE Muramvya, 2021) Cependant, les changements climatiques affectent gravement les cultures vivrières telles que le manioc, la banane, la pomme de terre, les haricots, maïs hybride ainsi que les légumineuses et les fruits. En réponse à ces contraintes, des ONG, en collaboration avec le Bureau Provincial de l'Environnement et de l'Agriculture (BPEAE) de Muramvya, ont développé des technologies d'adaptation au changement climatique pour atténuer les impacts du changement climatique et optimiser les rendements agricoles.

III.2. Description de la Commune Muramvya

La commune Muramvya, choisie pour cette étude en raison de sa forte vulnérabilité aux changements climatiques depuis 2020 à 2023 dont la saison culturale B, est caractérisée par divers défis environnementaux, tels que des excès de pluviométrie, des glissements de terrain et des inondations fréquentes des marais (Rapport annuel du BPEAE Muramvya 2021). Ces conditions difficiles ont conduit le gouvernement, en collaboration avec des partenaires techniques et financiers, à mettre en place des initiatives pour atténuer les impacts climatiques.

III.2.1. Localisation et Découpage Administratif

Située au sud-ouest de la province de Muramvya, la commune est délimitée par plusieurs autres communes : au nord par Bukeye, au nord-ouest par Rugazi (province de Bubanza), au nord-est par Mbuye, à l'est par Kiganda, au sud par Mugongomanga (province de Bujumbura Rural) et Rusaka (province de Mwaro), et à l'ouest par Mubimbi (province de Bujumbura Rural). Elle est subdivisée en quatre zones administratives : Muramvya, Bugarama, Shombo, et Ryarusera, chacune comprenant plusieurs collines de recensement.

III.2.2. Caractéristiques Physiques et Climatiques

Avec une superficie de 193 km², représentant environ 28 % de la province et 2 % du pays, Muramvya possède des forêts, notamment 68 ha de boisements communaux et 400 ha de boisement privé. Les sols se classifient en deux catégories : acides dans la région de Mugamba et la majorité de Ryarusera, et jeunes et renouvelables dans Kirimiro et Mumirwa. Le réseau hydrographique est dense, avec des rivières à fort débit telles que Mubarazi et Mucece, qui peuvent provoquer des problèmes pour les cultures situées dans les zones marécageuses. La pluviométrie annuelle moyenne varie entre 1300 et 2000 mm. Le climat présente trois régions naturelles : Kirimiro et Mumirwa avec des températures entre 17 °C et 20 °C, et Mugamba avec des températures entre 14 °C et 15 °C.

III.2.3. Situation Démographique

La commune compte environ 456 habitants par km², avec une population totale estimée à 126 872 personnes, dont 62 678 hommes et 64 194 femmes. Les ménages sont au nombre de 18 867, avec une taille moyenne de six personnes par ménage. L'agriculture et l'élevage sont les principales activités économiques, avec 96 % de la population impliquée dans ces secteurs, souvent avec des systèmes de production peu adaptés. Les emplois non agricoles représentent moins de 5 % des personnes actives.

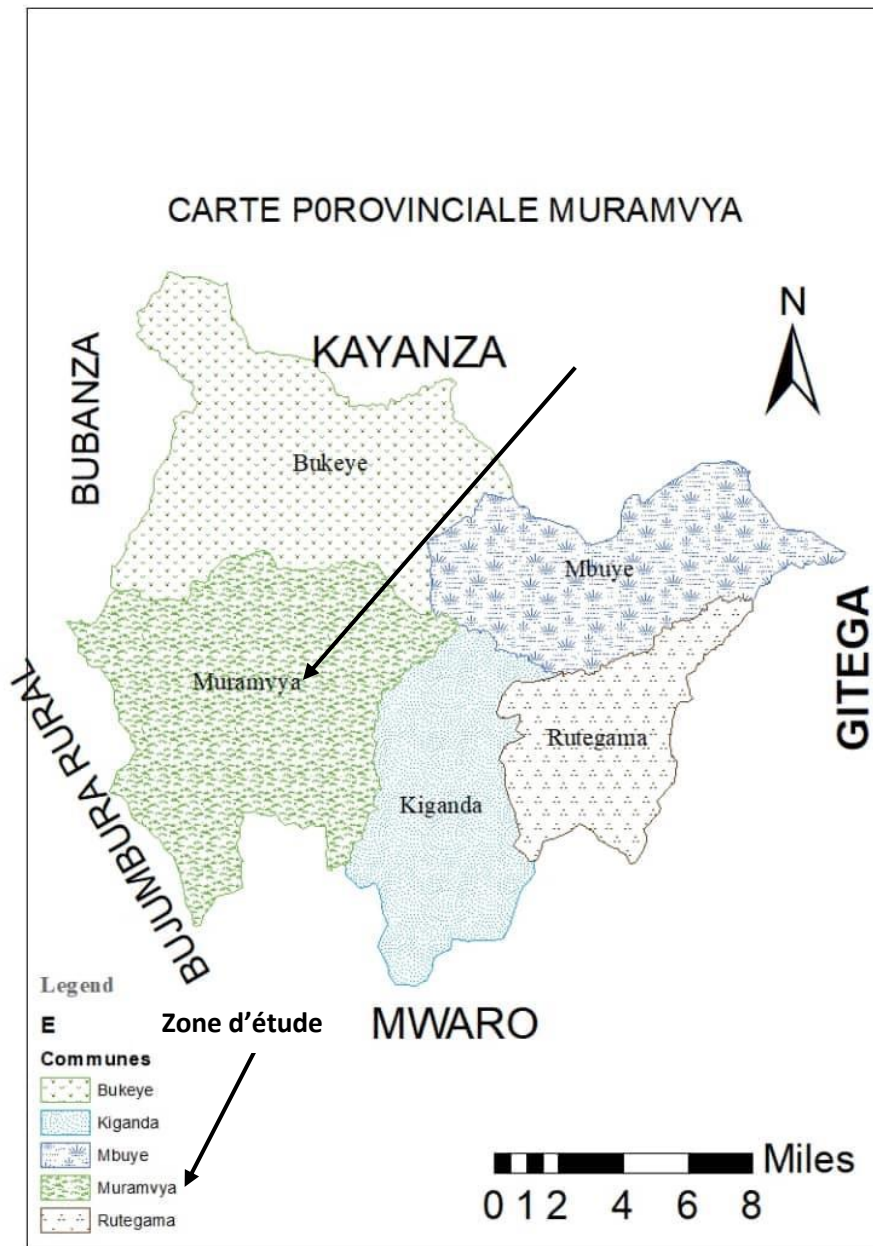


Figure 1 : Carte de Muramvya de la Province de Muramvya

Source : Soins de l'auteur, 2023

III.3. Collecte des données

III.3.1. Recherche documentaire

La collecte des données secondaires a été réalisée auprès de divers centres de documentation et d'information, tels que le Bureau Provincial de l'Environnement, Agriculture et Élevage de Muramvya (BPEAE), le Ministère de l'Environnement, Agriculture et Élevage (MINEAGRIE), l'Institut Géographique du Burundi (IGEBU), Institut National de la Statistiques du Burundi (INSBU), ainsi que les Facultés des Sciences Économiques et de Gestion (FSEG) et d'Agronomie et de Bio-Ingénierie (FABI). Des rapports communaux ont également été consultés pour enrichir notre compréhension du contexte local.

III.3.2. Collecte des données primaires

III.3.2.1. Procédure et Technique d'échantillonnage

Avant de commencer la collecte des données sur le terrain, nous avons rencontré les autorités administratives locales pour discuter de notre projet de recherche et obtenir l'autorisation nécessaire pour mener notre étude dans la commune Muramvya. Ces échanges ont permis de recueillir des informations pertinentes et de recevoir l'autorisation officielle. Les responsables administratifs nous ont ensuite mis en contact avec les agronomes communaux, qui nous ont aidés à identifier les exploitants agricoles situés dans les zones affectées par les impacts du changement climatique.

L'enquête a couvert trois zones spécifiques : **Muramvya** (Collines de Biganda, Burambana et Murambi), **Bugarama** (Collines de Busimba, Kibogoye et Mpehe) et **Ryarusera** (Collines de Mugomere et Muhweza).

Les exploitants agricoles sélectionnés pour l'enquête étaient ceux ayant des marais inondés pour les adoptants et non adoptants. La technique de « boule de neige » a été utilisée pour cette sélection. Cette méthode consiste à commencer avec une personne répondante, qui recommande ensuite d'autres personnes répondantes, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'échantillon soit représentatif. Cette approche a été choisie en raison de l'absence de base de données sur les acteurs concernés, disponible au niveau des services administratifs ou du BPEAE Muramvya.

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

Les répondants devaient être âgés d'au moins 35 ans au moment de l'enquête, afin de garantir une expérience suffisante dans l'application de stratégies d'adaptation aux changements climatiques et aux événements climatiques récents. En outre, nous avons sélectionné des exploitants ayant adopté des technologies d'adaptation au changement climatique ou des pratiques spécifiques pour faire face aux défis climatiques.

Au total, nous avons enquêté 100 agriculteurs répartis comme suit : **Zone Muramvya** : 49 exploitants (26 de la colline Biganda, 6 de la colline Burambana, 4 de la colline Muramvya et 11 de la colline Murambi), **Zone Bugarama** : 39 exploitants (16 de la colline Busimba, 11 de la colline Kibogoye et 12 de la colline Mpehe) et enfin **Zone Ryarusera** : 12 exploitants (5 de la colline Mugomere et 7 de la colline Muhweza).

III.3.2.2. Détermination de la taille de l'échantillon

Pour déterminer la taille de l'échantillon, plusieurs techniques peuvent être utilisées, et le choix de la méthode dépend de la compatibilité avec l'étude en question. Dans notre cas, nous avons opté pour la méthode d'échantillonnage proposée par **Yamane (1967)**, qui est définie par la formule suivante :

$$n = \frac{N}{1+(N*e^2)}$$

Où : n= la taille de l'échantillon

N = la taille de la population ;

e = le niveau de précision, soit 10%.

En utilisant les données les plus récentes, la population totale de la commune Muramvya est estimée à 126 872 individus en 2022 (avec une proportion de 57,3 % d'adultes, hommes et femmes, selon les estimations basées sur les données de l'ECP, 2021).

En appliquant la formule, nous obtenons :

$$n = \frac{126872}{1+(126872 \times 0,01)} = 99,9 \cong 100 \text{ agriculteurs.}$$

Ainsi, la taille de l'échantillon nécessaire est d'environ 100 agriculteurs. Il est important de noter que notre étude s'est concentrée sur trois des quatre zones de la commune Muramvya : Bugarama, Muramvya, et Ryarusera. Cette taille d'échantillon s'est révélée adéquate et représentative, car elle permet d'obtenir des données homogènes et pertinentes pour notre analyse.

III.3.2.3. Outils et Collecte des données primaires

Les données primaires ont été recueillies entre le 20 avril et le 28 mai 2023 auprès agriculteurs de la commune Muramvya, spécifiquement dans les zones les plus affectées par le changement climatique. Pour cette collecte, nous avons utilisé une approche d'enquête avec un questionnaire de recherche. Ce questionnaire, conçu pour établir des liens entre les différentes questions, comprend à la fois des questions fermées et ouvertes. La collecte des données a été facilitée par l'utilisation du logiciel **KoboCollect**.

En complément du questionnaire, nous avons utilisé d'autres techniques telles que l'observation directe. Les données ont été collectées auprès d'un échantillon de 100 agriculteurs, sélectionnés dans les zones les plus touchées par les impacts du changement climatique.

III.3.2.4. Outils d'Analyse et de Traitement des Données

Pour l'analyse et le traitement des données recueillies sur le terrain, nous avons utilisé les logiciels Microsoft Excel 2013 et Stata 17. L'analyse des données se divisera en deux principales approches : l'analyse descriptive et l'analyse économétrique. L'analyse descriptive servira à caractériser les aspects socio-économiques des exploitants agricoles de la province de Muramvya. Elle permettra de dresser un portrait détaillé des conditions et des caractéristiques des exploitants. L'analyse économétrique, quant à elle, sera réalisée à l'aide de régressions logistique. Cette méthode permettra d'évaluer la relation entre la production agricole et les facteurs associés aux agriculteurs en réponse aux impacts d'adoption de technologies d'adaptation du changement climatique. Les contraintes identifiées seront également examinées à l'aide de tests statistiques appropriés pour assurer une interprétation rigoureuse des données. Enfin, le document final de notre recherche sera rédigé et présenté en format Word.

III.4. Test appropriés de validité du modèle

III.4.1 Test de multi colinéarité

Dans notre étude, il est primordial de vérifier la présence éventuelle de multicolinéarité entre les variables indépendantes afin de garantir la précision des estimations des coefficients de régression et d'obtenir des résultats robustes. Pour ce faire, nous analyserons d'abord la matrice de corrélation de Pearson, qui nous permettra d'identifier les corrélations faibles et fortes entre les variables. En complément, nous utiliserons le test de Variance Inflation Factor (VIF) ainsi que son inverse pour détecter la présence ou l'absence de multicolinéarité. Cette démarche nous assurera que nos estimations sont fiables et que les relations entre les variables sont correctement évaluées.

III.4.2. Tests de Hosmer-Lemeshow

Le test de Hosmer-Lemeshow (2000) permet d'évaluer la qualité d'un modèle statistique en fournissant un indicateur permettant d'accepter ou de rejeter ce modèle. Ce test est basé sur une statistique calculée à partir d'un échantillon utilisé exclusivement pour la validation du modèle.

Les hypothèses du test sont les suivantes :

- Hypothèse nulle (H_0) : Le modèle s'ajuste bien aux données.
- Hypothèse alternative (H_1) : Le modèle ne s'ajuste pas bien aux données.

La décision d'accepter ou de rejeter ces hypothèses dépend de la valeur p associée au test. L'hypothèse nulle (H_0) est acceptée lorsque la valeur p est supérieure au seuil de 5 %, tandis qu'elle est rejetée si la valeur p est inférieure à ce seuil. À l'inverse, l'hypothèse alternative (H_1) est acceptée si la valeur p est inférieure à 5 % et rejetée si elle est supérieure à ce seuil.

III.4.3. Test de bonnes prédictions avec la Surface ROC

L'aire sous la courbe ROC, ou AUC (Area Under the Curve), est une mesure clé de la performance d'un modèle de prédiction (Neji et Jigorel, 2015). Un modèle parfait a une valeur d'AUC de 1. Plus la courbe ROC est proche du coin supérieur gauche du graphique, plus le modèle est précis, et plus la valeur de l'AUC se rapproche de 1. L'AUC est particulièrement utile pour évaluer la performance d'un classificateur binaire, comme notre modèle logit.

La courbe ROC est tracé en fonction de la sensibilité (le pourcentage des adoptants correctement classés comme tels) sur l'axe des ordonnées, et de (1 - spécificité) sur l'axe des abscisses. Ces paramètres permettent de mesurer dans quelle mesure le modèle distingue efficacement entre les cas adaptés et non adaptés.

Cette courbe complète le test de Hosmer-Lemeshow en fournissant une évaluation supplémentaire de l'ajustement du modèle aux données. Selon Delacour et al. (2005), l'AUC aide à évaluer la pertinence d'un test ou d'un modèle. Les catégories d'interprétation de l'AUC sont les suivantes:

- Tests d'apport nul : $AUC = 0,5$
- Peu informatifs : $0,5 \leq AUC < 0,7$
- Moyennement informatifs : $0,7 \leq AUC < 0,9$
- Très informatifs : $0,9 \leq AUC < 1$
- Parfaits : $AUC = 1$

III.5. Variables de l'étude

Les variables de notre étude sont classées en deux catégories : les variables dépendantes et les variables indépendantes. Chacune de ces variables est définie en fonction de la logique de l'étude.

III.5.1. Variables dépendantes

Dans notre étude, nous avons estimé un modèle avec deux variables dépendantes :

- Adoption de nouvelle technologie : Cette variable indique si les agriculteurs ont adopté ou non une technologie d'adaptation au changement climatique (1 si l'agriculteur a adopté la technologie et 0 sinon).
- Production agricole (PA) : Une variable continue qui a été mesurée en kilogrammes (kg) par rapport à la superficie emblavée de pomme de terre et maïs hybride. C'est la quantité annuelle totale récoltée de ces cultures.

