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

Stratégies d’adaptation des riziculteurs aux effets du changement climatique dans la plaine de l’Imbo

Ntunzwenimana, Anicet

2023-09
UB, FSEA
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/419

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

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES ET DE GESTION

MASTER EN ECONOMIE RURALE, SOCIALE ET ENVIRONNEMENTALE

STRATEGIES D'ADAPTATION DES RIZICULTEURS AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LA PLAINE DE L'IMBO

Par :

NTUNZWENIMANA Anicet

Mémoire

présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention d'un diplôme de master en Economie Rurale, Sociale et Environnementale

Option : Economie de l'Environnement et des Ressources Naturelles.

==========

Sous la direction de:

Dr Pierre Claver BITAMA

Bujumbura, Septembre 2023

MEMBRES DU JURY

Président : Pr. Diomède MANIRAKIZA

Directeur : Dr. Pierre Claver BITAMA

Secrétaire : Pr. Willy Marcel NDAYITWAYEKO

DEDICACES

Cette œuvre est dédiée :

A Dieu, le tout puissant

A ma mère que j'aime tant;

A tous mes frères et sœurs ;

A toutes mes connaissances.

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu Tout Puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail. Nous exprimons notre immense reconnaissance à notre directeur de mémoire Monsieur le Professeur BITAMA Pierre claver pour sa confiance en acceptant d'encadrer ce travail de master, pour ses nombreux conseils, et pour nous avoir accordé la liberté de prendre des initiatives dans notre démarche scientifique. Nous lui témoignons ici notre plus grand respect. Nous tenons à saisir également cette occasion pour adresser nos profonds remerciements et notre reconnaissance aux personnes citées ci-après, pour leur contribution respective dans l'élaboration de ce document :

- A tous les professeurs de l'université du Burundi pour la richesse et la qualité de l'enseignement qu'ils nous ont partagés
- A Monsieur NDIKUMANA Baudoin pour ses conseils et ses aides dans la réalisation de ce mémoire
- A messieurs les administrateurs communaux des communes de GIHANGA et BUBANZA
- A Monsieur NYAMWERU Jean Claude, Maitre-assistant à l'université du Burundi qui a pris son temps pour nous expliquer comment on fait la rédaction d'un travail de recherche
- A Monsieur MUKENGE NAMUBAMBA Adolphe, Maitre-assistant à l'université de kaziba au Congo pour ses conseils.

A tous ceux qui ont, de près ou de loin, qui contribuent à la conception et à la réalisation de ce mémoire, je leur adresse mes remerciements les plus vifs et les plus sincères.

RESUME

Le secteur agricole est confronté à de nombreux problèmes suite aux effets du changement climatique. Notre travail a analysé les différentes stratégies d'adaptation des riziculteurs face aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo et les facteurs déterminants ces stratégies d'adaptation. Des enquêtes ont été faites auprès de 301 riziculteurs dans la commune de GIHANGA et dans la commune de MUTIMBUZI. Les analyses statistiques nous ont permis de montrer les différentes stratégies d'adaptation face aux effets du changement climatique et les différents facteurs déterminants ces stratégies d'adaptation. Les résultats de ces statistiques révèlent que 100% des producteurs du riz remarquent des effets du changement climatique dans leurs productions rizicoles. Ces effets s'expliquent par la température élevée, le retard de la pluie, l'augmentation de la durée d'ensoleillement, la sècheresse, les maladies du riz et manque de pluie. En réponse de ces effets, les riziculteurs adoptent les différentes stratégies d'adaptation face aux effets du changement climatique comme le reboisement, l'utilisation des semences améliorées, les achats des produits phytosanitaires, l'utilisation des semences améliorées, la diversification des sources des revenus, la diversification des cultures, l'intégration des cultures et la clôture des parcelles. Les 184 riziculteurs sur 301 qui ont mis en application ces stratégies d'adaptation face aux effets du changement ont un revenu moyen qui est égale 4527608.696 F et une productivité rizicole moyenne qui est égale 2436.196 kg par rapport aux autres riziculteurs qui n'ont pas mis en application ces stratégies d'adaptation face aux effets du changement climatique. Et les 117 riziculteurs qui n'ont pas mis en œuvre les stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique reçoivent un revenu moyen 2453162.462 F et une production rizicole moyenne de 1240.684 kg. Cela signifie que les riziculteurs mettant en œuvre les stratégies d'adaptation ont un revenu supplémentaire moyen de 2074446,234 F et une production supplémentaire moyenne rizicole 1195,512 kg. Ce qui explique les facteurs déterminants les stratégies d'adaptation sont le crédit agricole et la formation agricole ont un effet positif et significatif pour la décision des riziculteurs face aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo.

Mots clés : changement climatique, stratégies d'adaptation, capacité d'adaptation, production rizicole, revenu

ABSTRACT

The agricultural sector is facing numerous problems as a result of the effects of climate change. Our work analyzed the different adaptation strategies of rice growers faced with the effects of climate change in the Imbo plain, and the factors determining these adaptation strategies. Surveys were carried out among 301 rice farmers in the GIHANGA and MUTIMBUZI communes. Statistical analyses showed the different strategies used to adapt to the effects of climate change, and the different factors determining these adaptation strategies. The results of these statistics reveal that 100% of rice producers are noticing the effects of climate change on their rice production. These effects are explained by high temperatures, delayed rainfall, increased sunshine duration, drought, rice diseases and lack of rain. In response to these effects, rice farmers are adopting various strategies to adapt to the effects of climate change, such as reforestation, use of improved seeds, purchase of phytosanitary products, use of improved seeds, diversification of income sources, crop diversification, crop integration and fencing of plots. The 184 rice farmers out of 301 who have implemented these adaptation strategies to the effects of climate change have an average income equal to 4527608.696 F and an average rice productivity equal to 2436.196 kg, compared with the other rice farmers who have not implemented these adaptation strategies to the effects of climate change. And the 117 rice farmers who have not implemented climate change adaptation strategies receive an average income of 2453162.462 F and an average rice production of 1240.684 kg. This means that rice farmers implementing adaptation strategies have an average additional income of 2074446.234 F and an average additional rice production of 1195.512 kg. This explains why the factors determining adaptation strategies are agricultural credit and agricultural training have a positive and significant effect on rice growers' decisions in the face of the effects of climate change in the Imbo plain