Les agriculteurs ont été demandés la production de pomme de terre et maïs hybride obtenue pour ceux qui ont adopté et ceux qui n'ont pas adapté dans le but de comparer leur production toute en se référant aux caractéristiques observable dans la zone d'étude.

III.5.2. Variables indépendantes

Les variables indépendantes sont essentielles pour l'analyse du modèle de régression logistique. Elles sont regroupées en trois catégories : variables socio-économiques, variables sociodémographiques, et variables institutionnelles. Les variables considérées sont les suivantes : sexe (**SEXE**), Age(**AGE**), Situation matrimoniale (**SM**), niveau d'éducation des agriculteurs (**NEA**), accès à l'eau d'irrigation (**AEI**), accès au crédit agricole (**ACA**), Superficie emblavée (**TE**), appartenance à une organisation paysanne (**OP**), accès aux services de vulgarisation (**ASV**), et proximité des marchés (**PM**).

III.5.2.1. Variables socio-économiques

- **Superficie emblavée** : La taille de l'exploitation est censée influencer l'adoption des technologies de production. La taille de l'exploitation fait référence à la superficie totale des terres(en hectare) 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. La taille de l'exploitation a été mesurée en ares (ha).
- **Proximité des marchés (PM)** : La proximité des marchés peut encourager les agriculteurs à adopter des technologies d'adaptation au changement climatique. Elle facilite l'accès aux intrants agricoles et améliore les revenus. Cette variable est mesurée par la valeur 1 si l'agriculteur est proche d'un marché, et 0 sinon.

III.5.2.2. Variables sociodémographiques

- **Âge** : L'âge est censé influencer l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique. Des recherches antérieures, telles que celles d'Adesina et Zinnah (1993), ont montré une corrélation négative entre l'âge et l'adoption. Selon Tiamiyu et al. (2009), les jeunes agriculteurs sont généralement plus enclins à adopter de nouvelles technologies, tandis

=====

que les agriculteurs plus âgés peuvent être moins susceptibles d'adopter des technologies nécessitant un effort physique supplémentaire.

- **Sexe** : Le sexe a également été mesuré comme suit : (homme =1 ; femme =0). Cette variable est censée avoir un effet positif ou négatifs sur l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production agricole.
- **Niveau d'éducation** : Le niveau d'éducation des agriculteurs est supposé affecter leur adoption de technologies. Un niveau d'éducation plus élevé permet une meilleure compréhension et utilisation des informations nécessaires pour prendre des décisions éclairées.
- **Situation matrimoniale** : La situation matrimoniale est mesurée comme suit : marié = 1, sinon = 0. L'état matrimonial peut influencer la capacité des agriculteurs à bénéficier du soutien familial, ce qui peut favoriser l'adoption de technologies améliorées. On s'attend à ce que les agriculteurs mariés aient plus de ressources pour adopter de nouvelles technologies.

III.5.2.3. Variables institutionnelles

- **Accès à l'eau d'irrigation (AEI)** : L'accès à l'eau d'irrigation est crucial pour optimiser la production agricole, notamment dans les zones de marais ou de bas-fonds. Des études antérieures (Odomenem et Obinne, 2010 ; Saka *et al.*, 2005) ont montré une relation positive entre l'accès à l'irrigation et l'adoption de technologies d'adaptation au changement climatique. Cette variable est mesurée par la valeur 1 si l'agriculteur a accès à l'eau d'irrigation, et 0 sinon.
- **Appartenance à une Organisation Paysanne (OP)** : L'adhésion à des associations agricoles par exemple peut influencer positivement l'adoption de variétés améliorées. Les agriculteurs membres d'une association ont un meilleur accès aux informations et aux bénéfices des nouvelles technologies d'adaptation au changement climatique. Cette variable est mesurée par la valeur 1 si l'agriculteur est membre d'une association, et 0 sinon.
- **Accès aux services de vulgarisation (ASV)** : L'accès aux services de vulgarisation est supposé améliorer l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique. Selon Saka *et al.* (2005), les services de vulgarisation ont un effet positif sur l'adaptation aux

=====

changements climatiques. Cette variable est mesurée par la valeur 1 si l'agriculteur a accès à ces services, et 0 sinon.

- **Accès au crédit agricole (ACA) :** L'accès au crédit agricole est important pour financer les intrants nécessaires à une production agricole maximale. Les crédits peuvent faciliter l'adoption de technologies d'adaptation au changement climatique et améliorer le rendement des cultures. Cette variable est mesurée par la valeur 1 si l'agriculteur a accès au crédit agricole, et 0 sinon.

III.6. Modélisation de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique

Dans notre recherche, nous utilisons un modèle de régression logistique binaire pour analyser l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique par les agriculteurs face au changement climatique. La probabilité d'adoption est modélisée comme suit :

$$P_{ij} = \Pr(Y_i = 1) = \frac{\partial^{x\beta}}{1 + \sum_{j=1}^j \partial^{x\beta}} \dots\dots\dots (1)$$

Où P_{ij} est la probabilité qu'un agriculteur i avec les caractéristiques X_i , adopte la technologie d'adaptation au changement climatique j . Et β est un vecteur de paramètres.

L'équation de la probabilité d'adoption est donnée par :

$$1 - P_X = \frac{1}{1 + e^{Zi}} \dots\dots\dots (2)$$

En introduisant le « Odds Ratio » (rapport de cotes), nous obtenons :

$$\frac{p(x)}{1 - p(x)} = \frac{\frac{1}{1 + e^{-Zi}}}{\frac{1}{1 + e^{Zi}}} = e^x \dots\dots\dots (3)$$

La relation $P(x) / (1 - P(x))$ est simplement « Odds Ratio » (OR) C'est la ration de la probabilité qu'un ménage adopte stratégies d'adaptation sur la probabilité qu'il ne participe pas. Finalement en prenant le logarithme de l'équation précédente (4) nous obtenons :

où $P(x) / (1 - P(x))$ est le rapport de cotes (Odds Ratio), qui représente le ratio de la probabilité qu'un ménage adopte une stratégie d'adaptation par rapport à la probabilité qu'il ne l'adopte pas.

En prenant le logarithme de cette équation, nous obtenons :

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

$$Li = \frac{\ln[p(x)]}{1-P(x)} = Zi \dots \dots \dots (4)$$

Où Li est le logarithme du rapport de côtes, qui est non linéaire en Xi mais linéaire pour les paramètres. La modification d'une variable indépendante influe sur la probabilité que l'individu adopte une stratégie, permettant ainsi de prédire cette probabilité.

L'approche PSM tente de capturer les impacts des différentes Co variables observées X sur l'adaptation, dans un seul score ou indice de propension. Ensuite, les résultats de ceux qui se sont adaptés et ceux qui ne se sont pas adaptés ayant des scores de propension similaires sont comparés pour obtenir l'effet de l'adoption (Rosenbaum et Rubin, 1983). L'étude utilise la méthode d'appariement des scores de propension pour mesurer l'effet d'adaptation au choc de la sécheresse sur la production de maïs.

La méthode d'appariement par score de propension (*PSM*) est une méthode quasi-expérimentale permettant d'estimer les effets causaux du traitement. Elle apparie les groupes témoins aux groupes de traitement sur la base de caractéristiques observées ou de scores de propension ; plus ce score est proche, meilleure est la correspondance.

En outre, la méthode d'appariement met l'accent sur le problème du soutien commun, évitant ainsi le biais dû à l'extrapolation à la région sans données (Becker et Ichino, 2002 ; Caliendo et Kopeining, 2008).

III.6.1. Estimation du score de propension

Lors de l'estimation du score de propension, deux choix doivent être faits. Le premier concerne le modèle à utiliser pour l'estimation et le second les variables à inclure dans ce modèle. La stratégie d'appariement exige que la ou les variables de résultat soient indépendantes du traitement conditionnellement au score de propension. Par conséquent, la mise en œuvre de l'appariement nécessite de choisir un ensemble de variables X, qui satisfont de manière crédible à cette condition. Heckman *et al.* (1997a) et Dehejia et Wahba (1999) montrent que l'omission de variables importantes peut sérieusement augmenter le biais dans les estimations résultantes. Seules les variables qui influencent simultanément la décision de participation et la variable de résultat devraient être incluses (Sianesi, 2004 ; Smith et Todd, 2005). La technique *PSM* est une procédure en deux étapes.

La première étape de l'appariement par score de propension consiste à prédire le score de propension à l'aide d'un modèle logit/probit. Pour cette étude, le modèle logit a été choisi pour estimer les scores de propension, car ce modèle est un modèle extrêmement flexible et facile à utiliser d'un point de vue mathématique et donne lieu à une interprétation significative (Hosmer et Lemeshew, 2000). La formulation mathématique du modèle logit est la suivante :

$$Li = \ln\left(\frac{pi}{1-pi}\right) = Zi = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \dots + \beta_nX_n + \epsilon_i \dots \dots \dots (5)$$

Où : Li est le logarithme du ratio *odds*, Zi : est une fonction de n variables explicatives, c'est-à-dire $Zi = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \dots + \beta_nX_n$, Pi : la probabilité d'adaptation de Pi, comprise entre 0 et 1.

III.6.2. Définition du chevauchement et du support commun

Selon Caliendo et Kopeinig (2008), la région de soutien commun peut être déterminée en comparant les minima et maxima du score de propension dans les groupes traités et témoins. La région de soutien commun est la région comprise entre les scores de propension minimum et maximum des groupes traités (ceux qui ont adopté des stratégies d'adaptation) et des groupes de comparaison (ceux qui ne les ont adoptées), respectivement, et elle sera délimitée en coupant les observations dont les scores de propension sont inférieurs au minimum du groupe traité et supérieurs au maximum des groupes de comparaison.

III.6.3 Tester l'équilibre des scores de propension et des Co variables

A ce stade, on vérifie si la procédure d'appariement est capable d'équilibrer la distribution des variables pertinentes dans les groupes de contrôle et de traitement. Cette approche consiste à comparer la situation avant et après l'appariement et à vérifier s'il subsiste des différences après conditionnement sur le score de propension. S'il existe des différences, l'appariement sur le score n'a pas été complètement réussi et des mesures correctives doivent être prises, par exemple en incluant des termes d'interaction dans l'estimation du score de propension. Rosenbaum et Rubin (1983) affirment que :

$$X \perp\!\!\!\perp D | P(D = 1|X) \dots \dots \dots (6)$$

=====
 Cela signifie qu'après le conditionnement sur $P (D=1|X)$, un conditionnement supplémentaire sur X ne devrait pas fournir de nouvelles informations sur la décision de traitement. Par conséquent, si après le conditionnement du score de propension, il existe toujours une dépendance à X , cela suggère soit une mauvaise spécification du modèle utilisé pour estimer $P (D = 1X)$ (Smith et Todd, 2005), soit un manque fondamental de comparabilité entre les deux groupes (Blundell *et al.* 2005).

✓ **Biais normalisé**

Un indicateur approprié pour évaluer la distance entre les distributions marginales des variables X est le biais normalisé ou *Standardized Bias* (SB) suggéré par Rosenbaum et Rubin (1985). Pour chaque Co variable X , il est défini comme la différence des moyennes d'échantillon dans les sous-échantillons traités et de contrôle appariés, en pourcentage de la racine carrée de la moyenne des variances d'échantillon dans les deux groupes.

Le SB avant appariement est donné par :

$$SB_{before} = 100 \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_0}{\sqrt{0.5V_1(X) + V_0(X)}} \dots \dots \dots (7)$$

Le SB après l'appariement est donné par :

$$SB_{after} = 100 \frac{\bar{X}_{1M} - \bar{X}_{0M}}{\sqrt{0.5V_{1M}(X) + V_{0M}(X)}} \dots \dots \dots (8)$$

Où : $X_1(V_1)$ est la moyenne (variance) dans le groupe de traitement avant appariement et $X_0(V_0)$ l'analogue pour le groupe de contrôle. X_{1M} (V_{1M}) et X_{0M} (V_{0M}) sont les valeurs correspondantes pour les échantillons appariés. Rosebaum et Rubin (1985) ont suggéré que le biais normalisé inférieur à 20% après l'appariement indique que les Co variables sont équilibrées ; il n'existe donc plus de différence de moyenne entre ceux qui se sont adaptés et ceux qui ne sont pas adaptés.

✓ **Test t**

Une approche similaire utilise un *test t* à deux échantillons pour vérifier s'il existe des différences significatives dans les moyennes des Co variables pour les deux groupes (Rosenbaum et Rubin, 1985). Avant l'appariement, des différences sont attendues, mais après l'appariement, les Co variables devraient être équilibrées dans les deux groupes et donc aucune différence significative ne devrait être trouvée. Le *test t* peut être préféré si l'évaluateur est préoccupé par la signification statistique des résultats.

✓ **Signification conjointe et Pseudo-R²**

Sianes (2004) a suggéré de comparer les participants et les non-participants appariés, en utilisant le pseudo-R² avant et après l'appariement. Le pseudo-R² indique dans quelle mesure les régresseurs *X* expliquent la probabilité de participation. Après l'appariement, il ne devrait pas y avoir de différences systématiques dans la distribution des Co variables entre les deux groupes et, par conséquent, le pseudo-R² devrait être assez faible. De plus, un test du rapport de vraisemblance sur la signification conjointe de tous les régresseurs dans le modèle probit ou logit ne devrait pas être rejeté avant et devrait être rejeté après l'appariement.

III.6.4 L'effet moyen du traitement

L'effet moyen du traitement sur les traités (*ATT*) est donné par la différence entre les résultats moyens production de maïs hybride et pomme de terre pour ceux qui se sont adaptés et de ceux qui ne se sont pas adaptés appariés qui bénéficient d'un soutien commun conditionnel au score de propension. L'effet moyen de l'adopter les technologies d'adaptation au changement climatiques.

$$Ti = E(Y_1 | Di = 1) - E(Y_0 | Di = 0) \dots \dots \dots (9)$$

Où : T_i , est un effet de traitement, Y est le résultat (production de maïs hybride et pomme de terre) et D_i est une variable muette indiquant si le ménage i , a reçu le traitement ou non. Cependant, il faut noter que $Y (D_i = 1)$ et $Y (D_i = 0)$ ne peuvent pas être observés pour le même ménage au même moment. De ce fait, l'estimation de l'effet de traitement individuel n'est pas possible et il faut se tourner vers l'estimation de l'effet de traitement moyen de la population plutôt que de l'effet individuel.

Par conséquent, en suivant Takahashi et Barrett (2013), l'effet moyen du traitement sur les personnes traitées (*ATT*) peut être défini comme suit :

$$ATT = E\{Y_1 - Y_0 \mid D = 1\} = E(Y_1 \mid D = 1) - E(Y_0 \mid D = 1) \dots \dots \dots (10)$$

Où : Y_1 = le résultat dans la condition traitée, Y_0 = le résultat dans la condition de contrôle ; et D = Variable muette dénotant l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatiques,

Nous pouvons observer la variable de résultat de ceux qui se sont adaptés $E(Y_1 \mid D = 1)$, mais nous ne pouvons pas observer le résultat de ceux qui se sont adaptés s'ils ne s'étaient pas adapté $E(Y_0 \mid D = 1)$, et l'estimation de l'*ATT* à l'aide de l'équation (11) peut donc conduire à des estimations biaisées (Takahashi et Barrett, 2013). L'appariement par score de propension repose sur une hypothèse d'indépendance conditionnelle où, en fonction de la probabilité d'adaptation, compte tenu des Co variables observables, un résultat d'intérêt en l'absence de traitement Y_1 et le statut d'adaptation D sont statistiquement indépendants (Takahashi et Barrett, 2013). Rosenbaum et Rubin (1983) définissent le score de propension ou la probabilité de recevoir un traitement comme suit :

$$p(X) = pr(D = 1) \mid X \dots \dots \dots (11)$$

Une autre hypothèse importante de la méthode d'appariement du score de propension est la condition de soutien commun, qui exige un chevauchement substantiel des Co variables entre les individus qui se sont adaptés et ceux qui ne se sont adaptés, de sorte que les ménages comparés aient une probabilité commune de s'adapter et de ne pas s'adapter de sorte que $0 < p(X) < 1$ (Takahashi et Barrett, 2013). Si les deux hypothèses sont respectées, alors l'estimateur *PSM* pour *ATT* peut être spécifié comme la différence moyenne des résultats des individus qui s'adaptent et appariés avec ceux qui ne se sont pas adaptés qui sont équilibrés sur les scores de propension et tombent dans la région de soutien commun, exprimée comme :

$$E(Y_1 \mid Di = 1) - E(Y_0 \mid Di = 0) = T_{ATT} + E(Y_0 \mid Di = 1) - E(Y_0 \mid Di = 0) \dots (12)$$

La différence entre le côté gauche de l'équation et T_{ATT} est ce qu'on appelle le "biais de sélection".

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

Le véritable paramètre ATT n'est identifié que s'il n'y a pas de biais de sélection :
 $E(Y0 | D = 1) - E(Y0 | D = 0) = 0$, ainsi :

$$ATT = E(E(Y1 | D = 1, p(X)) - E(Y0 | D = 0, p(X))) \dots \dots \dots (13)$$

Bien que le MSP tente de comparer la différence entre les variables de résultat de ceux qui se sont adaptés et ceux qui ne se sont pas adaptés ayant des caractéristiques similaires, elles peuvent ne pas être exactement les mêmes. C'est pourquoi nous allons estimer le MSP par les trois méthodes, dont la méthode de l'appariement avec les voisins les plus proches NNM (*Nearest Neighbor Matching*) dans le processus d'estimation, la méthode d'Appariement par *Caliper* et la méthode d'appariement basée sur le noyau (KM) afin de comparer les résultats

III.7. Spécification du modèle

Pratiquement, la méthode de régression logistique est similaire à celle de la régression linéaire, mais elle est adaptée pour traiter des variables dépendantes qualitatives. La régression linéaire permet de caractériser les relations entre une variable dépendante quantitative (Y) et plusieurs variables explicatives (X_1, X_2, \dots, X_n). En revanche, la régression logistique binaire est utilisée pour déterminer les facteurs déterminants l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique.

Le modèle spécifique se présente comme suit :

$$ADOPT_i = \beta_0 + \beta_1 AGE_i + \beta_2 SEXE_i + \beta_3 SM_i + \beta_4 EAI_i + \beta_5 ACA_i + \beta_6 TE_i + \beta_7 NEA_i \\ + \beta_8 OP_i + \beta_9 ASC_i + \beta_{10} PM_i + \varepsilon_i$$

Avec $ADOPT_i$ = est une variable dépendante dichotomique qui prend la valeur 1 si l'exploitant agricole adopte des technologies d'adaptation au changement climatique, et la valeur 0 s'il ne les adopte pas.

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

Tableau 2 : Définition des variables de l'étude et signe attendus

Groupe de Variables	Variables	Annotation et codification		Signe attendus
Variables dépendantes				
Utilisation	Adoption des technologies d'adaptation au changement climatique	$ADOPT_i$	1 si l'exploitant agricole a utilisé nouveau adoption de technologie d'adaptation au changement climatique, 0 sinon	N /A
	Rendement agricole	Y_i	Le rendement reçoit selon la surface cultivable	N/A
Variables indépendantes				
Caractéristiques socio démographique	Age	AGE_i	Homme=1, Femme =0	Positive (+)
	Niveau d'étude	NEA_i	Niveau d'instruction (0= Non scolarisé, 1= niveau primaire, 2=niveau secondaire, 3=niveau supérieure, 4= niveau universitaire)	Positive(+)
	Situation matrimoniale	Sma	1=mariée ; 2= Célibataire 3= Divorcée ou séparée	
Caractéristique socio-économique	Superficie emblavée = Taille de l'exploitant	TE_i	Superficie cultivable (en ha)	Positive(+) (-)
	Proximité de marché	PM_i	Oui=1, Non=0	Positive(+)
Caractéristique institutionnelles	Accès à l'eau d'irrigation	AEI_i	Variable binaire ; 1si l'agriculture a fait l'irrigation et 0 non	Positive(+)
	Accès aux crédits agricole	ACA_i	Variable binaire ; 1 si l'agriculteur à l'accès au crédit, 0 non	Positive(+)
	Appartenance dans une organisation paysanne	OPI	Variable binaire : 1si l'agriculteur appartient à une association et 0 non	Positive(+)

Source : Auteur, mai 2023

III.8. Adoption de nouvelles technologies d'adaptation au changement climatique sur la production de pomme de terre et maïs hybride

L'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique agriculture est souvent perçue comme un levier crucial pour améliorer la production et la productivité des exploitations agricoles. Les technologies d'adaptation au changement climatique, telles que les semences améliorées, les systèmes d'irrigation avancés, et les pratiques de gestion agricole optimisées, sont censées influencer positivement les rendements agricoles en offrant des solutions plus efficaces et plus résilientes face aux défis climatiques et aux pressions environnementales.

Pour évaluer l'impact de l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques sur la production de pomme de terre et maïs hybride, il est essentiel de choisir une méthode d'analyse appropriée qui permettra de saisir les effets réels de ces technologies. Diverses méthodes sont disponibles pour mesurer l'impact, chacune ayant ses propres avantages et limites. Parmi les approches couramment utilisées figurent les méthodes d'évaluation par le biais de données de panel, les techniques de contrôle de groupe avec des méthodes d'appariement (comme le Propensity Score Matching), et les modèles de régression avec variables instrumentales.

Dans cette étude, nous avons choisi une approche fondée sur la comparaison des moyennes de production de pomme de terre et maïs hybrides entre les agriculteurs ayant adopté des technologies d'adaptation et ceux ne les ayant pas adoptées, à l'instar de chercheurs comme Nguyen et Huynh (2016), ainsi que Zhou et Lee (2018). Bien que relativement simple, cette méthode permet d'obtenir une analyse claire des différences de rendement attribuables à l'adoption des technologies. En comparant les moyennes de rendement entre les deux groupes, nous pouvons identifier des variations significatives, mettant en évidence l'impact des technologies d'adaptation aux changements climatiques sur la production agricole. Cette approche facilite une interprétation directe des résultats.

Pour tester si la différence entre la production de pomme de terre et maïs hybride des deux groupes est statistiquement significative, nous formulons les hypothèses suivantes :

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

Hypothèse nulle (H_0) : Il n'existe pas de différence significative entre la production de pomme de terre et maïs hybride moyenne des exploitants ayant adopté les technologies d'adaptation aux changements climatiques et celle des agriculteurs n'ayant pas adopté ces technologies.

$H_0 : \mu_0 = \mu_1$ (où μ_1 est la moyenne de production des agriculteurs adoptants et μ_0 est la moyenne de production des non-adoptants)

Hypothèse alternative (H_1) : Il existe une différence significative entre la production agricole moyenne des agriculteurs ayant adopté les technologies d'adaptation aux changements climatiques et celle des exploitants non-adoptants.

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_0$ (Où μ_1 et μ_0 représentent respectivement les moyennes de production des adoptants et des non-adoptants).

Les tests statistiques appropriés, tels qu'un test t à deux échantillons avec variances égales, seront utilisés pour vérifier si les différences observées entre les deux groupes sont statistiquement significatives. Cela permettra de tester l'hypothèse nulle et de déterminer si l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques entraîne un effet mesurable sur la production agricole des exploitations. Si la valeur p du test est inférieure au seuil de signification (généralement 0,05), l'hypothèse nulle ne sera rejetée, et il sera conclu qu'il existe une différence significative entre les deux groupes, confirmant ainsi l'impact de l'adoption des technologies sur la production.

Tableau 3 : Evolution de production avant adoption et après adoption de culture (pomme de terre et maïs hybride)

Cultures /Année	Avant adoption (toute saison cultural)		Après adoption (toute saison cultural)	
	Pomme de terre	Maïs hybride	Pomme de terre	Maïs hybride
2018	128,5	110	238,54	1320
2019	150,8	134	305,84	1240
2020	208,5	140	605,70	1310
2021	507	165,5	1040	1450
2022	628	187	1265	1480

Source : Rapport agronome communal, 2022

Ce tableau montre une augmentation de production pour les cultures de pomme de terre et de maïs hybride après adoption aux ménages de la commune Muramvya.

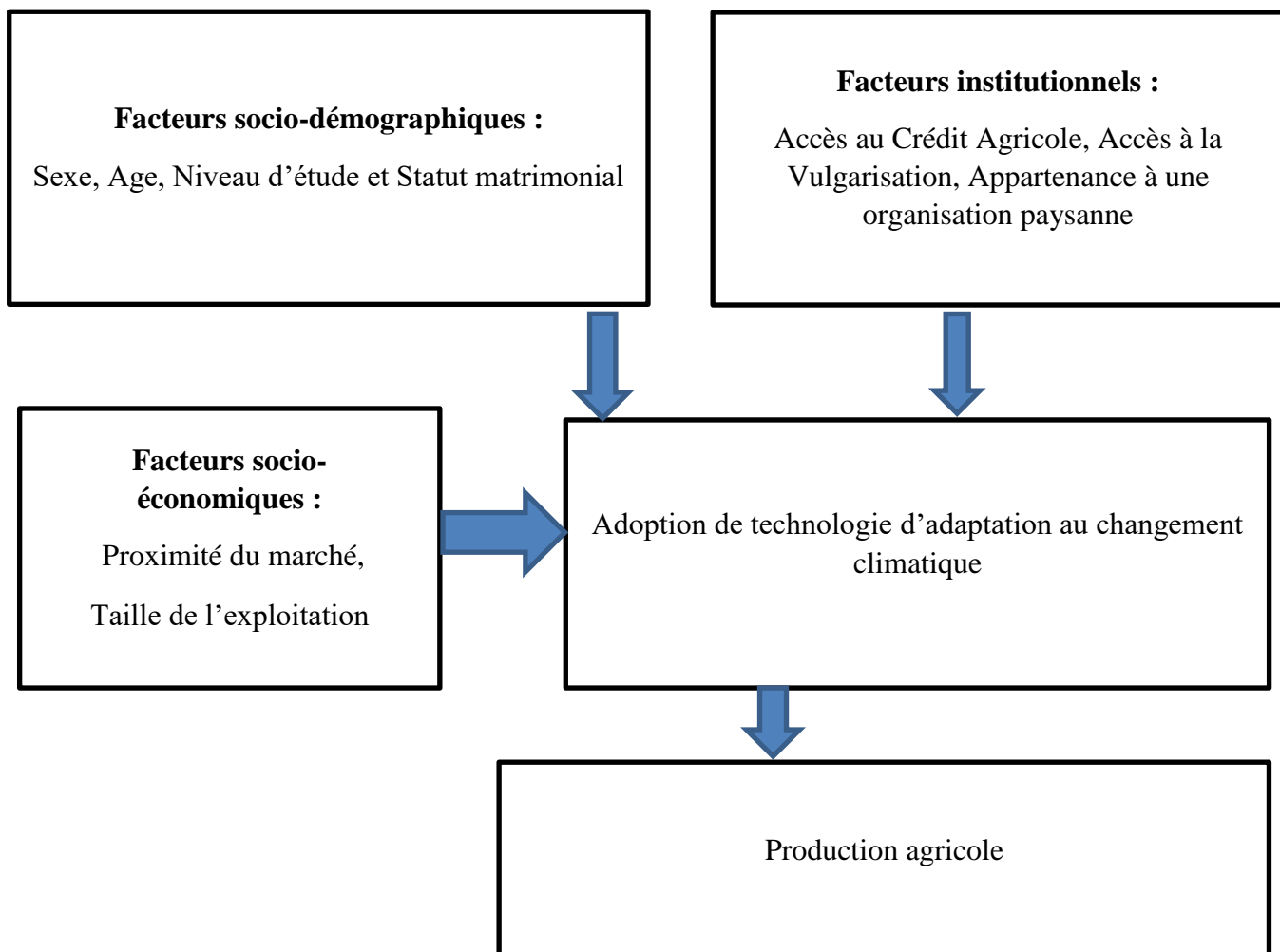
Avant adoption, la production de pomme de terre et de maïs hybride était faible qu'après l'adoption en commune Muramvya. En 2018, la production de pomme de terre est de 238,54T par an et 1320T de maïs hybride par an, en 2019 la production de pomme de terre est de 305,84T par an et 1240T par an de maïs hybride, en 2020 la production de pomme de terre est de 605,70T par an et 1310T par an de maïs hybride, en 2021 la production de pomme de terre est de 1040T par an et 1450T par an de maïs hybride, en 2022 la production de pomme de terre est de 1265T par an et 1480T par an de maïs hybride

D'une façon ou d'une autre, les paramètres climatiques dans ce tableau montrent que la pluviométrie, glissement de terrain et les inondations ont une influence sur les rendements de pomme de terre, et maïs hybride. Cette baisse de production était cause par le changement climatique comme la pluie torrentielle qui provient au mois de février jusqu'au mois de Mai (BPEAE Muramvya 2021).

III.9. Cadre conceptuel de l'étude

Dans notre étude, le cadre conceptuel de l'adoption des nouvelles technologies et ses facteurs associés est montré ci-dessous. On sait que l'adoption est influencée par les facteurs socio-économique (proximité du marché, taille de l'exploitant) et socio démographique (niveau d'étude, Situation matrimonial) et institutionnelles (accès à l'eau d'irrigation, accès aux crédits agricole, appartenance dans une organisation paysanne). Tous ces facteurs peuvent avoir un impact positif ou négatif sur l'adoption de nouvelles technologies et la production de pomme de terre et maïs hybride.

Figure 2 : Cadre conceptuel de l'étude



Source : Auteur, 2023

Conclusion partielle du troisième chapitre

Dans ce chapitre, nous avons présenté la méthodologie adoptée pour cette étude, qui combine rigueur et pertinence afin d'évaluer l'impact de l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques. La zone d'étude a été soigneusement décrite, et des données quantitatives ont été collectées via des questionnaires et des recherches documentaires. L'analyse des données a été réalisée à l'aide de méthodes descriptives et de régression logistique pour explorer les relations entre les variables. L'évaluation de l'impact a été effectuée par la comparaison des moyennes de production pomme de terre et maïs hybride entre les adoptants et les non-adoptants.

CHAPITRE IV. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

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

IV.1. Présentation des résultats

Cette partie concerne au profil des répondants (caractéristiques de chefs de ménages). Elle présente et interprète les résultats de notre étude pour identifier les déterminants de l'adoption de nouvelles technologies et non adoption dans la zone d'étude, évaluer l'impact de l'adoption de technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et de maïs hybride pour voir un impact positif dans la production de pomme de terre et maïs hybrides .

Tableau 4 : Proportion des ménages enquêtés en fonction de l'adoption ou non adoption

Cette partie met en évidence les caractéristiques socio démographiques, socio-économiques et institutionnelles des ménages de la commune Muramvya.

Le tableau ci-dessous (tableau n°2) montre les fréquences et les proportions des ménages échantillonnés suivant les niveaux d'adoption des nouvelles technologies des adoptants et non adoptants.

	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Non –adoptants	42	42
Adoptants	58	58

Source : Auteur, 2024

Ce tableau révèle que la majorité de notre échantillon (n=58) a adopté des technologies et que (n=42) ne les ont pas adoptées. Et que la proportion (58%) a adopté et (42%) non adoptés.