Keywords: climate change, adaptation strategies, adaptive capacity, rice production, income

TABLE DES MATIERES

MEMBRES DU JURY ..... **i**
DEDICACES ..... **ii**
REMERCIEMENTS ..... **iii**
RESUME ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
TABLE DES MATIERES ..... **vi**
LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES ..... **ix**
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS ..... **x**
AVANT-PROPOS ..... **xi**
CHAP.I. INTRODUCTION **1**
I.1. Contexte 1
I.2. Problématique 2
I.3. Questions de recherche 3
I.4. Objectif global 4
I.5. Objectifs spécifiques 4
I.6. Hypothèses 4
I.7. Intérêt du sujet 4
I.8. Motivation du sujet 5
I.9. Délimitation du travail et structure du mémoire 5
CHAP.II. REVUE DE LA LITTERATURE DE LA RECHERCHE **6**
II.1. Concepts de base sur le climat 6
II.2. Les principaux risques 11
II.3. Théorie anthropogénique de réchauffement planétaire 13
II.3.1. Introduction 13
II.3.2. Sept théories anthropogéniques de réchauffement 14
II.3.2.1. Émissions de gaz à effet de serre 14
II.3.2.2. Effet de serre renforcé 14
II.3.2.3. Modification des cycles biogéochimiques 14
II.3.2.4. Production d'aérosols 15
II.3.2.5. Dégradation de l'ozone 15
II.3.2.6. Urbanisation et changement d'utilisation des terres 15
II.3.2.7. Perturbations des cycles de l'eau 15
II.4. Stratégies d'adaptation 15

II.5. Types de stratégies d'adaptation 18
II.5.1. stratégies d'adaptation agricole 18
II.5.1.1. La conservation des sols 18
II.5.1.2. Amélioration des pratiques de gestion des sols 19
II.5.1.3. Gestion efficace de l'eau 19
II.5.1.4. Utilisation de semences résistantes au climat 19
II.5.1.5. Gestion intégrée des ravageurs et des maladies 19
II.5.1.6. Adaptation des calendriers agricoles 19
II.5.1.7. Diversification des sources de revenus 20
II.5.2. stratégies d'adaptation non agricole 20
II.5.2.1. Infrastructures résilientes 20
II.5.2.2. Gestion des ressources en eau 20
II.5.2.3. Planification urbaine et aménagement du territoire 21
II.5.2.4. Gestion des risques et des catastrophes 21
II.5.2.5. Adaptation dans le secteur de la santé 21
II.5.2.6. Transformation des secteurs économiques 21
II.6. Facteurs influençant les stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique 22
II.6.1. Les ressources financières 22
II.6.2. Les politiques et les réglementations 23
II.6.3. Les facteurs socio-économiques 24
II.7. La productivité rizicole à l'examen du changement climatique 25
II.8. La riziculture au Burundi 25
II.9. Relation entre le changement climatique et la production du riz dans la plaine de l'imbo 26
II.10. Evolution de la production rizicole burundaise 27
CHAP.III. METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE 29
III.1. Présentation de la zone d'étude 29
III.2. Elaboration du questionnaire d'enquête 30
III.3. Méthode d'échantillonnage 30
III.4. Collecte données 31
III.5. Réalisation des enquêtes 32
III.6. Déroulement de l'enquête 32
III.7. Limite de l'étude 32
III.8. Description des variables utilisées dans le modèle 32

III. 9. Technique d'analyse 34
III.9.1. Modèle économétrique 34
III.9.1.1. Estimation des facteurs déterminants les stratégies d'adaptation 34
III.9.1.2. Modèle de régression par commutation endogène (RCE) pour estimer les stratégies d'adaptation des riziculteurs 35
III.9.1.3. Analyse contrefactuelle de l'adaptation aux effets du changement climatique dans la plaine de l'Imbo 36
CHAP.IV. PRESENTATION DES RESULTATS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS 37
IV.1. Présentation des résultats 37
IV.1.1. Les caractéristiques socioéconomiques des producteurs du riz dans la commune de Gihanga et dans la commune de Mutimbuzi 37
IV.1.2. Risques agricoles identifiés dans la plaine de l'imbo 38
IV.1.3. Stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo 39
IV.1.4. Les facteurs déterminants des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo 41
IV.1.5. Effets marginaux pour les riziculteurs tenant compte aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo 43
IV.1.6. Effets marginaux pour les riziculteurs ne tenant pas compte aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo 45
IV.1.7. La comparaison des moyennes entre les riziculteurs adaptant les stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique et les riziculteurs non adaptant les stratégies aux effets du changement climatique 47
IV.2. Discussions des résultats de la recherche 48
CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS 50
BIBLIOGRAPHIE 53
ANNEXES 57

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1 : Montrant les principaux risques et les perspectives d'adaptation 12
Tableau 2: Evolution de la production du riz de 2005 à 2020 28
Tableau 3 : Tableau de répartition.....30
Tableau 4 : Tableau des valeurs des intervalles de confiance selon louis m. rea et richard a. parker en 1997 31
Tableau 5: Description des variables du modèle.....33
Tableau 6 : Caractéristiques socioéconomiques des producteurs du riz 38
Tableau 7 : Risques agricoles identifiés dans la plaine de l'imbo.....39
Tableau 8 : Les facteurs déterminants des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo.....42
Tableau 9 : Tableau des effets marginaux.....43
Tableau 10 : Tableau des effets marginaux.....45
Tableau 11 : Comparaison entre les riziculteurs mettant en œuvre les stratégies d'adaptation et les riziculteurs ne mettant pas les stratégies d'adaptation 47

Figures

Figure 1: Vulnérabilité face au changement climatique.....10
Figure 2 : Stratégies d'adaptation et le taux de mise en application 41

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

ADISCO : Appui au Développement Intégral et Solidaire sur les Collines

IFPRI : International Food Policy Research Institute

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economique

CNUED : convention des Nations Unies pour l'Environnement et le Développement

CCNUCC : Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

GES : Gaz à Effet de Serre

GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

MINAGRIE : Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage

SRDI : Société Rizicole de Développement de l'Imbo

INECN : Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature

FBU : Franc Burundais

RCE : Modèle de régression par commutation endogène

AVANT-PROPOS

Cette étude a été réalisée dans le cadre de l'obtention d'un diplôme de Master en Economie Rurale, Sociale et Environnementale, spécialité en Economie de l'Environnement et des Ressources naturelles. Elle porte sur les Stratégies d'adaptation des riziculteurs aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo. La plaine de l'Imbo qui est le grenier pour la production rizicole malgré l'existence du changement climatique. Cette production rizicole est affectée par les effets du changement climatique, ce qui entraine une faible production dans la plaine de l'Imbo. Cette étude évalue les stratégies d'adaptation des riziculteurs aux effets du changement climatique et les facteurs déterminants les stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique.

CHAP.I. INTRODUCTION

I.1. Contexte

Le riz est une culture très importante dans le monde et joue un rôle prépondérant dans la satisfaction des besoins alimentaires avec une consommation qui a progressé régulièrement au rythme de 3,5 % depuis 2005 (Aliou Diagne et al, 2013). Elle est consommée par plus de la moitié de la population mondiale avec près de 50 millions de consommateurs en Afrique dont la plupart sont en milieu rural (Dogo Seck et al, 2012) .

Le riz est produit sous plusieurs conditions écologiques favorables et ces produits servent à l'alimentation humaine et animale. Les statistiques montrent que plus 43% des populations mondiales dépendent de cette culture consommant annuellement 90 kg de riz et par habitant (FAO, 2021). Cependant, les quantités produites ont progressées de 33% dans le continent africain sur une période de 2007-2017 selon les données de la FAO 2018. Même si on constate qu'il y a eu une augmentation de la production du riz dans le continent africain, la demande aussi d'autre part continue à augmenter. On laisse croire alors que ces quantités produites ne sont pas en mesure de couvrir les besoins de la consommation du riz dans la région (ADISCO , 2021). Cette faible capacité de la production à satisfaire la demande ont attiré plusieurs chercheurs (Di Falco 2018, Veronesi 2013,Dinar A, Hassan R, Mendelsohn R, Benhin J et al , 2008) dont certains d'entre eux l'ont attribué à des effets accélérés par le changement climatique tel que les inondations, la prolongation de la sécheresse, des pluies intenses, la prolifération des insectes ravageurs et des maladies (IFPRI , 2010). Par ailleurs, d'autres chercheurs comme Dang et al. (2014) ont rapporté des contraintes socio-économiques et financières des riziculteurs tels que le manque de financement, accès difficile au crédit, manque des infrastructures d'irrigation, accès difficile à la terre. Donc, les risques du changement climatique constituent un défi majeur du monde agricole et occasionnent des pertes des rendements significatives (OCDE, 2020). Et les projections climatiques futures et ses effets sur l'agriculture occasionneront plus encore des pertes considérables pour les cultures très exigeantes comme le riz (Mishra, Chaudhury Shripati, 2008).

Les agriculteurs qui en dépendent pour leur survie et bien être en sont d'ores et déjà vulnérables et les effets les plus frappants révélés par le GIEC en 2012 sont l'augmentation de la pauvreté, du chômage, des maladies du VIH SIDA et de la migration.

Les agriculteurs ne croisent pas les bras face aux effets du changement climatique mais ils développent des techniques appropriées aux seins de leurs exploitations pour s'adapter en tenant compte de leurs moyens (Jean Bosco et al, 2016) . Les autres études récentes montrent que certains riziculteurs recourent à la vente de leurs bétails (Merrey, 2018), au crédit (Tsado, 2014), à la diversification des sources des revenus (Dang H. L., 2014), à l'intégration de l'élevage et de l'aquaculture dans leur système de production (IMP, 2010) pour s'adapter aux causes du changement climatique.

Certains auteurs (Wang et al. 2009, 2014; al., Chen et; Holst et al. 2013, Sanghi and Mendelsohn 2008, Kumar and Parikh1998) citent les stratégies d'adaptation des agriculteurs face aux conditions climatiques changeantes d'adaptation comme la conservation du sol, de planter des arbres, de pratiquer l'irrigation pour les riziculteurs, d'adopter des nouvelles technologies pour la conservation du sol, de cultiver les nouvelles semences ou les nouvelles variétés ont fait l'objet d'une abondante littérature de ces dernières décennies.

Cette littérature s'est essentiellement penchée sur les perceptions que les agriculteurs ont de l'évolution des variables climatiques (Mertz et al.2009, West et al.2008), les déterminants de l'adaptation (Kurukulasuriya et Mendelsohn 2008; Di Falco et Veronesi 2013) et son impact (Derressa et Hassan, 2009 ; Di Falco et al.2011). Ces stratégies d'adaptation peuvent être importants (Di Falco ,Veronesi,Dinar A, Hassan R, Mendelsohn R, Benhin J et al , 2013;2008).