Tableau 5 : Descriptive des variables qualitatives

Variable	n (%)	Adoptants	Non –adoptants
Nombre d'observations	100	58	42
Sexe			
Feminin	52(52)	21(21)	31(31)
Masculin	48(48)	35(35)	13(13)
Statut matrimonial			
Marie	81(81)	48(48)	33(33)
Veuf(ve)	15(15)	7(7)	8(8)
divorce/separe	4(4)	1(1)	3(3)
Niveau d'etude			
sans niveau	42(42)	15(15)	27(27)
Primaire	36(36)	22(22)	14(14)
secondaire et plus	22(22)	19(19)	3(3)
Acces a l'irrigation			
Non	31(31)	16(16)	15(15)
Oui	69(69)	40(40)	29(29)
Acces au credit			
Non	37(37)	13(13)	24(24)
Oui	63(63)	43(43)	20(20)
Acces au SV			
Non	22(22)	6(6)	16(16)
Oui	78(78)	50(50)	28(28)
Proximarche			
Non	41(41)	18(18)	23(23)
Oui	59(59)	38(38)	21(21)
Membre OP			
Non	47(47)	16(16)	31(31)
Oui	53(53)	40(40)	13(13)

Source : Compilation de l'auteur, 2023

Le tableau ci-dessus montre que les ménages dirigés par des femmes sont majoritaires (52 %) par rapport à ceux dirigés par des hommes (42 %). Pour les femmes (21%) ont adoptés et (31%) ne les ont pas adoptés par contre pour les hommes (35%) ont adoptés les nouvelles technologies et (13%) ne les ont pas adoptés. Cette tendance pourrait suggérer que les femmes chefs de ménage, malgré des contraintes économiques ou sociales, sont engagées dans des stratégies agricoles visant à améliorer la sécurité alimentaire de leurs foyers.

Concernant le statut matrimonial, les couples mariés, qui représentent la majorité (81 %), participent davantage à l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique (48 %) que les veufs/veuves (7 %) ou les séparés/divorcés (1 %) contre (33%) couples mariés, (8%) veufs/veuves et (3%) séparés/divorcés qui ne participent pas l'adoption de nouvelles technologies. Cette tendance pourrait s'expliquer par une plus grande stabilité économique des couples mariés, leur permettant de mieux investir dans des activités agricoles telles que l'adoption de technologies d'adaptation au changement climatique.

Pour le niveau d'instruction, 42 % des chefs de ménage sont analphabètes, et parmi eux, 15 % adoptent les technologies d'adaptation aux changements climatiques. En comparaison, 36 % des ménages ayant un niveau primaire adoptent ces technologies à hauteur de 22 %, tandis que 22 % des ménages ayant un niveau secondaire ou supérieur comptent 19 % d'adoptants. Cela montre que l'éducation joue un rôle déterminant dans la capacité des ménages à comprendre et à adopter des pratiques agricoles innovantes.

La majorité des répondants (69 %) ont accès à l'eau d'irrigation, et parmi eux, 40 % adoptent les technologies d'adaptation aux changements climatiques, contre 29 % pour ceux qui n'ont pas accès à l'irrigation. Le lien entre l'accès à l'eau et l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques suggère que la disponibilité de l'eau permet aux ménages de mieux gérer les risques climatiques et d'optimiser leur production, favorisant ainsi l'adoption de pratiques plus avancées.

De plus, 63 % des répondants ont accès au crédit, et 53 % sont membres d'une organisation paysanne. L'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques est plus élevée parmi ceux ayant accès au crédit (43 %), contre seulement 20 % pour ceux qui n'en bénéficient pas. De même, 40 % des membres d'une organisation paysanne adoptent ces technologies, contre seulement 13 % parmi ceux qui n'y sont pas affiliés. Ces résultats soulignent que le soutien financier et organisationnel joue un rôle crucial dans la promotion de l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques, permettant aux ménages de mieux gérer les risques et d'investir dans des activités plus diversifiées.

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

Enfin, la majorité des ménages enquêtés (78 %) ont accès aux services de vulgarisation agricole, et parmi eux, 50 % adoptent les technologies d'adaptation aux changements climatiques par contre 28% ne les ont pas adoptés. Les services de vulgarisation offrent aux agriculteurs l'accès à l'information et à la formation nécessaires pour intégrer ces innovations dans leurs pratiques agricoles.

De même, 59 % des ménages se trouvent à proximité d'un marché, et parmi eux, 39 % adoptent ces technologies, contre seulement 20 % pour ceux qui vivent plus éloignés des marchés. La proximité des marchés favorise l'adoption en facilitant l'accès aux intrants agricoles et aux débouchés pour la commercialisation des produits, renforçant ainsi la capacité des ménages à investir dans des technologies d'adaptation aux changements climatiques.

Tableau 6 : Descriptive des variables quantitatives

Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
Age	41.5	7.370704	48.84091	10.26383
Superficies de Terre	1.482143	0.5556674	1.193182	0.5306414

Source : Compilation de l'auteur, 2023

Les résultats de ce tableau montrent que l'âge moyen des adoptants est de 42 ans (écart-type = 7,37), tandis que celui des non-adoptants est plus élevé, avec une moyenne de 48 ans (écart-type = 10,26). Cela suggère que les jeunes agriculteurs pourraient être plus ouverts à l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques, probablement en raison de leur plus grande flexibilité à expérimenter de nouvelles méthodes ou de leur meilleure compréhension des innovations agricoles.

En ce qui concerne la superficie moyenne de terre, elle est de 1,48 ha (écart-type = 0,56) pour les adoptants, contre 1,19 ha (écart-type = 0,53) pour les non-adoptants. Cette différence peut indiquer que les ménages avec des exploitations plus grandes sont plus susceptibles d'adopter des technologies d'adaptation aux changements climatiques, possiblement parce qu'ils ont davantage de ressources et de capacités à investir dans l'innovation.

Tableau 7: Régression logistique des déterminants de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique

Robust					
ATAC	Odds Ratio	Std. Err.	P>z	[95% Conf. Interval]	
Age	0.8742857	0.0408571	0.004**	0.7977652	0.958146
2. Sexe	6.998833	5.859674	0.020*	1.356342	36.11454
Statumatri					
Veuf (ve)	0.5417228	0.434392	0.445	0.1125182	2.608142
Divorce/séparé(e)	0.3318809	0.366098	0.317	0.0381963	2.883655
NE					
Primaire	9.468879	8.337704	0.011*	1.685713	53.18798
Secondaire et +	2.951867	2.638784	0.226	0.5118893	17.02227
Taillexploi	1.692523	1.046569	0.395	0.5037269	5.686878
1. Accesirriga	3.517766	2.8136	0.116	0.7335907	16.86864
1. Accescredi	10.54101	7.387394	0.001*	2.668948	41.63175
1. Accesvulga	6.616628	5.122546	0.015**	1.450917	30.17386
1. Proximarche	7.548772	4.957538	0.002*	2.083834	27.34573
1. membreOP	6.13067	5.027442	0.027	1.228802	30.58679
_cons	0.1005315	0.2013806	0.251	0.0019825	5.097938
Number of obs =	100				
Wald chi2(12) =	29.14				
Prob > chi2 =	0.0038				
Pseudo R2	0.5335				
Log pseudolikelihood=	-31.996525				

**significative à 1% (p<0.1) ; *significative à 5% (p<0.5)

Source : Auteur, 2023

Les résultats du tableau ci-dessus révèlent que les facteurs socioéconomiques, institutionnels et socio démographique influencent de manière significative de l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques par les agriculteurs de la commune de Muramvya, notamment l'âge, le sexe du chef de ménage, le niveau d'éducation, l'accès au crédit, aux services de vulgarisation, au marché, et l'appartenance à une organisation paysanne.

En effet, les ménages dirigés par des chefs plus âgés ont 87 % moins de chances d'adopter les technologies d'adaptation aux changements climatiques que ceux dirigés par des chefs plus jeunes (OR = 0,874 ; p = 0,004).

Cela s'explique par le fait que les jeunes exploitants sont souvent plus ouverts à l'innovation et disposent d'une plus grande capacité à adopter aux nouvelles pratiques agricoles.

Les ménages dirigés par des hommes sont 6,99 fois plus susceptibles d'adopter les technologies d'adaptation aux changements climatiques que ceux dirigés par des femmes (OR = 6,999 ; $p = 0,002$). Cette tendance reflétée par les disparités de genre en matière de contrôle des ressources et de prise de décision au sein des ménages ruraux.

Le niveau d'éducation du chef de ménage a un effet significatif sur l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques. À chaque niveau d'instruction supplémentaire atteint par le chef de ménage, les chances d'adoption augmentent de 9,46 fois (OR = 9,469 ; $p = 0,011$). Ce résultat montre l'importance de l'éducation dans la compréhension et l'acceptation des innovations agricoles.

Les ménages ayant accès au crédit sont 10,54 fois plus susceptibles d'adopter les technologies d'adaptation aux changements climatiques (OR = 10,541 ; $p = 0,001$). L'accès au financement facilite l'achat d'intrants modernes et l'investissement dans des techniques plus efficaces, réduisant ainsi les barrières financières à l'adoption.

De plus, les ménages bénéficiant des services de vulgarisation ont 6,61 fois plus de chances d'adopter ces technologies (OR = 6,617 ; $p = 0,015$). Les services de vulgarisation jouent un rôle crucial en sensibilisant les agriculteurs aux avantages des innovations technologiques et en les accompagnants dans leur mise en œuvre.

L'accès au marché influence également de manière significative l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques. Les agriculteurs situés à proximité des marchés ont 7,55 fois plus de chances d'adopter ces technologies (OR = 7,549 ; $p = 0,002$), car l'accès au marché facilite non seulement l'achat d'intrants, mais aussi la vente des produits, rendant les investissements dans les technologies plus rentables.

Enfin, les ménages membres d'organisations paysannes sont 6,13 fois plus susceptibles d'adopter les technologies d'adaptation aux changements climatiques (OR = 6,131 ; $p = 0,027$). L'appartenance à une organisation paysanne permet de bénéficier de l'entraide et de l'accès à des ressources collectives, facilitant ainsi l'adoption de nouvelles pratiques agricoles.

IV.2. Test de validité du modèle

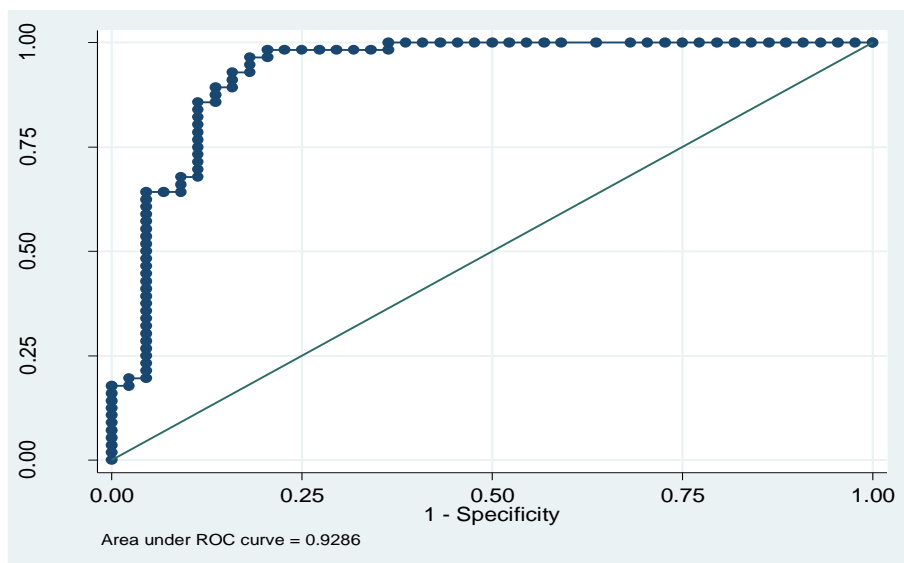
Plusieurs tests sont utilisés dans la littérature pour évaluer l'ajustement d'un modèle logit ou probit. À l'instar de Chang *et al.* (2006), Freguin-Gresh *et al.* (2012), Sokchea *et al.* (2015) cités par Chiapo (2016), ainsi que Ngondjeb *et al.* (2013), l'aire sous la courbe ROC (Receiver Operating Characteristic) ou AUC (Area Under the Curve) et le test de multi colinéarité (VIF) sont couramment utilisés pour apprécier la qualité d'un modèle logit ou probit.

➤ Tests de Hosmer-Lemeshow

Le résultat du test d'ajustement de Hosmer et Lemeshow montre la probabilité ($\text{Prob} > \chi^2 = 0.0000$) qui est inférieur à 5% et cela nous permet d'accepter l'hypothèse alternative selon qui stipule que bon ajustement du modèle.

➤ Courbe ROC (AUC)

L'AUC (figure ci-dessous) indique que le modèle a une probabilité de 92,86% de prédire correctement l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques. Selon Swets (1988), Delacour *et al.* (2005) et Chiapo (2016), une AUC comprise entre 0,9 et 1 indique que le modèle est très informatif.



=====

➤ **Test de multicollinéarité (VIF)**

Variable	VIF	1/VIF
Age	1.17	0.856953
2.Sex(femme)	1.26	0.795277
Situam		
2(Veuf/ve)	1.11	0.898864
3(Divorcé)	1.14	0.873461
Nivétude		
1(Primaire)	1.24	0.806279
2(Secondaire plus)	1.50	0.666248
Tailleexploit	1.24	0.809301
1.Accesirriga	1.34	0.745768
1.Accescredit	1.19	0.843140
1.Accesvulga	1.24	0.803382
1.Proximarche	1.15	0.871387
1.membre OP	1.40	0.713276
Mean VIF	1.20	

➤ **Test de multicollinéarité(VIF)**

L'analyse du VIF (Variance Inflation Factor) et de son inverse pour notre modèle indique l'absence de problème significatif de multi colinéarité. En effet, la valeur moyenne du VIF pour l'ensemble des variables est de 1,20, bien inférieure à 5, et l'inverse du VIF est supérieur à 0,1 pour tous nos coefficients. Ces résultats suggèrent que les variables du modèle ne présentent pas un problème de multi colinéarité.

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

Type de tests	Résultats des tests	Conclusion
Test de multi colinéarité	Moyenne VIF : 1,20	Présence de multi colinéarité
Test de Hosmer et Lemeshow	Test de Hosmer et Lemeshow : Prob > F =0,0000 est inférieur à 5%. Ho doit être rejetée	Bon ajustement du modèle
Test de bonnes prédictions avec surface ROC	Coefficient de bonne prédiction: (0,5 ≤ 0.9286 < 1).	Très informatif et acceptable

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

IV.3. Evaluation de la qualité d'appariement et réduction des biais

La quantité de l'appariement a été évalué selon plusieurs critères, suivant Kassie *et al.*(2011). D'abord, ce tableau présent les résultats des tests de significativité des différences de moyenne des Co variables avant et après appariement et la réduction des biais pour chaque variable introduise le modèle.

IV.3.1. Test de propension et test d'équilibrage des covariances

Le niveau des biais standardisés avant et après l'appariement. Avant appariement, le niveau des biais standardisés des Co variables était compris -78.6% et 87.6% en valeur absolue. Après appariement, le niveau de biais standardisés des Co variables était compris entre 3.6% et -30.9% en valeur absolue ce qui est supérieur 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.

Selon plusieurs auteurs (Rubin 2002 ; Kassie et al, 2011 et Bekele et al 2014) montre l'évolution de la qualité de l'appariement de biais normalisé moyen avant et après appariement et la réduction totales de biais obtenu par la procédure d'appariement.