I.2. Problématique

Le Burundi connaît des conditions climatiques qui rendent l'agriculture difficile. C'est l'agriculture qui en dépend et cela pose un problème de l'insécurité alimentaire suite aux effets négatifs du changement climatique (Kurukulasuriya & Rosenthal, 2003; Mendelsohn, Diner, & Williams, 2006). Ces effets négatifs pourraient provoquer une faible production pour les agriculteurs. Cette faible production affecte le bien être de la population et causerait de la famine au sein de la famille agricole selon les indices de la FAO en 2018. Selon ses projections, la production agricole devrait diminuer de 50 % d'ici jusqu'à 2020 et les revenus provenant de la production agricole pourraient chuter à près 90 % jusqu'à 2100, cela signifie que ce sont les exploitants agricoles qui seront frappés par les effets dû aux effets du changement climatique. Par contre, cette diminution de la production agricole sera un grand problème de la sécurité alimentaire et les problèmes de l'insécurité alimentaire pourraient s'aggraver du jour en jour

selon les informations de la banque mondiale 2010. Plusieurs chercheurs se sont tournés à évaluer les effets du changement climatique sur la production agricole et leur niveau de vulnérabilité (Seguin, 2003). Peu d'entre ces études ont quantifiés la perte des rendements rizicoles dues aux effets environnementaux accélérés par le changement climatique (Pamalba Narcise Kabore et al, 2019).

Par ailleurs, d'autres ont analysé comment les ménages s'adaptent à ses effets climatiques, malheureusement peu d'entre eux (Arimi, 2014) ont déterminé les effets potentiels et contrefactuels de l'adaptation des riziculteurs. Cela limite souvent l'efficacité des décisions et des politiques mises en place par les décideurs pour accompagner les riziculteurs. Bien que la thématique du changement climatique ait intéressé le monde scientifique mais certaines études disponibles (Ndayiragije Alexis et al , 2017) ne révèlent pas les informations quantifiées des risques de pertes et le niveau du bien être liés aux stratégies d'adaptation mises en place par les riziculteurs au Burundi. Alors que ces informations sont très importantes dans la mise en place des politiques agricoles efficaces dans le sens d'augmentation de la capacité d'adaptation des riziculteurs. C'est pourquoi nous nous orientons auprès des riziculteurs de cette région pour voir les stratégies que les riziculteurs utilisent pour gérer les risques de pertes de rendement dues aux effets du changement et les impacts si les riziculteurs décident d'adapter les risques environnementaux et climatiques et les bénéfices liés et la question principale de notre recherche porte sur les stratégies d'adaptation des riziculteurs face aux effets du changement climatique dans la plaine de l'Imbo.

I.3. Questions de recherche

- Quelles sont les stratégies d'adaptation des riziculteurs face aux effets du changement climatique dans la plaine de l'Imbo ?
- Quels sont les facteurs déterminant les stratégies d'adaptation face aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo?

I.4. Objectif global

L'objectif global est d'analyser les différentes stratégies d'adaptation des riziculteurs face au changement climatique dans la plaine de l'imbo.

I.5. Objectifs spécifiques

- Analyser les facteurs déterminants les stratégies d'adaptation des riziculteurs face au changement climatique dans la plaine de l'imbo
- Analyser les stratégies d'adaptation des riziculteurs face au changement climatique dans la plaine de l'imbo

I.6. Hypothèses

- Le niveau d'instruction des riziculteurs, l'âge des riziculteurs, la participation dans la formation rizicole et l'expérience dans la production rizicole sont les facteurs déterminants les stratégies d'adaptation des riziculteurs face aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo.
- Il existe des stratégies d'adaptation que les riziculteurs utilisent pour faire face aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo.

I.7. Intérêt du sujet

Le sujet peut contribuer dans une instruction de l'adaptation aux effets du changement climatique en fournissant des avantages que l'agriculteur du riz peut en bénéficier s'il décide de mettre ou de ne pas mettre en œuvre les stratégies d'adaptation des riziculteurs face aux effets du changement climatique. Ce travail contribue aussi à la littérature existante sur l'adaptation aux effets du changement climatique en déterminant les stratégies d'adaptation mises en place par les riziculteurs de la plaine de l'imbo d'une part. D'autre part voir les facteurs déterminants les stratégies d'adaptation aux effets du changement des riziculteurs dans la plaine de l'imbo. Du fait de son importance, il peut servir d'outil d'aide à la prise de décision pour les décideurs dans l'orientation de leurs futures interventions.

I.8. Motivation du sujet

Le choix de notre zone d'étude est le fait que la plaine de l'imbo est le grenier pour la production rizicole au Burundi malgré l'existence du changement climatique qu'on observe dans cette plaine faisant partie du choix de cette zone d'étude. Et le riz est le plus sensible aux effets aux effets du changement climatique dans notre zone d'étude. En tant qu'étudiant en économie de l'environnement et des ressources naturelles, nous avons l'inspiration de découvrir les stratégies que les riziculteurs utilisent face au changement climatique pour aboutir une production suffisante et leurs déterminants de ces stratégies pour la production rizicole.

I.9. Délimitation du travail et structure du mémoire

La délimitation du travail de recherche fait référence à l'établissement clair et précis des frontières de l'étude. Il s'agit de définir les limites afin de maintenir la faisabilité du projet et d'obtenir des résultats pertinents. Notre travail fait référence des limites dans l'espace et dans le temps.

- Dans le temps, notre travail de recherche porte sur une période de plus d'un mois en vue de collecter les données sur terrain.
- Dans l'espace, notre travail est réalisé dans la plaine de l'imbo principalement dans la commune de Gihanga en province Bubanza et dans la commune Mutimbuzi en province Bujumbura .Donc, notre travail de recherche est regroupé en quatre chapitres :
  - Le premier chapitre de ce travail est l'introduction générale qui parle le contexte et les enjeux de la recherche.
  - Le deuxième chapitre de ce travail est la revue de la littérature qui parle des risques identifiés suite aux effets du changement climatique et des stratégies d'adaptation suite aux effets du changement climatique.
  - Le troisième chapitre de ce travail est la méthodologie de la recherche qui parle la démarche systématique et rigoureuse utilisée pour mener une étude
  - Le dernier chapitre est la présentation et discussion des résultats qui constituent une partie essentielle d'un travail de recherche. Cette section permet d'analyser et d'interpréter les données collectées et de les relier avec les objectifs de recherche.