Tableau 9 : Evaluation de la qualité d'appariement et réduction des biais**➤ Pour Pomme de terre**

Variables	Unmatche d Matched	Mean		% reduce biais		T test		V(T)/V(C))
		Treated	Control	% biais	% biais	t	P>t	
Age	U	41.74	48.857	-78.6		-3.98	0.000***	0.51
	M	41.345	4.4	4.4	94.4	0.34	0.737	2.22
Sexe	U	1.6207	1.3095	65.0		3.20	0.002***	1.09
	M	1.6207	1.6034	3.6	94.5	0.19	0.85	0.98
Nivétude	U	1.069	0.45238	87.6		4.26	0.000***	1.48
	M	1.069	0.98276	12.2	86.0	0.61	0.545	1.02
Situation matrimonial	U	1.1552	1.3095	-29.9		-1.52	0.131	0.46
	M	1.1552	1.1207	6.7	77.7	0.45	0.656	0.95
Acceseirrig	U	0.7069	0.69048	3.5	-425.0	-1.07	0.288	-
	M	0.7069	0.7931	-18.6				-
Acces crédit agricole	U	0.82759	0.54762	62.7		3.16	0.002***	-
	M	0.82759	0.96552	-30.9	50.7	-2.48	0.015**	-
Acces service agricole	U	0.93103	0.66667	69.1		3.57	0.001***	-
	M	0.93103	0.96552	-9.0	87.0	-0.83	0.406	-
Proximite marché	U	.68966	.47619	43.9		2.18	0.032**	-
	M	.68966	.62069	14.2	67.7	0.78	0.439	-
Membre d'une association paysanne	U	.53448	.2619	57.4		2.80	0.006***	-
	M	.53448	.44828	18.1	68.4	0.92	0.357	-

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

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

➤ Pour maïs hybride

Variables	Unmatched Matched	Mean		% reduce biais		T test		V(T)/V(C)
		Treated	Control	% biais	% biais	t	P>t	
-pscore	U	.76914	.29855	188.2		9.57	0.000***	0.48
	M	.76914	.77146	-0.9	99.5	-0.06	0.951	0.99
Age	U	41.741	48.857	-78.6		-3.98	0.0000***	0.51
	M	41.345	4.4	4.4	94.4	0.34	0.737	2.22
Sexe	U	1.6207	1.3095	65.0		3.20	0.002***	1.09
	M	1.6207	1.6034	3.6	94.5	0.19	0.85	0.98
Nivétude	U	1.069	0.45238	87.6		4.26	0.0000***	1.48
	M	1.069	0.98276	12.2	86.0	0.61	0.545	1.02
Situation matrimonial	U	1.1552	1.3095	-29.9		-1.52	0.131	0.46
	M	1.1552	1.1207	6.7	77.7	0.45	0.656	0.95
Acceseirrig	U	0.7069	0.69048	3.5	-425.0	-1.07	0.288	-
	M	0.7069	0.7931	-18.6				-
Acces crédit agricole	U	0.82759	0.54762	62.7		3.16	0.002***	-
	M	0.82759	0.96552	-30.9	50.7	-2.48	0.015**	-
Acces service agricole	U	0.93103	0.66667	69.1		3.57	0.001***	-
	M	0.93103	0.96552	-9.0	87.0	-0.83	0.406	-
Proximite marché	U	.68966	.47619	43.9		2.18	0.032**	-
	M	.68966	.62069	14.2	67.7	0.78	0.439	-
Membre d'une association paysanne	U	.53448	.2619	57.4		2.80	0.006**	-
	M	.53448	.44828	18.1	68.4	0.92	0.357	-

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

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

En regardant la différence standardisé de la Co variable avant appariement correspondance de pomme de terre est comprise entre -78.6% et 87.6% et de maïs hybride comprise entre -3.98% et 4.26% en valeur absolue.

Par le cas d'après l'appariement montré que la différence normalisé restante de Co variables pour toutes les Co variables se situe entre -3.6% et -30.9% pour pomme de terre ; -2.48% et 0.92% pour maïs hybride.

Les résultats trouvés ont montré une différence significative entre les moyennes des variables explicatives après appariement. Cela permet de dire que les agriculteurs pour les adoptants les technologies d'adaptation au changement climatique et les non adoptants sont comparables sur le plan des variables observables.

Tableau 10 : Indicateur de la qualité avant et après appariement

➤ **Pour pomme de terre**

Sample	Ps R2	LR chi2	p>chi2	MeanBias	MedBias	B	R	%Var
Unmatched	0.402	44.74	0.000* **	55.3	62.7	2.6*	173.9*	0,61
Matched	0.078 **	12.58	0.183	13.1	12.2	73.8*	67,3*	2,00*

If B>25 ; R outside (0,5 ;2). ***significative à 1% ;**significative à 5%(p<0.05) ; *significative à 10% (p<0.1)

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

➤ **Pour maïs hybride**

Sample	Ps R2	LR chi2	p>chi2	MeanBias	MedBias	B	R	%Var
Unmatched	0.414	56.28	0.000* **	68.6	63.8	188.2*	0.50*	60
Matched	0.079 **	12.71	0.240	11.9	10.6	67.5*	2.11*	20*

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

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

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

Les résultats indiquent une bonne qualité de l'appariement des agriculteurs de la commune Muramvya enquêtée. En effet le pseudo-R² pour la quantité de pomme de terre est faible après appariement (44.74%) contre (12.58%) avant appariement.

Et aussi, pseudo-R² pour la quantité de maïs hybride est fort après appariement (56.28 %) contre (12.71 %) avant appariement. Le biais moyen est aussi très réduit par rapport à l'échantillon des non appariés. Pour pomme de terre, la moyenne des biais après appariement est devenue 13.1% contre 55.3% avant appariement ; et pour le maïs hybrides après appariement est de 11.9% contre 68.6%. En outre, le test du rapport de vraisemblance indique que l'hypothèse nulle de la signification conjointe de toutes les Co variables pourrait être rejeté avant appariement $p > \chi^2 = 0.000$ (pour pomme de terre et maïs hybride). Inversement, après l'appariement, avec le même test, la signification conjointe de toutes les Co variables n'a pas pu être rejetée $p > \chi^2 = 0.183$ pour pomme de terre et $p > \chi^2 = 0.240$ pour le maïs hybridées. Ces résultats indiquent que la propriété d'équilibrage requise de la distribution des scores de propension est satisfaite.

IV.3.2. Résultat de l'appariement des scores de propension

L'impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production de pomme de terre et de maïs hybride des ménages de la commune Muramvya. Le tableau 11 ci-dessous montre la quantité produite de deux cultures de base des ménages de la zone d'étude. Pour cela nous avons montré la différence moyenne des adoptants des technologies d'adaptation au changement climatique et les non adoptants.

Tableau 11 : Résultat de l'appariement des scores de propension d'adoption des technologies d'adaptation sur la production agricole

A. Pour culture de pomme de terre

Variable	Sample	Treated	Controls	Difference	S.E	T-test
Qté tot produit	Unmatched	266.706897	175.714286	90,9926108	34.21169	2,66
ATT		266.706897	167.568966	99.137931	68.4344911	1.45
ATU		175.714286	560.047619	384.333333		-
ATE				218.92		-

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

 B. Pour Maïs hybride

Variable	Sample	Treated	Controls	Difference	S.E	T-test
Qtétotproduité	Unmatched	354.224138	137.095238	217.1289	12.5272015	17.33
ATT		354.224138	167.568966	99.137931	16.7454949	12.62
ATU		137.095238	409.261905	272.166667		-
ATE				236.84		-

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

En considérant les résultats que nous avons pu trouver, nous remarquons que la production de pomme de terre obtenue par le groupe de traitement(ATT) est supérieure à celle du groupe témoin.

Les ménages du groupe de traitement pour pomme de terre ont eu en moyenne une production de 266.706897 kg et ils auraient la production de 167.568966 kg s'ils ne s'adaptent pas. Le t-test obtenu de 1.45 est inférieur à 1,96 signifie que les résultats sont statistiquement significatifs.

La différence (99.137931Kg) signifie l'effet moyen de traitement. Autrement dit cette différence signifie la production que les ménages ont gagnée sous l'impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique. Elle signifie également la production que les ménages agricoles qu'ils auraient perdue s'ils ne s'adaptent pas.

Par contre si nous regardons les résultats de la ligne ATU à la colonne une, la quantité 175.714286 kg est une production obtenue par les ménages agricoles qui ne se sont pas adaptés. Alors que la quantité de 560.047619 kg est la production que les ménages agricoles obtiendraient s'ils mettaient en place les stratégies d'adaptation. La différence de 384.333333kg signifie la production supplémentaire qu'ils auraient gagnée s'ils s'adaptent.

Les ménages ayant adopté les technologies d'adaptation au changement climatique ont 266.706897 kg et 175.714286 kg pour ceux qui n'ont pas les ont pas adoptés. La différence moyenne entre les ménages adoptés les technologies et les ménages ne les adoptés pas ont 90,9926108 kg avec la statistique t égal à 2.66 qui montre la significativité élevée de production de pomme de terre.

Pour la production de maïs hybride le groupe de traitement(ATT) est aussi supérieure à celle du groupe témoin. Les ménages du groupe de traitement pour pomme de terre ont eu en moyenne une production de 354.224138 kg et ils auraient la production de 142.965517 kg s'ils ne s'adaptent pas. Le t- test obtenu est de 12.62 est supérieur à 1,96 signifie que les résultats sont statistiquement significatifs.

La différence de la production est 217.1289 kg signifie l'effet moyen de traitement. Autrement dit cette différence montre la significative de production que les ménages ont gagnée sous l'impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique. Elle signifie également la production que les ménages agricoles qu'ils auraient perdue s'ils ne s'adaptent pas.

Pour la ligne ATU à la colonne une, la quantité 175.714286 kg est une production obtenue par les ménages agricoles qui ne se sont pas adaptés. Alors que la quantité de 409.261905 kg est la production que les ménages agricoles obtiendraient s'ils mettaient en place les stratégies d'adaptation. La différence est de 272.166667 kg ce qui signifie que la production supplémentaire qu'ils auraient gagnée s'ils s'adaptent.

Les ménages ayant adopté les technologies d'adaptation au changement climatique ont 354.224138kg et 137.095238kg pour ceux qui n'ont pas adoptés. Avec la statistique t égal à 17.33 supérieur à 1.96 correspondant à l'intervalle de confiance de 95%.

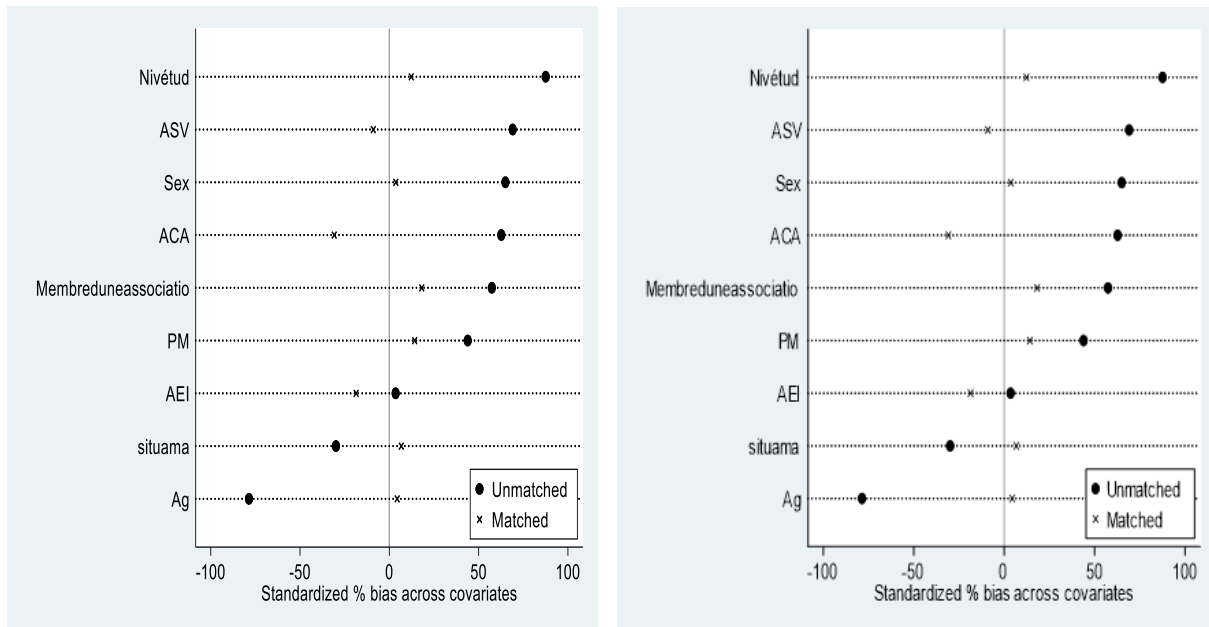
La décision d'adopter pour les agriculteurs de maïs hybride adoptants pourrait entraîner la moyenne de production de 217.1289 kg /an. Les résultats indiquent que la production des ménages qui ont adopté la variété de maïs hybride a relativement augmenté par rapport à ceux qui ne l'ont pas adoptée. Ce qui implique le rôle positif de l'adoption de la variété de maïs hybride sur la production de la commune Muramvya.

Figure 3: Biais standardisé avant et après appariement

Cette figure suivante montre le niveau de biais standardisé avant et après appariement.

- Pour pomme de terre

Pour maïs hybride



Source : Calcul de l'auteur à partir des données de l'enquête 2020

Dans les deux figures montrent les petits points ronds en noir représentent les biais avant appariement tandis que les astérisques représentent les biais après l'appariement. Avant appariement nous remarquons que certaines variables ont des valeurs qui tendent à s'éloigner de zéro. Les variables comme membre d'une association paysanne, niveau d'étude, accès au crédit agricole, accès au service de vulgarisation tendent à avoir un biais supérieur à 50% jusqu' à atteindre même 100%.

Après appariement nous remarquons qu'il y a eu une réduction des biais standardisés. C'est des variables taille de l'exploitant agricole, proximité du marché, accès à l'irrigation. Cela montre les bons résultats obtenus sur notre échantillon.

Autre critère pour vérifier la qualité de l'appariement est la condition du support commun entre les différences observés des adoptants et les non adoptants de l'impact de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique.

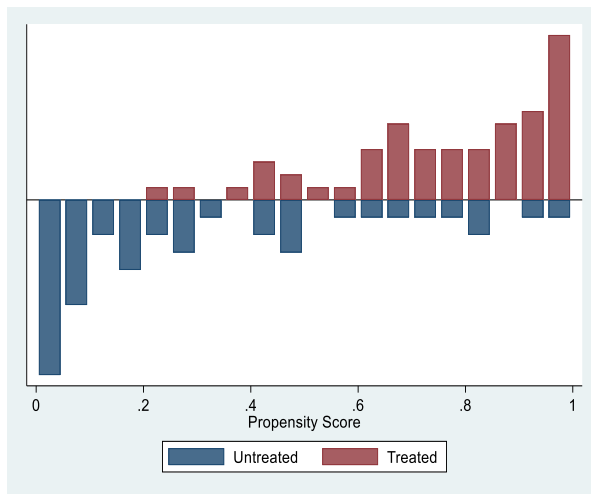
Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

Les figures ci-dessous (figure 2) montrent les deux parties de distribution de score de propension ; la partie inférieure de la figure représente la distribution des scores de propension pour les non adoptants et la partie supérieure pour les adoptants.

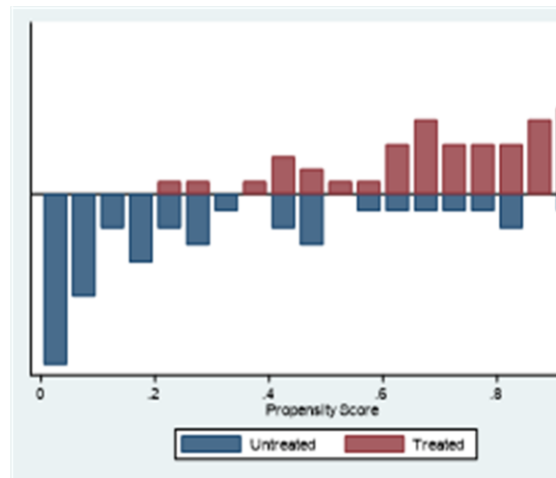
La densité des scores de propension sont indiquées sur l'axe des abscisses.

Figure 4: Distribution des scores de propension et support commun

Pour pomme de terre



Pour maïs hybride



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

Note :

- Treated indique les observations pour les agriculteurs qui se sont adoptés les technologies d'adaptation au changement climatique
- Untreated indique les observations pour les ménages qui se ne sont pas adoptés les technologies d'adaptation au changement climatique

Au-dessus de la ligne horizontale au milieu se trouvent les ménages qui se sont adoptés les technologies d'adaptation au changement climatique et en dessous de cette ligne se situent des ménages qui ne sont pas adoptés les technologies d'adaptation au changement climatique. Cette figure montre la superposition des traités et des non traités. Ce qui montre que le support commun est satisfait.

Après avoir montré la distribution de score de propension, il y a les éléments du groupe traité comme le groupe de contrôle comparable qui avaient les mêmes caractéristiques. Il permet de calculer l'Effet de traitement sur les Traités ou l'ETT.

IV.4. Discussion des résultats

Les résultats de cette étude montrent que les facteurs socio-économiques, institutionnels et socio démographique influencent l'adoption des nouvelles technologies d'adaptation aux changements climatiques par les ménages de la commune Muramvya. Parmi les facteurs socio-économiques, institutionnels et socio démographique, les variables (l'âge, le sexe du chef de ménage, le niveau d'éducation, l'accès au crédit agricole, l'accès aux services de vulgarisation, la proximité du marché, et l'appartenance à une organisation paysanne) se révèlent être des déterminants significatifs.

L'âge de l'exploitant est une variable significative pour l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques. Les jeunes exploitants sont plus enclins à adopter ces technologies que les plus âgés. Ce résultat est conforme à l'étude d'Issoufou et al. (2017), qui montrent que l'adoption de nouvelles technologies implique un certain niveau de risque, et que les jeunes exploitants sont généralement plus disposés à prendre ces risques. Cependant, ces résultats sont en contradiction avec ceux de Yabi *et al.* (2016), qui ont trouvé que les exploitants plus âgés adoptent plus facilement les innovations que les jeunes.

De plus, Mounirou (2015) a montré que dans le bassin cotonnier de Banikoara au Bénin, l'âge n'influence pas l'adoption des technologies.

Les résultats révèlent que les ménages dirigés par des hommes sont plus susceptibles d'adopter des technologies d'adaptation aux changements climatiques que ceux dirigés par des femmes. Cela est cohérent avec les conclusions de Chirwa (2005), qui a observé au Malawi que les ménages dirigés par des femmes sont souvent plus pauvres et ont moins de ressources, ce qui limite leur capacité à adopter de nouvelles technologies d'adaptation aux changements climatiques. Ces observations soulignent les contraintes spécifiques auxquelles les femmes chefs de ménage sont confrontées dans le processus d'adoption des innovations agricoles.

Le niveau d'éducation du chef de ménage a un impact positif sur l'adoption des nouvelles technologies. Les agriculteurs ayant un niveau d'instruction plus élevé sont plus aptes à recueillir des informations sur les nouvelles variétés et à apprécier les avantages des innovations technologiques. Ces résultats confirment les conclusions d'Asfaw *et al.* (2012), Bezu *et al.* (2014), et Ghimire *et al.* (2015), qui ont tous souligné le rôle essentiel de l'éducation dans l'adoption des innovations technologiques.

En effet, un niveau d'instruction plus élevé accroît la capacité à comprendre et à mettre en œuvre de nouvelles pratiques agricoles (Dakin, 2008).

L'accès au crédit joue un rôle clé dans l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques. Les ménages ayant accès à des services de crédit sont plus susceptibles d'adopter ces innovations. Ce résultat corrobore les conclusions de Sodjinou *et al.* (2015) au Bénin, qui a également montré que l'accès au crédit facilite l'adoption des nouvelles technologies d'adaptation au changement climatique. Cependant, Fabrice et Yvann (2018), ainsi que Sale *et al.* (2014) et Lawal *et al.* (2010), ont trouvé que l'accès au crédit est un facteur déterminant plus large dans l'adoption des pratiques agricoles.

Les services de vulgarisation ont également une influence positive sur l'adoption des nouvelles technologies d'adaptation aux changements climatiques. Ces services fournissent aux agriculteurs des informations techniques cruciales pour l'adoption des innovations et les accompagnent durant la phase d'essai. Ce résultat est similaire à ceux de Mariono *et al.* (2012), Issoufou *et al.* (2017), et Adechian *et al.* (2020), qui ont tous noté l'impact significatif du contact avec les agents de vulgarisation sur l'adoption des innovations agricoles.

La proximité du marché est un autre facteur déterminant de l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques. Les agriculteurs situés près des marchés sont plus susceptibles d'adopter les variétés à haut rendement, notamment les variétés hybrides car ceux qui ont capables d'acheter les semences sélectionnent tous proche. Wudu (2017) confirme que l'accès à des informations sur le marché incite les agriculteurs à adopter des technologies améliorées, ce qui montre que la proximité du marché facilite non seulement l'accès aux intrants, mais aussi la vente des produits.

Enfin, l'appartenance à une organisation paysanne a un impact positif sur l'adoption des nouvelles technologies d'adaptation aux changements climatiques. Les agriculteurs membres d'associations adoptent plus facilement les innovations, notamment les semences certifiées et les pratiques biologiques dans les marais. Cependant, ces résultats contredisent ceux de Yabi *et al.* (2016), qui ont observé un impact positif de production agricole à ceux qui participent dans l'appartenance à un groupement sur l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques.

Conclusion partielle du quatrième chapitre

Dans ce chapitre, les résultats obtenus grâce aux analyses descriptives, logistiques et à la comparaison des moyennes ont permis d'identifier les déterminants de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique et d'évaluer leur impact sur la production agricole des ménages de la commune de Muramvya. Ces méthodes ont révélé des relations significatives entre les facteurs socio-économiques, les choix d'adoption, et la performance agricole, permettant ainsi de comprendre l'effet des technologies sur la productivité et de proposer des recommandations pratiques pour améliorer la sécurité alimentaire.

CHAPITRE V. CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

Notre objectif principal est d'évaluer l'impact d'adoption de technologies d'adaptation au changement climatique sur la production de pomme de terre et de maïs dans la commune Muramvya.

V.1. Conclusion générale

La pomme de terre et le maïs sont des aliments de base plus consommés au Burundi. Ces aliments de base contribuent de manière significative à la vie socio-économique des agriculteurs burundais. L'étude cherchait à répondre à la question suivante : Quel est l'impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production agricole des ménages de la commune Muramvya au Burundi et quels sont les déterminants et leur impact d'adoption de technologies d'adaptation au changement climatique ?

Trois facteurs (socio-économiques, sociodémographiques et institutionnels) influencent l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production de pomme de terre et maïs hybride dans la commune Muramvya. Ainsi nous avons utilisé les méthodes ; les outils d'analyse comme le logiciel Microsoft Excel 2013 pour analyser descriptive et logiciels STATA 17 pour déterminer les facteurs d'adoption des technologies d'adaptation et puis le modèle logistique binaire pour voir les adoptants et non adoptants et leurs statistiques significative. La taille de l'échantillon de notre étude est de 100 agriculteurs pour les adoptants et non adoptants.

Les résultats de la régression logistique indiquent que les facteurs socio-économiques socio-démographiques, tels que l'âge, le sexe, le niveau d'éducation, l'accès au crédit, aux services de vulgarisation, au marché, ainsi que l'appartenance à une organisation paysanne, influencent de manière significative et positive l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques, ce qui nous confirme notre première hypothèse selon laquelle : « Les facteurs socioéconomiques et institutionnels influencent l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique par les ménages de la commune Muramvya. » Pour le cas de l'évaluation de l'effet de traitement, les résultats de l'analyse économétrique révèlent que l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique a un effet significative sur la production de pomme de terre et significativement même sur la production de maïs hybride.

Dans cette analyse, l'effet du traitement sur les traités (ETT) montré que la production des adoptants ont des productions plus élevée que ceux de non adoptants.

La production de pomme de terre moyen des adoptants est de 266.706897kg/ an et celle de non adoptants est de 167.568966 kg/an. Et pour la production de maïs hybride moyen des adoptants est de 354.224138 kg/an et celle de non adoptants est de 167.568966 kg/an. Pour la production moyenne de pomme de terre des adoptants auraient obtenu lorsqu'ils n'adoptent pas ces technologies d'adaptation serait de 175.7142kg/an et celle de non adoptants serait 560.04kg/an s'ils auraient adoptée de nouvelles technologies d'adaptation. Pour la production maïs hybride des adoptants auraient obtenu lorsqu'ils n'adoptent pas ces technologies d'adaptation serait de 137.0954 kg/an et celle de non adoptants serait 409.26kg/an s'ils auraient adoptée de nouvelles technologies d'adaptation.

Enfin, effet moyen du traitement sur traité de pomme de terre est de 90.9926kg/an pour adoptants et celle de non traitée est de 99.1379kg/an. Effet moyen du traitement sur les traitée de maïs hybride est de 217.1289kg/an et celle de non traitée est de 99.1379kg/an. Ces résultats l'un de pomme de terre infirme notre deuxième hypothèse qui stipule que l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique a un impact positif sur la production agricole des ménages de la commune Muramvya, et confirme la deuxième hypothèse sur la production de maïs hybride qui a un effet positif et significatif de l'adoption de technologies d'adaptation au changement climatique . Ces résultats soulignent l'importance de promouvoir l'adoption des technologies d'adaptation aux changements climatiques adaptées au changement climatique pour renforcer la productivité et la sécurité alimentaire des ménages de la commune Muramvya. Il est donc essentiel que les exploitants agricoles facilitent l'accès à ces technologies, notamment par le biais d'un meilleur accès au crédit, de la vulgarisation agricole et du soutien aux marchés.

V.2. Recommandations

À la lumière des résultats de cette étude, plusieurs pistes d'amélioration sont proposées pour renforcer la résilience agricole et promouvoir une adoption accrue des technologies d'adaptation au changement climatique dans la commune de Muramvya

À l'Etat :

- Encourager l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique à travers des politiques publiques ciblées, des programmes de sensibilisation et des formations destinées aux agriculteurs ;
- Garantir l'accès aux intrants agricoles en mettant en place des mécanismes efficaces de distribution à temps ;
- Faciliter l'accès au crédit agricole permettra aux exploitants de financer l'adoption de technologies adaptées et de développer leurs exploitations ;
- Mettre en place des incitations fiscales ou des subventions pour les agriculteurs qui adoptent des pratiques agricoles innovantes et résilientes face au changement climatique ;
- Renforcer la collaboration avec les organisations paysannes et les producteurs locaux pour mieux comprendre leurs besoins, adapter les politiques agricoles et garantir une diffusion plus efficace des technologies d'adaptation.

Aux ONG :

- Sensibiliser et former les agriculteurs sur l'importance des technologies d'adaptation au changement climatique en organisant des ateliers, des démonstrations et des sessions d'information sur le terrain ;
- Fournir un soutien technique et des ressources pour l'adoption des nouvelles technologies d'adaptation aux changements climatiques, en particulier dans les zones reculées où l'accès aux informations et aux intrants est limité ;
- Collaborer avec l'État et les autorités locales pour coordonner les efforts et garantir que les initiatives de développement et d'adaptation soient alignées avec les besoins réels des agriculteurs, en s'appuyant sur des approches participatives.

Aux agriculteurs:

- Adopter les technologies d'adaptation au changement climatique, car celles-ci ont montré un impact significatif sur l'augmentation de la production et la résilience des exploitations agricoles ;
- Se regrouper dans des coopératives ou des associations agricoles, ce qui permettra un meilleur accès aux informations, à la formation et à la technologie, tout en créant un réseau de soutien ;
- Diversifier les systèmes de culture, en choisissant des variétés résistantes aux conditions climatiques changeantes. Cette stratégie aidera à réduire les risques agricoles et à augmenter les rendements.

Aux chercheurs

- Favoriser l'innovation agricole à travers la promotion et la vulgarisation des cultures résilientes au changement climatique dans la zone d'étude,
- Orienter leurs actions à la diffusion et la vulgarisation des nouvelles technologies comme la variété maïs hybride et de pomme de terre aux agriculteurs de la commune Muramvya;
- Continuer à investir dans la recherche agronomique et la diffusion des variétés améliorées résistantes aux maladies pour un raison d'avoir un accroissement potentiel de rendement de pomme de terre et maïs hybrides ;
- Renforcer les techniques culturales adaptées de l'exploitation des terres cultivées de pomme de terre et maïs hybride auraient un apport en capital aux agriculteurs ;

Limites de ce travail

Cette étude a évalué l'impact de l'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production agricole des ménages de la commune Muramvya. Toutefois, elle présente certaines limites liées à la méthodologie et au contexte d'étude. Premièrement, bien que la commune de Muramvya soit représentative d'une partie de la province, sa proximité avec la forêt naturelle de Kibira et ses caractéristiques démographiques ne permettent pas de généraliser entièrement les résultats à l'ensemble de la région, notamment aux zones plus gravement affectées par les changements climatiques. Deuxièmement, les contraintes de temps et de ressources financières ont réduit la portée de l'enquête, limitant la taille de l'échantillon et le nombre de variables analysées. Ces aspects restreignent l'ampleur des conclusions et appellent à des études futures plus approfondies, intégrant une couverture géographique plus large et des analyses supplémentaires pour enrichir les connaissances sur ce sujet complexe

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aziz, L., & Elquaoumi, I. (2016). Analyse des stratégies d'adaptations des agriculteurs de Skoura (Ouarzazate) aux changements climatiques. *Altern. Rurales*, 4, 38-48.
- Adetona, L., Vodounou, J., & Gbadamassi, F. (2019). Stratégies d'adaptation au changement climatique et sécurité alimentaire dans la commune de Tchaourou (BENIN). *Le Changement Climatique, la variabilité et les risques climatiques*, 3, 3-14.
- agricole dans la plaine de l'Imbo :cas des principaux systèmes de cultures à Gihanga.
- Ahingoua, y. I. (2019). Innovation agricole et désintérêt des paysans aux techniques modernes de productions dans la sous-préfecture de laoudi-bâ, département de Bondoukou (côte d'ivoire). *Journal of international social research*, 12(64).
- Allou, F. & Ben, M. Randa (2022). Perception des agriculteurs de la région de Bordj. Bou Arreridj aux changements climatiques et leurs actions pour atténuer son effet sur leurs activités.
- Arrus, R., & Rousset, N. (2007). L'agriculture du Maghreb au défi du changement climatique: Quelles stratégies d'adaptation face à la raréfaction des ressources hydriques?
- Ayeni, G. A., Loumedjinon, E. V. S., Issiaka, K., Agani, F. O., & Yabi, J. A. (2021). Typologie des exploitations de maïs dans le sous-bassin de l'Okpara au Bénin et résilience aux effets des changements climatiques. *Afrique SCIENCE*, 19(1), 12-
- Aziz, L., & Sadok, W. (2015). Stratégies d'adaptation des producteurs du Safran de Taliouine (Maroc) face au changement climatique. *Journal of Alpine Research/ Revue de géographie alpine*, (103-2).
- Baco, M. N., Abdoulaye, T., Sanogo, D., & Langyintuo, A. (2011). Caractérisation des ménages producteurs de maïs en zone de savane sèche au Bénin. CIMMYT.
- Balasha, A. M., Katungo, J. K., Balasha, B. M., Masheka, L. H., Ndele, A. B., Cirhuza, V., ... & Bismwa, B. (2021). Perception et stratégies d'adaptation aux incertitudes climatiques par les exploitants agricoles des zones marécageuses au Sud-Kivu. *VertigO—La revue électronique en sciences de l'environnement*, 21(1).
- Barry, S., 2016, Déterminants socioéconomiques et institutionnels de l'adoption des variétés améliorées de maïs dans la région du Centre-sud du Burkina Faso, *Revue d'Economie Théorique et Appliquée*, vol. 6, N 2, pp. 221-23

- =====
- Bekanty, K., & Dominique, A. C. (2019). Analyse des déterminants du choix et de l'adoption de variétés améliorées du riz. Cas des zones de Gagnoa et de Korhogo en Côte d'Ivoire (Doctoral dissertation, INPHB).
- Bouda, S. (2023). Rôle du capital humain dans le développement au Burkina Faso (Doctoral dissertation, Université Clermont Auvergne).
- Bouréma, K., Bandiougou, D., Abdoulaye, N., Moumoune, S., & Oumar, K. A. (2021). Déterminants de l'adoption des Variétés Améliorées de Maïs dans la Région de Sikasso Mali. *European Scientific Journal ESJ*, 17(9), 40-53.
- Charentenay, J., & Penot, E. (2011). Evaluation socioéconomique de l'impact de l'adoption Des techniques de semis sous couvert végétal sur le revenu des agriculteurs du moyen-Ouest de Madagascar (région d'Ankazomiriotra): Projet RIME-PAMPA-AFD. *Climatique. Comptes Rendus Geoscience*, 335(6-7), 569-575.
- Coulibaly, M. Z., & SANOGO, B. (2023). Stratégies d'adaptation des paysans face aux changements climatiques dans la commune rurale de Koula, Mali. *Revue Africaine des Sciences Sociales et de la Santé Publique*, 5(2), 149-164.
- Dakar, A. D. (2017). Les déterminants et l'impact de l'adoption des semences certifiées de mil et de sorgho dans le bassin arachidier du Sénégal (Doctoral dissertation, Université Cheikh Anta Diop de Dakar).
- Diallo, M. A., & Ndiaye, I. (2022). Adoption de variétés améliorées de mil dans le Bassin arachidier du Sénégal: Déterminants et impact sur le rendement et le bien-être. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 10(1).
- Djibo, O., & Malam, M. N. (2018). Déterminants de l'adoption des technologies agricoles par les ménages agricoles au Niger: rôle de l'éducation. *REVUE CEDRES-ETUDES*, 7(66).
- Douswe, B. (2023). Déterminants de l'adoption des stratégies d'adaptation ex ante aux risques climatiques: cas des ménages de la région de l'extrême-nord du Cameroun. *Revue Marocaine de Gestion et d'Economie*, 7(12).
- Douswe, B. (2023). Déterminants de l'adoption des stratégies d'adaptation ex ante aux Risque climatiques: cas des ménages de la région de l'extrême-nord du Cameroun. *Revue Marocaine de Gestion et d'Economie*, 7(12).