CHAP.II. REVUE DE LA LITTERATURE DE LA RECHERCHE

II.1. Concepts de base sur le climat

- Le climat: Plusieurs définitions ont été trouvées sur le climat et ces définitions présentent certaines similarités. Selon le programme des Nations unies pour le développement de 2019, nous allons présenter deux définitions dans les deux cas: Le climat est le temps météorologique moyen qu'il fait en un lieu ou sur une région. Il est donc caractérisé par l'ensemble des paramètres météorologiques qui permettent de décrire le temps qu'il fait. Ces paramètres sont entre autres la température, l'humidité, la pression atmosphérique, précipitations et vent en sont les principaux. Chacun de ces paramètres est à son tour caractérisé par ses valeurs statistiques : moyenne, fréquence, écart type, etc. On essaie ensuite de trouver des zones au sein desquelles ces différents paramètres sont voisins, cela permet de définir un climat : océanique, continental, méditerranéen, tropical sec, équatorial, montagne tempéré etc. Le climat est souvent défini comme l'état moyen de l'atmosphère pendant une période donnée pour une région géographique donnée.

Donc, le climat est composé de plusieurs éléments chimiques comme la température, les vents ou la pression, les précipitations, l'humidité et le rayonnement solaire sont des paramètres les plus connus. Le terme « température » est employé dans la vie courante. Elle est considérée comme une grandeur physique liée à la notion immédiate de chaud et de froid. La température est un phénomène généré à l'échelle macroscopique par des mouvements des atomes et des molécules. Ainsi une température élevée signifie une grande agitation atomique (Aissa, Mahmoud Bacha, 2017). L'unité internationale de la température est le kelvin (K).En Europe, une autre unité très courante est Celsius (degrés Celsius). La plupart des appareils mesurant la température fonctionnent sur un principe similaire. Un élément de référence possède des caractéristiques connues qui mesurent la température est le thermomètre.

- L'humidité: désigne en météorologie la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. La vapeur d'eau est l'une des formes que l'eau indispensable à la vie peut prendre sur terre. Les autres sont la forme liquide et la forme solide (Mouaiz, Hilab, 2018). Dans cette définition, on trouve deux catégories de l'humidité qui sont : l'humidité absolue comme le rapport de la masse de vapeur d'eau, généralement en g sur le volume d'air humide en m3 à la pression et la température

considérées et l'humidité relative correspond au rapport de la pression partielle de vapeur d'eau contenue dans l'air sur la pression de vapeur saturante à la même température et pression.

- **la pression atmosphérique** : La pression est une notion physique fondamentale. La pression atmosphérique est la pression de l'air en un point quelconque d'une atmosphère (Nour Elhouda,Nadjlaa, 2019). La pression atmosphérique se mesure à l'aide généralement d'un baromètre. Depuis longtemps Elle a été mesurée en millimètre de mercure en raison de l'utilisation courante de baromètre à colonne de mercure. Après l'adoption du pascal comme unité de pression, les météorologues utilisent un multiple de cette unité, l'hectopascal.
- **Les vents:** Les vents jouent un rôle important dans le climat terrestre en transportant la chaleur, l'humidité et les polluants atmosphériques à travers le globe. Dans le contexte du changement climatique, les vents peuvent être affectés de plusieurs manières, ce qui peut avoir des impacts importants sur le climat, les écosystèmes et les populations (Naomi Klein, 2008). La variation de la température entre les zones tropicales et les zones polaires est l'une des principales causes des vents. Plus précisément, les vents sont générés par le mouvement des masses d'air de haute pression vers les masses d'air de basse pression. Ce mouvement est causé par la différence de température entre les zones de haute et de basse latitude. L'augmentation de la température globale de la Terre peut modifier cette différence de température et, par conséquent, affecter les vents.

- Les précipitations: Elles peuvent chuter sous plusieurs formes. On peut avoir la pluie, la neige, le brouillard, la grêle,...Elles sont mesurées à l'aide d'un pluviomètre de façon directe et d'un pluviographe indirectement en millimètre (Fumière, 2019)

- **Le rayonnement solaire**: selon Samuel Pierpont Langley 1904, le rayonnement solaire est l'énergie provenant du soleil qui atteint la surface de la Terre. Cette énergie est essentielle pour le maintien de la vie sur Terre, car elle est utilisée par les plantes pour la photosynthèse et elle alimente les cycles de l'eau et des nutriments dans les écosystèmes. Cependant, dans le contexte du changement climatique, le rayonnement solaire peut avoir des effets importants sur le climat et sur les écosystèmes. L'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, tels que le dioxyde de carbone (CO2), le méthane (CH4) et le gaz fluoré (HFC), a pour effet de piéger une partie du rayonnement solaire réfléchi par la surface terrestre et les océans, ce qui contribue à

l'augmentation de la température globale de la Terre. En d'autres termes, le rayonnement solaire est absorbé par les gaz à effet de serre, qui réchauffent l'atmosphère en piégeant la chaleur.

- Le terme climatologie: est la branche des sciences de la Terre qui étudie le climat et ses variations à long terme (Mann, Michael E., 1996). Elle examine les différents facteurs qui influencent le climat, tels que la température, la pression atmosphérique, la précipitation, l'humidité et le vent, ainsi que les cycles naturels comme les cycles solaires, les oscillations océaniques. La climatologie est donc essentielle pour comprendre les effets du changement climatique sur l'environnement, les écosystèmes et les sociétés humaines. Elle permet également de développer des stratégies d'adaptation et d'atténuation face au changement climatique, telles que la réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'utilisation de sources d'énergie renouvelable et la mise en place de mesures d'adaptation pour aider les populations à s'adapter aux impacts du changement climatique (Callendar, Guy Stewart, 1964).