- =====
- Dugué, M. J., Delille, H., & Malgrange, S. (2012). Caractérisation des stratégies d'adaptation au Changement climatique en agriculture paysanne. *Etude de capitalisation réalisée sur les terrains de coopération d'AVSF*, 50.
- Durone, J. B. (2020). Analyse de la perception et des stratégies d'adaptation aux changements climatiques des agriculteurs de la commune de Saint Michel de l'Attalaye, Haïti (Doctoral dissertation, Montpellier SupAgro).
- ENAB (2011-2012). Les documents clés pour l'érosion et la sécheresse sont l'enquête agricole. Etude d'opportunité face aux effets du changement climatique sur les performances du secteur agricole « *climate-smart agriculture* ».
- FAO, & PAM. (2022). Trente-sixième session, conférence régionale pour l'Asie et le Pacifique, Dacca, (Bangladesh), Informations actualisées sur l'élaboration de la nouvelle Stratégie de la FAO relative au changement climatique, p2
- GIZ, (2014). Analyse intégrée de la vulnérabilité au Burundi.
- IGEBU, (2018) .Etude de la variabilité et des changements climatiques au Burundi.
- Issoufou, O. H., Boubacar, S., Adam, T., & Yamba, B. (2017). Déterminants de l'adoption et impact des variétés améliorées sur la productivité du mil au Niger. *African Crop Science Journal*, 25(2), 207-220.
- Kafando, B. (2020). Estimation des effets de l'éducation sur le revenu agricole: cas des ménages agricoles du milieu rural de l'Inde. *Cahier de Recherche/Working Paper*, 19.
- Kamdem, E. J. T. (2023). Déterminant de l'adoption des équipements modernes d'exploitation agricole: Cas du Cameroun. *Revue internationale du chercheur*, 4(2).
- Kossigan, T., & Kcodgoh, E. (2022). Effet de la sécurité foncière sur les stratégies d'adaptation des ménages agricoles au changement climatique au Togo. *African Scientific Journal*, 3(16), 419-438.
- MEATU(2019).Troisième Communication Nationale sur les Changements Climatiques (TCNCC) *Volume 7, Number 3 Jerry Knox et al 2012*.
- MEATU, (2001).Première Communication Nationale sur les Changements Climatiques.
- MEEATU, (2011). Stratégie Nationale et Plan d'Action de Lutte Contre la Désertification des Sols.

- =====
- MEEATU, (2013). Stratégie nationale et plan d'actions sur le changement climatique, Mars 2013 (GIEC) : le 5ème rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat de septembre 2013.
- MEEATU, (2013). Stratégies Nationale et Plan d'Action sur le Changement Climatique.
- Mendy, V. (2019). Impact de l'adoption des variétés améliorées de riz sur l'efficacité technique des riziculteurs au Sénégal.
- Mugisha, E. (2020). Analyse des impacts du changement climatique sur la production
- Ndjadi, S. S., Nnaka, R. A., Mudosa, B. C., Basimine, C. G., & Bisimwa, B. E. (2017). Analyse des déterminants de l'adoption des variétés du manioc dans le Sud-Kivu, République Démocratique du Congo. *Afrique Science*, 13(3), 113-124.
- Nefzi A., (2012). Evaluation économique de l'impact du changement climatique sur l'agriculture : étude théorique et application au cas de la Tunisie, Thèse de doctorat, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech), 282 p
- Ouédraogo, M., & Dakouo, D. (2017). Evaluation de l'adoption des variétés de riz NERICA dans l'Ouest du Burkina Faso. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 12(1), 1-16.
- Ouédraogo, M., (2012). Impact du changement climatique sur les revenus agricoles au Burkina Faso. *Journal of agriculture and Environment for International Development*.
- Ouédraogo, R. (2021). Analyse des déterminants socioéconomiques et psychosociaux de la décision d'adoption d'innovations par les agriculteurs: Cas de l'irrigation de complément au Burkina Faso (Doctoral dissertation, Montpellier SupAgro).
- Prof J.M.,(2016). Circonstances nationale liées aux changements climatiques, stratégies nationale et Plan d'Action en matière de Diversité Biologique, Stratégie de Prévention des risques et des Gestion des Catastrophes naturelles, Stratégies nationale de lutte contre la Désertification.
- Professeur Ed Hawkins (2021) . De l'université de Reading <https://showyourstripes.info/> Stratégie National et Plan d'Action sur Changement Climatique.
- Roussy, C., Ridier, A., & Chaib, K. (2015). Adoption d'innovations par les agriculteurs: rôle des perceptions et des préférences.

- =====
- Sale, A., Folefack, D. P., Obwoyere, G. O., Wati, N. L., Lenzemo, W. V., & Wakponou, A. (2014). Changements climatiques et déterminants d'adoption de la fumure organique dans la région semi-aride de Kibwezi au Kenya. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(2), 680-694
- Sané, Y. (2018). Impact de l'adoption des variétés améliorées de riz sahel sur le rendement des riziculteurs de la vallée du fleuve Sénégal.
- Seguin, B. (2003). Adaptation des systèmes de production agricole au changement
- Senouci, M., (2007). Changement Climatique en Algérie: Evolution future du climat, enjeux et perspectives. *Changement climatique: enjeux et perspectives au Maghreb*, 106.
- Shinbrot, X. A., Jones, K. W., Rivera ,C. A., Lopez-Baez, W., & Okima, D. S. (2019). Smallholder Farmer Adoption of Climate-Related Adaptation Strategies: The Importance of Vulnerability Context, Livelihood Assets, and Climate Perceptions. *Environmental management*,63:583-595.
- Tene, M., Laure, G., Temple, L., & Havard, M. (2013). Les déterminants de l'adoption d'innovations techniques sur maïs à l'ouest Cameroun, une contribution à la sécurisation alimentaire. PAG.
- Woodfine, A. (2009). L'Adaptation au Changement Climatique et l'Atténuation de ses effets en Afrique Subsaharienne au moyen des pratiques de gestion durable des terres. Guide d'orientation – version 1.0. .
- Yegbemey, R. N., Imorou, S. E. H., Aihounon, D. G. B., Yabi, J. A., Kinkpe, T. A., & Atchikpa, M. (2020). Déterminants de l'adaptation des agriculteurs aux changements climatiques dans les zones du Nord Bénin et du Sud Niger. *Annales de l'Université de Parakou-Série Sciences Naturelles et Agronomie*, 10(2), 31-42.
- Yovo, K., & Lantomey, K. E. (2023). Stratégies d'adaptation au changement climatique et production agricole dans la région maritime au Togo. *Économie rurale*, 101-118.
- Zongo, B. (2016). Stratégies innovantes d'adaptation à la variabilité et au changement climatiques au Sahel: Cas de l'irrigation de complément et de l'information climatique dans les exploitations agricoles du Burkina Faso.
- Bockel, L., & Smit, B. (2009). *Le Changement Climatique et les Politiques Agricoles*.

- =====
- Wifaya, A., Mimouni, A., Karra, Y., Hallam, J., & Elame, F. (2021). Utilisation de la petite irrigation à basse pression dans les zones montagneuses du Maroc. *African and Mediterranean Agricultural Journal-Al Awamia*, (133), 83-99.
- Ayeni, G. A., Loumedjinon, E. V. S., Issiaka, K., Agani, F. O., & Yabi, J. A. (2021). Typologie des exploitations de maïs dans le sous-bassin de l'Okpara au Bénin et résilience aux effets des changements climatiques. *Afrique SCIENCE*, 19(1), 12-25.
- Abdelouahid, C., Abdelali, L., Fatima, N., El Houssine, E. M., & Mohamed, B. (2011). Mécanismes d'adaptation aux changements climatiques des communautés rurales dans deux écosystèmes contrastés en plaine et montagne du Maroc: rapport final.
- Beye, A. (2021). Améliorer la productivité rizicole sous changement climatique au Sénégal: quelles stratégies d'adaptation?. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, (377), 125-141.
- Adamou, B., Adamou, H., Assoumane, M., Illya, M., & Toudou, A. (2014). Adaptabilité de huit variétés de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) au contexte climatique du Niger. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(3), 3455-3468.
- Bouزيد, A., Boudedja, K., Cheriet, F., Bouchetara, M., & Mellal, A. (2020). Facteurs influençant l'adoption de l'innovation en agriculture en Algérie. Cas de deux cultures stratégiques: le blé dur et la pomme de terre. *Cahiers Agricultures*, 29, 15.
- Toukara, A., Ciss, P. N., Ngom, M., & Camara, I. (2022). Évaluation de la vulnérabilité du secteur agricole aux changements climatiques et identification d'options d'adaptation dans la zone des Niayes au Sénégal: *Rapport produit dans le cadre du projet Sécurité alimentaire une agriculture adaptée (SAGA)*. Food & Agriculture Org..
- Arouna, A., Adegbola, Y., Arodokoun, U., & Bankolé, A. (2013). Stratégies et politiques d'adaptation aux changements climatiques en Afrique de l'Ouest et du centre: Etude de cas au Bénin. *Agron. Afr*, 6, 41-55.
- Zongo, B. (2016). Stratégies innovantes d'adaptation à la variabilité et au changement climatiques au Sahel: Cas de l'irrigation de complément et de l'information climatique dans les exploitations agricoles du Burkina Faso.

- =====
- Yaro, B. R. (2019). Résilience des agriculteurs face aux changements climatiques: un exemple d'application au Burkina Faso.
- SINGH, B., & COHEN, M. J. (2014). Adaptation aux changements climatiques. *Le cas d'Haïti. Rapports de recherche OXFAM*.
- Kabore, P. N., Barbier, B., Ouoba, P., Kiema, A., Some, L., & Ouedraogo, A. (2019). Perceptions du changement climatique, impacts environnementaux et stratégies endogènes d'adaptation par les producteurs du Centre-nord du Burkina Faso. *VertigO*, 19(1).
- Arouna, A., Adegbola, Y., Arodokoun, U., & Bankolé, A. (2013). Stratégies et politiques d'adaptation aux changements climatiques en Afrique de l'Ouest et du centre: Etude de cas au Bénin. *Agron. Afr*, 6, 41-55.
- Ouédraogo, M., Dembélé, Y., & Somé, L. (2010). Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements des précipitations: cas des paysans du Burkina Faso. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 21(2), 87-96.
- Balasha, A. M., Katungo, J. K., Balasha, B. M., Masheka, L. H., Ndele, A. B., Cirhuza, V., ... & Bismwa, B. (2021). Perception et stratégies d'adaptation aux incertitudes climatiques par les exploitants agricoles des zones marécageuses au Sud-Kivu. *VertigO—La revue électronique en sciences de l'environnement*, 21(1).
- O'Neil, G. M. M., Tovihoudji, G. P., Ollabodé, N., Akponikpè, P. I., & Yabi, J. A. (2022). Perception des producteurs des changements climatiques et stratégies d'adaptation dans les systèmes de culture à base de maïs (Zeamays) au Nord-Bénin. *Annales de l'Université de Parakou-Série Sciences Naturelles et Agronomie*, 12(1), 1-14.
- Makougoum, C. F. T. (2018). Changement climatique au Mali: impact de la secheresse sur l'agriculture et stratégies d'adaptation (Doctoral dissertation, Université Clermont Auvergne [2017-2020]).
- Issoufou, M. H. (2021). Adoption et perception des producteurs Nigériens face aux changements climatiques et l'utilisation des variétés améliorées (Doctoral dissertation, Institut de Stratégie D'évaluation et de Prospective).

- =====
- Faye, A., Tounkara, A., Ciss, P. N., Ngom, M., & Camara, I. (2022). Évaluation de la Vulnérabilité du secteur agricole aux changements climatiques et Identification d'options d'adaptation pour la région de Kolda au Sénégal: *Rapport produit Jeannequin*,
- B., Dosba, F., Plénet, D., Pitrat, M., & Chauvin, J. E. (2011). Vers des cultures fruitières et légumières à hautes performances environnementales. *Innovations agronomiques*, 12, 73-85. *Le cadre du projet Sécurité alimentaire: une agriculture adaptée (SAGA)*.
- Lefranc, L. M. (2008). Conditions d'adoption et impacts des innovations technologiques dans le cadre du bananier plantain au sud du Cameroun (Doctoral dissertation, Montpellier SupAgro).
- Cochet, H., Thomazo, L., Laske, E., & VERHOOG, E. N. (2019). Agriculture pluviale et petite irrigation: plateaux d'Afrique orientale et australe. *Systèmes agraires et changement climatique au Sud: Les chemins de l'adaptation*, 53.
- Bouréma, K., Bandiougou, D., Abdoulaye, N., Moumoune, S., & Oumar, K. A. (2021). Déterminants de l'adoption des Variétés Améliorées de Maïs dans la Région de Sikasso Mali. *European Scientific Journal ESJ*, 17(9), 40-53.
- Issoufou, O. H., Boubacar, S., Adam, T., & Yamba, B. (2017). Déterminants de l'adoption et impact des variétés améliorées sur la productivité du mil au Niger. *African Crop Science Journal*, 25(2), 207-220.
- Ndjadi, S. S., Nnaka, R. A., Mudosa, B. C., Basimine, C. G., & Bisimwa, B. E. (2017). Analyse des déterminants de l'adoption des variétés du manioc dans le Sud-Kivu, République Démocratique du Congo. *Afrique Science*, 13(3), 113-124.
- Tene, M., Laure, G., Temple, L., & Havard, M. (2013). Les déterminants de l'adoption d'innovations techniques sur maïs à l'ouest Cameroun, une contribution à la sécurisation alimentaire. PAG.
- Zongo, B. (2016). Stratégies innovantes d'adaptation à la variabilité et au changement climatiques au Sahel: Cas de l'irrigation de complément et de l'information climatique dans les exploitations agricoles du Burkina Faso.
- Ayeni, G. A., Loumedjinon, E. V. S., Issiaka, K., Agani, F. O., & Yabi, J. A. (2021). Typologie des exploitations de maïs dans le sous-bassin de l'Okpara au Bénin et résilience aux effets des changements climatiques. *Afrique SCIENCE*, 19(1), 12-25.

- =====
- Sale, A., Folefack, D. P., Obwoyere, G. O., Wati, N. L., Lenzemo, W. V., & Wakponou, A. (2014). Changements climatiques et déterminants d'adoption de la fumure organique dans la région semi-aride de Kibwezi au Kenya. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(2), 680-694.
- Douswe, B. (2023). Déterminants de l'adoption des stratégies d'adaptation ex ante aux risques climatiques: cas des ménages de la région de l'extrême-nord du Cameroun. *Revue Marocaine de Gestion et d'Economie*, 7(12).
- Roussy, C., Ridier, A., & Chaib, K. (2015). Adoption d'innovations par les agriculteurs: rôle des perceptions et des préférences.
- Durone, J. B. (2020). *Analyse de la perception et des stratégies d'adaptation aux changements climatiques des agriculteurs de la commune de Saint Michel de l'Attalaye, Haïti* (Doctoral dissertation, Montpellier SupAgro).
- Zongo, B. (2016). Stratégies innovantes d'adaptation à la variabilité et au changement climatiques au Sahel: Cas de l'irrigation de complément et de l'information climatique dans les exploitations agricoles du Burkina Faso.
- Douswe, B. (2023). Déterminants de l'adoption des stratégies d'adaptation ex ante aux risques climatiques: cas des ménages de la région de l'extrême-nord du Cameroun. *Revue Marocaine de Gestion et d'Economie*, 7(12).
- Bodichon, J. (2009). Implications du changement climatique sur les systèmes de production agricole durables dans les pays ACP: quelles stratégies d'information et de communication?: synthèse des travaux du séminaire.
- Kossigan, T., & Kcodgoh, E. (2022). Effet de la sécurité foncière sur les stratégies d'adaptation des ménages agricoles au changement climatique au Togo. *African Scientific Journal*, 3(16), 419-438.
- De Charentenay, J., & Penot, E. (2011). Evaluation socioéconomique de l'impact de l'adoption des techniques de semis sous couvert végétal sur le revenu des agriculteurs du moyen-ouest de Madagascar (région d'Ankazomiriotra): Projet RIME-PAMPA-AFD.
- Baco, M. N., Abdoulaye, T., Sanogo, D., & Langyintuo, A. (2011). *Caractérisation des ménages producteurs de maïs en zone de savane sèche au Bénin*.

- =====
- Ouédraogo, M., & Dakouo, D. (2017). Evaluation de l'adoption des variétés de riz NERICA dans l'Ouest du Burkina Faso. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 12(1), 1-16.
- KAMDEM, E. J. T. (2023). Déterminant de l'adoption des équipements modernes d'exploitation agricole: Cas du Cameroun. *Revue internationale du chercheur*, 4(2).
- DJIBO, O., & MALAM, M. N. (2018). Déterminants de l'adoption des technologies agricoles par les ménages agricoles au Niger: rôle de l'éducation. *REVUE CEDRES-ETUDES*, 7(66).
- Kafando, B. (2020). Estimation des effets de l'éducation sur le revenu agricole: cas des ménages agricoles du milieu rural de l'Inde. *Cahier de Recherche/Working Paper*, 19.
- Mendy, V. (2019). Impact de l'adoption des variétés améliorées de riz sur l'efficacité technique des riziculteurs au Sénégal.
- DIALLO, M. A., & NDIAYE, I. (2022). Adoption de variétés améliorées de mil dans le bassin arachidier du Sénégal: Déterminants et impact sur le rendement et le bien-être. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 10(1). Dakar, A. D. (2017). *Les déterminants et l'impact de l'adoption des semences certifiées de mil et de sorgho dans le bassin arachidier du Sénégal* (Doctoral dissertation, Université Cheikh Anta Diop de Dakar).
- Bouda, S. (2023). *Rôle du capital humain dans le développement au Burkina Faso* (Doctoral dissertation, Université Clermont Auvergne).
- Ouedraogo, R. (2021). *Analyse des déterminants socioéconomiques et psychosociaux de la décision d'adoption d'innovations par les agriculteurs: cas de l'irrigation de complément au Burkina Faso* (Doctoral dissertation, Montpellier SupAgro).
- Bekanty, K., & Dominique, A. C. (2019). *Analyse des déterminants du choix et de l'adoption de variétés améliorées du riz. Cas des zones de Gagnoa et de Korhogo en Côte d'Ivoire* (Doctoral dissertation, INPHB).
- Sané, Y. (2018). Impact de l'adoption des variétés améliorées de riz sahel sur le rendement des riziculteurs de la vallée du fleuve Sénégal.

ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire d'enquête

Je suis **Roger NIYONKURU**, étudiant à l'Université du Burundi, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion /Master II en Economie Rurale, Sociale et Environnementale dans la spécialité d'Economie de l'Environnement et des ressources naturelles. Je me présente chez vous, sous l'autorisation des différentes institutions habilitées, avec ce questionnaire d'enquête et cette attestation de recherche en vue de récolter les données relatives à mon sujet de mémoire intitulé : « **Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique sur la production agricole des ménages de la commune Muramvya** ». De plus, Il ne s'agit donc pas d'une enquête policière Chacun va répondre selon sa volonté. Je vous garantis que vos données ne seront confidentiellement gardées et employées qu'à des fins académiques.

A. Identification de l'enquête

1. Nom et prénom de l'enquête :
2. Province.....commune.....zone.....colline.....
3. Age :.....ans
4. Sexe : 1.Masculin 2. Féminin
5. Situation matrimoniale : 1.Marié 2. Célibataire 3. Divorcé 4. Orphelin
6. Niveau d'étude : 1.Sans niveau 2.primaire 3. Secondaire 4. Université
7. Depuis quand habitez- vous ici ?.....ans
8. Nombre de personne dans un ménage :...
 - a) Y a-t-il d'enfants ? Oui Non , b) si oui, combienenfants c) Combien sont-ils scolarisés ?.....enfants. d) Quel est leur niveau d'étude ? 1. Maternelle, l'effectif ... 2. Primaire, effectif 3. Secondaire, effectif 4. Université, effectif.....
9. Quelle est votre activité principale ? 1. Agriculture 2.commerce 3. Métiers
10. Quelle est votre activité secondaire ? 1. Agriculture 2.commerce 3.Métiers
11. Type d'exploitation agricole : 1. Culture vivrière 2. Culture commerciale 3.Elevage
12. Superficie emblavée (en ha) 1. Moins ha 2. 1-2ha 3. 3- 5ha

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

=====

13. Quelles technologies d'adaptation au changement climatique utilisez- vous dans votre ménage? (Cochez tout ce qui s'applique)

1. Semences résistantes aux maladies
2. Systèmes d'irrigation
3. Accès au crédit agricole
4. Technologies de prévision météorologique
5. Technologies de conservation de sol
6. Autres à préciser.....

14. Comment avez- vous entendu parler de ces technologies d'adaptation au changement climatique? (Cochez tout ce qui s'applique)

1. Formation/ Ateliers
2. Conseillers agricole
3. Réseaux sociaux/ Internet
4. Amis/Famille
5. Organisation non gouvernementales(ONG)
6. Autres à préciser.....

15. Comment les technologies d'adaptation au changement climatique ont –elles influencé votre productivité agricole ?

1. La production a augmenté
2. La production n'a pas augmenté
3. La production a diminué

16. Quel est l'effet de nouvelle technologie d'adaptation au changement climatique obtenu dans vos ménages ?

1. La production agricole va augmenter

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

2. Le revenu agricole a augmenté

3. La production soit satisfaite au ménage

17. Quels sont les principaux défis rencontrés lors de l'adoption de ces technologies ?(Cochez tout ce qui s'applique)

1. Coût élevé

2. Manque de formation

3. Difficulté d'accès aux technologies

4. Manque de soutien technique

5. Problème de maintenance

6. Autres à préciser.....

18. Comment percevez- vous les avantages des technologies d'adaptation au changement climatique par rapport aux méthodes agricoles traditionnelles ?

1. Beaucoup plus avantageux

2. Un peu plus avantageux

3. Moins avantageux

4. Equivalents

5. Beaucoup moins avantageux

19. Quels conseils donneriez-vous aux autres agriculteurs pour améliorer l'adoption des technologies d'adaptation du changement climatiques dans la commune Muramvya ?

.....

20. Y a –t-il des impacts du changement climatique dans la province Muramvya ?

21. Est – ce que toutes les communes sont touchées au même degré ?

22. Quelles stratégies avez – vous développé pour faire face à ces impacts du changement climatique ?

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

=====

23. Par quel canal d'information les avez – vous transféré aux ménages agricoles ?

24. Les ressources en terre

24.1 Mode d'accès à la propriété

1. Location 2.Héritage :.....3.Don :.....4.Achat :.....

24.2. Localisation des parcelles en exploitations

1. Sur colline :.....2.En Marais :.....3.En bas fond :.....

25. De quel canal d'information avez- vous bénéficié la formation sur les stratégies à développer pour réduire les changements climatique ?

26. Avez-vous reçu une certaine information sur le changement climatique

Si Oui par qui ?

Service Publique Association agricole ou Coopérative Voisin ou ami Structure d'encadrement agricole

27. Parmi les cultures pratiquées, lesquelles résistent pendant la saison pluviale ?

..... Qu'en est-il pendant la saison sèche ?.....

.....Pouvez-vous nous expliquer la raison sous-jacente ?.....

28. Lesquelles s'adaptent mieux aux effets néfastes du changement climatique le long de la saison culturale ?

.....

29.Pourquoi ces cultures sont –elles plus préférables que d'autres dans cette zone?

Raison de sélection	Oui, raison....	Non, raison....
Cultures mixte		
Adaptation facile aux changements climatique (sècheresse, pluies)		
Avoir la production maximale		
Autres (à préciser)		

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

30. Parmi ces évènements climatiques extrêmes, lesquels endommagent la production agricole dans la localité?

Sècheresses	
Précipitation	
Températures	
Inondations	
Glissements de terrain	
Autres	

31. Le changement climatique a-t-il eu un effet sur le niveau de vie des ménages ?
Non

Si, Oui, Commentez ?.....

32. Où conservez-vous votre récolte?

Dans la maison 2. Dans un hangar

Si 1 ou 2 Pourquoi.....

33. Quelles stratégies développez-vous pour minimiser impact liés au changement climatique?

Atténuation	
Adaptation	
Autres, à préciser.....	

34. Quels sont les moyens que vous aviez adoptés pour lutter contre les changements climatiques?

Mesure d'atténuation	Mesures d'adaptation	contraintes	Solutions	Autres, à préciser

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

=====

35. Avez-vous amélioré les techniques de lutte contre les effets du changement climatique au moment difficile pour les agriculteurs ? Oui Non

Si Oui, Comment faites-vous ?

Journées d'information	
Vulgarisation des marins	
Canalisation des fosses antiérosives	
Autres moyens possible	

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

Annexe 2 : Régression logistique

Logistic regression		Number of obs =		100		
Log pseudolikelihood = -31.996525		Wald chi2(12) =		29.14		
		Prob > chi2 =		0.0038		
		Pseudo R2 =		0.5335		
atc	Odds Ratio	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ag	.8742857	.0408571	-2.87	0.004	.7977652	.958146
2.sex	6.998833	5.859674	2.32	0.020	1.356342	36.11454
situama						
2	.5417228	.434392	-0.76	0.445	.1125182	2.608142
3	.3318809	.366098	-1.00	0.317	.0381963	2.883655
nivtud						
1	9.468879	8.337704	2.55	0.011	1.685713	53.18798
2	2.951867	2.638784	1.21	0.226	.5118893	17.02227
tailleexploit	1.692523	1.046569	0.85	0.395	.5037269	5.686878
1.aei	3.517766	2.8136	1.57	0.116	.7335907	16.86864
1.aca	10.54101	7.387394	3.36	0.001	2.668948	41.63175
1.asv	6.616628	5.122546	2.44	0.015	1.450917	30.17386
1.pm	7.548772	4.957538	3.08	0.002	2.083834	27.34573
1.membreduneassociatio	6.13067	5.027442	2.21	0.027	1.228802	30.58679
_cons	.1005315	.2013806	-1.15	0.251	.0019825	5.097938

. estat gof

Logistic model for ATC, goodness-of-fit test

number of observations =	100
number of covariate patterns =	98
Pearson chi2(85) =	171.08
Prob > chi2 =	0.0000

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre
et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

=====

Statistique de maïs hybride

Variable	Unmatched Matched	Mean		%reduct		t-test		V(T) / V(C)
		Treated	Control	%bias	bias	t	p> t	
_pscore	U	.76914	.29855	188.2		9.57	0.000	0.48*
	M	.76914	.77146	-0.9	99.5	-0.06	0.951	0.99
Ag	U	41.741	48.857	-78.6		-3.98	0.000	0.51*
	M	41.741	41.345	4.4	94.4	0.34	0.737	2.22*
Sex	U	1.6207	1.3095	65.0		3.20	0.002	1.09
	M	1.6207	1.6034	3.6	94.5	0.19	0.850	0.98
Nivétud	U	1.069	.45238	87.6		4.26	0.000	1.48
	M	1.069	.98276	12.2	86.0	0.61	0.545	1.02
AEI	U	.7069	.69048	3.5		0.18	0.861	.
	M	.7069	.7931	-18.6	-425.0	-1.07	0.288	.
ACA	U	.82759	.54762	62.7		3.16	0.002	.
	M	.82759	.96552	-30.9	50.7	-2.48	0.015	.
ASV	U	.93103	.66667	69.1		3.57	0.001	.
	M	.93103	.96552	-9.0	87.0	-0.83	0.406	.
PM	U	.68966	.47619	43.9		2.18	0.032	.
	M	.68966	.62069	14.2	67.7	0.78	0.439	.
situama	U	1.1552	1.3095	-29.9		-1.52	0.131	0.46*
	M	1.1552	1.1207	6.7	77.7	0.45	0.656	0.95
Membreduneassociatio	U	.53448	.2619	57.4		2.80	0.006	.
	M	.53448	.44828	18.1	68.4	0.92	0.357	.

* if variance ratio outside [0.59; 1.69] for U and [0.59; 1.69] for M

Variable	Sample	Treated	Controls	Difference	S.E.	T-stat
Qtétotproduite	Unmatched	354.224138	137.095238	217.1289	12.5272015	17.33
	ATT	354.224138	142.965517	211.258621	16.7454949	12.62
	ATU	137.095238	409.261905	272.166667	.	.
	ATE			236.84	.	.

Sample	Ps R2	LR chi2	p>chi2	MeanBias	MedBias	B	R	%Var
Unmatched	0.414	56.28	0.000	68.6	63.8	188.2*	0.50*	60
Matched	0.079	12.71	0.240	11.9	10.6	67.5*	2.11*	20

* if B>25%, R outside [0.5; 2]

Impact d'adoption des technologies d'adaptation au changement climatique dans la production de pomme de terre
et maïs hybrides des ménages de la commune Muramvya

=====

Statistique de pomme de terre

Variable	Unmatched Matched	Mean		%bias	%reduct bias	t-test		V(T) / V(C)
		Treated	Control			t	p> t	
Ag	U	41.741	48.857	-78.6		-3.98	0.000	0.51*
	M	41.741	41.345	4.4	94.4	0.34	0.737	2.22*
Sex	U	1.6207	1.3095	65.0		3.20	0.002	1.09
	M	1.6207	1.6034	3.6	94.5	0.19	0.850	0.98
Nivétud	U	1.069	.45238	87.6		4.26	0.000	1.48
	M	1.069	.98276	12.2	86.0	0.61	0.545	1.02
AEI	U	.7069	.69048	3.5		0.18	0.861	.
	M	.7069	.7931	-18.6	-425.0	-1.07	0.288	.
ACA	U	.82759	.54762	62.7		3.16	0.002	.
	M	.82759	.96552	-30.9	50.7	-2.48	0.015	.
ASV	U	.93103	.66667	69.1		3.57	0.001	.
	M	.93103	.96552	-9.0	87.0	-0.83	0.406	.
PM	U	.68966	.47619	43.9		2.18	0.032	.
	M	.68966	.62069	14.2	67.7	0.78	0.439	.
situama	U	1.1552	1.3095	-29.9		-1.52	0.131	0.46*
	M	1.1552	1.1207	6.7	77.7	0.45	0.656	0.95
Membreduneassociatio	U	.53448	.2619	57.4		2.80	0.006	.
	M	.53448	.44828	18.1	68.4	0.92	0.357	.

* if variance ratio outside [0.59; 1.69] for U and [0.59; 1.69] for M

Sample	Ps R2	LR chi2	p>chi2	MeanBias	MedBias	B	R	%Var
Unmatched	0.402	54.74	0.000	55.3	62.7	173.9*	0.61	50
Matched	0.078	12.58	0.183	13.1	12.2	67.3*	2.00*	25

* if B>25%, R outside [0.5; 2]

Variable	Sample	Treated	Controls	Difference	S.E.	T-stat
Qtétotproduité	Unmatched	266.706897	175.714286	90.9926108	34.2116975	2.66
	ATT	266.706897	167.568966	99.137931	68.4344911	1.45
	ATU	175.714286	560.047619	384.333333	.	.
	ATE			218.92	.	.