- La météorologie est la science qui étudie les phénomènes atmosphériques, tels que la température, la pression, l'humidité, les précipitations, les vents et les nuages, ainsi que les interactions entre ces phénomènes (hansen, james, 2018). Elle utilise des observations, des mesures et des modèles pour comprendre et prévoir les conditions atmosphériques à court terme dans une région donnée. Donc, La météorologie est importante car elle fournit des informations essentielles pour la planification et la prise de décision dans de nombreux secteurs, tels que l'agriculture, les transports, la gestion de l'eau, la sécurité publique et les activités de plein air. Par exemple, les prévisions météorologiques peuvent aider les agriculteurs à planifier les périodes de semis et de récolte, les compagnies aériennes à planifier les itinéraires de vol et les navires à éviter les tempêtes

- Le temps est un phénomène à court terme, il est affecté par le changement climatique à plus long terme (Philip K. Hopke, 2008). Le changement climatique peut modifier les patrons météorologiques et entraîner des événements météorologiques extrêmes plus fréquents et plus intenses. Les scientifiques comme (Thomas R. Karl 2003, David W. Titley2009, Heidi Cullen 2019) continuent de surveiller les effets du changement climatique sur le temps et de développer des modèles climatiques pour comprendre comment il peut affecter le temps à l'avenir.

- Changement climatique : Selon le 5ème rapport du GIEC en 2014, le changement climatique s'entend d'une variation de l'état du climat que l'on peut déceler par des modifications de la moyenne ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Cette définition diffère de celle figurant dans la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques 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. Donc, Les changements climatiques peuvent être la conséquence de processus naturels internes ou de forçages externes tels que les modulations des cycles solaires, les éruptions volcaniques et les changements anthropiques persistants de la composition de l'atmosphère ou de l'utilisation des terres.

- Adaptation aux effets du changement climatique : Selon la CCNUCC, l'adaptation consiste en des Initiatives et Mesures d'ajustement des développements socio- économiques (systèmes sociaux selon la CCNUCC) dirigées en réponse ou en anticipation des nouvelles conditions générées par le changement climatique ou l'adaptation sont considérées comme un complément important à l'atténuation, qui consiste à réduire les émissions de gaz à effet de serre pour limiter l'ampleur des changements climatiques. Selon le GIEC 2014, l'adaptation consiste en des Initiatives et mesures prises pour réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains aux effets des changements climatiques réels ou prévus.

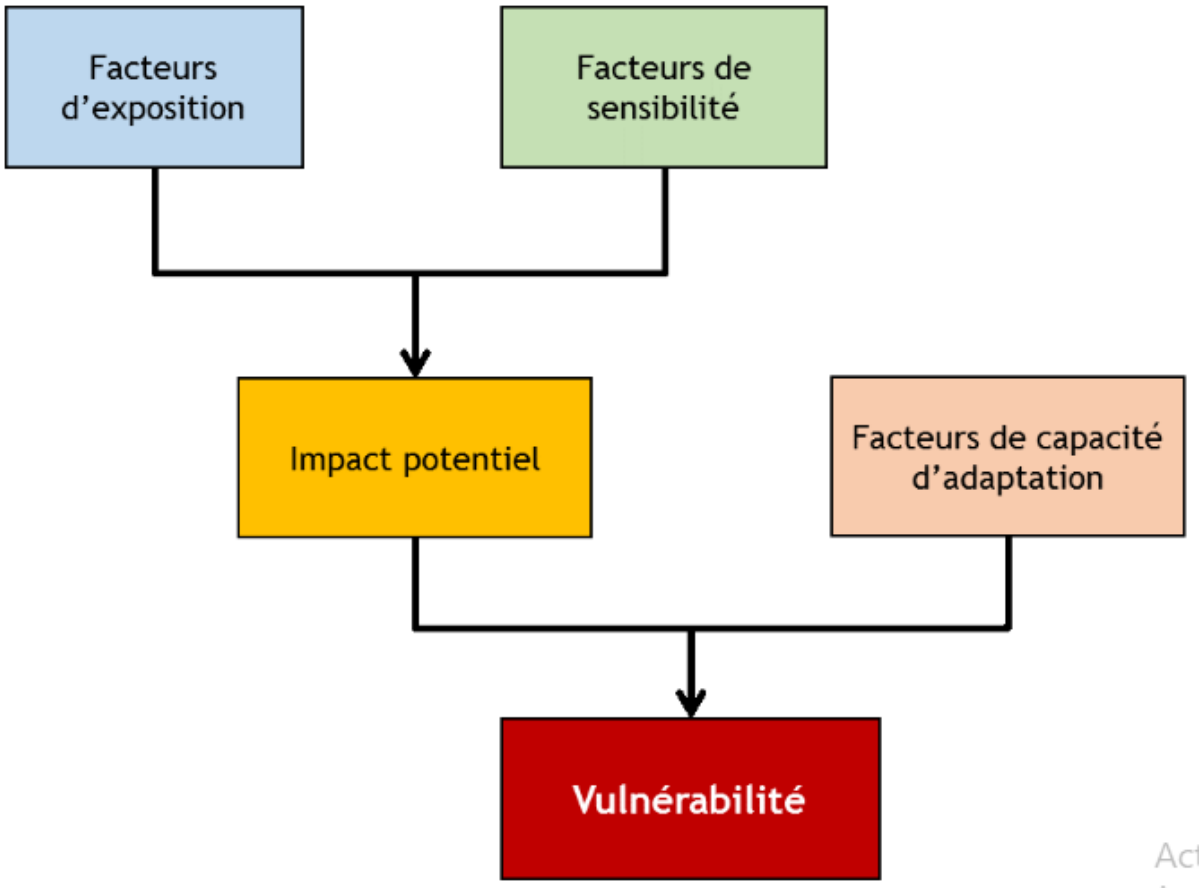
- Atténuation au changement climatique: selon la FAO 2009, l'atténuation est considérée comme un complément important à l'adaptation, qui consiste à réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains face aux impacts du changement climatique qui sont déjà inévitables ou qui sont susceptibles de se produire à l'avenir

- Stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique: selon l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, 2017), la stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique est un plan détaillé qui vise à réduire la vulnérabilité d'un système naturel ou humain face aux impacts du changement climatique qui sont déjà inévitables ou qui sont susceptibles de se produire à l'avenir. Les stratégies d'adaptation sont devenues de plus en plus importantes à mesure que les impacts du changement climatique se sont intensifiés et que les communautés ont commencé à faire face à des conditions météorologiques extrêmes, des

pénuries d'eau, des perturbations de la production alimentaire et d'autres impacts du changement climatique. Les stratégies d'adaptation sont un moyen essentiel d'assurer la résilience des communautés et des écosystèmes face aux défis du changement climatique.

- Vulnérabilité face au changement climatique : a été définie comme le degré selon lequel un système est susceptible, ou se révèle incapable, de faire face aux effets néfastes des changements climatiques, notamment à la variabilité du climat et aux évènements climatiques extrêmes selon le FMI 2021 (figure) suivante :

Figure 1: Vulnérabilité face au changement climatique



Source: Guide de référence sur la Vulnérabilité, 2014

La capacité d'adaptation : est définie comme la capacité d'un système à s'adapter au changement climatique afin de réduire les dommages potentiels, de tirer avantage des opportunités, ou de s'adapter aux conséquences (PNUD, 2010). La capacité d'adaptation dépend de nombreux facteurs, tels que la disponibilité des ressources, la connaissance des risques

climatiques, les compétences techniques, les infrastructures, les institutions, les politiques et la gouvernance. Les systèmes qui ont une capacité d'adaptation élevée sont mieux préparés à faire face aux impacts du changement climatique, à gérer les risques et à s'adapter aux changements. Ils sont capables de mettre en œuvre des mesures d'adaptation efficaces et de réduire leur vulnérabilité.

L'exposition au changement climatique: fait référence à la mesure dans laquelle un système naturel ou humain est exposé aux impacts du changement climatique, tels que des événements météorologiques extrêmes, une élévation du niveau de la mer, des sécheresses, des inondations, des températures extrêmes (Mark Lynas, 2007). La compréhension de l'exposition au changement climatique est importante pour l'élaboration de stratégies d'adaptation efficaces et pour la planification des mesures d'atténuation (Mann, Michael, 2012). Les politiques et les mesures d'adaptation doivent être adaptées aux besoins spécifiques des populations et des écosystèmes exposés afin de réduire leur exposition et de renforcer leur résilience face aux impacts du changement climatique.

II.2. Les principaux risques

La recherche de solution sur le changement climatique a fait l'objet de ces conférences

La principale solution est la réduction des Gaz à effet de serre pour tous les pays. En effet, il est nécessaire de mettre en place des mesures pour lutter et réduire les impacts négatifs face aux changements climatiques.

Le tableau suivant montre les principaux risques qui sont évoqués par le GIEC dans leur contribution au cinquième rapport sur l'évolution du climat selon le GIEC en 2014.

Tableau 1 : Montrant les principaux risques et les perspectives d'adaptation

Principaux risques	**Perspectives d'adaptation**
Baisse de la productivité des cultures due à la chaleur et la sécheresse	Adaptations technologiques (variétés végétales tolérantes au stress, irrigation, systèmes d'observation perfectionnés, etc.) Amélioration de l'accès des petits producteurs au crédit et à d'autres facteurs de production essentiels; diversification des modes de subsistance Renforcement des institutions à l'échelle locale, nationale et régionale pour appuyer l'agriculture Adaptations agronomiques (agroforesterie, agriculture de conservation)
Aggravation des pressions exercées sur les ressources hydriques déjà lourdement sollicitées par la surexploitation et la dégradation, et qui feront face à l'avenir à une demande accrue. Stress dû à la sécheresse exacerbé dans les régions africaines déjà exposées à ce fléau	Réduction des facteurs de perturbation non climatiques des ressources hydriques Renforcement des capacités institutionnelles pour la gestion de la demande Développement urbain durable
Variations de l'incidence et de l'extension géographique des maladies à transmission vectorielle ou d'origine hydrique dues à l'évolution des températures et des précipitations moyennes et de leur variabilité, en particulier aux limites de leurs aires de répartition	Réalisation des objectifs de développement, et notamment amélioration de l'accès à l'eau potable et des systèmes d'assainissement, et renforcement des fonctions liées à la santé publique telles que la surveillance - Cartographie de la vulnérabilité et systèmes d'alerte précoce - Coordination intersectorielle - Développement urbain durable

II.3. Théorie anthropogénique de réchauffement planétaire

II.3.1. Introduction

La théorie anthropogénique du réchauffement planétaire, également connue sous le nom de théorie du réchauffement climatique d'origine humaine, affirme que les activités humaines sont la principale cause du réchauffement de la planète observé depuis le début de l'ère industrielle. Selon cette théorie, les émissions de gaz à effet de serre résultant de la combustion des combustibles fossiles, de la déforestation et d'autres activités humaines contribuent de manière significative à l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Les gaz à effet de serre, tels que le dioxyde de carbone (CO2), le méthane (CH4) et le protoxyde d'azote (N2O), agissent comme une couverture isolante autour de la Terre, piégeant une partie de la chaleur du soleil et empêchant son échappement dans l'espace. Cela crée un effet de serre naturel qui est essentiel à la vie sur Terre, car il maintient une température moyenne globale compatible avec la présence d'eau liquide et de conditions propices à la vie.

Cependant, les activités humaines ont considérablement augmenté les concentrations de ces gaz à effet de serre dans l'atmosphère au cours des dernières décennies. Les principales sources d'émissions sont la combustion des combustibles fossiles tels que le charbon, le pétrole et le gaz naturel pour la production d'énergie, le transport et l'industrie, ainsi que la déforestation et la destruction des écosystèmes naturels.

Les scientifiques Di Falco et al. 2011 ; Yegbemey et al, 2014 ; Feleke et al, 2016 ; Peck, 2017 ; Kabir et al, 2017 ; Thamo et al, 2017 ; Berhe et al, 2017 s'appuient sur des données recueillies à partir d'observations, de modèles climatiques et d'études sur les archives climatiques pour évaluer l'impact des activités humaines sur le climat. Les preuves suggèrent de manière convaincante que l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre d'origine humaine est responsable de l'élévation des températures observée au niveau mondial.

Les conséquences du réchauffement planétaire d'origine humaine sont multiples et comprennent l'augmentation des températures moyennes, la fonte des calottes glaciaires et des glaciers, l'élévation du niveau de la mer, les changements dans les modèles de précipitations, les événements météorologiques extrêmes plus fréquents et plus intenses, ainsi que les impacts sur les écosystèmes et la biodiversité. Il convient de noter qu'il existe un consensus scientifique très large sur la réalité du réchauffement climatique d'origine humaine.

Les conclusions du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), qui rassemble des milliers de scientifiques du monde entier, sont largement acceptées par la communauté scientifique. Il est important de prendre des mesures pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et atténuer les effets du réchauffement planétaire. Cela comprend la transition vers des sources d'énergie propres et renouvelables, l'amélioration de l'efficacité énergétique, la préservation des écosystèmes naturels et la promotion de pratiques durables dans tous les secteurs de l'économie.

II.3.2. Sept théories anthropogéniques de réchauffement

II.3.2.1. Émissions de gaz à effet de serre

Cette théorie ne soutient que les activités humaines, telles que la combustion des combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel), la déforestation et l'agriculture intensive, entraînent une augmentation des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Ces gaz, tels que le dioxyde de carbone (CO2), le méthane (CH4) et le protoxyde d'azote (N2O), piègent la chaleur du soleil dans l'atmosphère, provoquant ainsi le réchauffement de la planète.

II.3.2.2. Effet de serre renforcé

Selon cette théorie, les activités humaines ont intensifié l'effet de serre naturel en augmentant les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Cela entraîne une rétention accrue de la chaleur, ce qui contribue au réchauffement global.

II.3.2.3. Modification des cycles biogéochimiques

Les activités humaines modifient les cycles biogéochimiques, tels que le cycle du carbone et le cycle de l'azote, en libérant des quantités massives de carbone et d'azote dans l'atmosphère. Ces changements perturbent l'équilibre naturel du système climatique et contribuent au réchauffement.

II.3.2.4. Production d'aérosols

Les aérosols, de petites particules en suspension dans l'atmosphère, peuvent avoir un impact sur le climat. Certaines activités humaines, comme la combustion de combustibles fossiles et la pollution industrielle, produisent des aérosols qui peuvent avoir un effet de refroidissement en réfléchissant la lumière solaire. Cependant, l'effet net des aérosols sur le climat est complexe et dépend de plusieurs facteurs.

II.3.2.5. Dégradation de l'ozone

La dégradation de la couche d'ozone dans la stratosphère, principalement due aux émissions de chlorofluorocarbones (CFC) et d'autres substances appauvrissant l'ozone, peut influencer le climat. La diminution de la couche d'ozone peut modifier les schémas de circulation atmosphérique, ce qui peut à son tour affecter les températures et les précipitations à la surface de la Terre.

II.3.2.6. Urbanisation et changement d'utilisation des terres

L'expansion des zones urbaines et les changements dans l'utilisation des terres, tels que la déforestation et l'urbanisation croissante, peuvent modifier les caractéristiques physiques de la surface terrestre. Cela peut influencer les schémas de circulation atmosphérique, l'albédo (réflectivité) de la surface terrestre et les émissions de chaleur, contribuant ainsi au réchauffement climatique.

II.3.2.7. Perturbations des cycles de l'eau

Les activités humaines peuvent perturber les cycles naturels de l'eau, notamment par le biais de la déforestation, de la modification des cours d'eau et de l'irrigation intensive. Ces perturbations peuvent entraîner des changements dans les modèles de précipitations et d'évaporation, ce qui peut à son tour influencer le climat à l'échelle régionale et mondiale.

II.4. Stratégies d’adaptation

Les stratégies d'adaptation font référence aux actions et aux processus utilisés par les individus, les organisations ou les systèmes pour faire face aux changements, aux défis ou aux situations nouvelles. Ces stratégies peuvent être observées dans de nombreux domaines, tels que la psychologie, les affaires, l'économie, l'environnement et les sciences sociales.

En ce qui concerne les revues empiriques sur les stratégies d'adaptation, il existe une grande variété d'études qui examinent ces stratégies dans différents contextes.

L'agriculture est l'un des secteurs les plus vulnérables aux effets du changement climatique tel que l'augmentation de la températures, les précipitations et les événements climatiques extrêmes qui peuvent affecter la production alimentaire et la sécurité alimentaire de la population en général (Moussa Sall, 2015).

Ces effets du changement climatique ont poussé le GIEC en 2014 d'adopter des stratégies face aux effets du changement climatique. Ce GIEC négocie des objectifs substantiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) pour tous les grands émetteurs ainsi que des objectifs d'émissions pour les pays en développement dont l'économie et les émissions de GES sont plus importantes, qu'elle convienne de conditions pour mobiliser le transfert de technologies afin de favoriser les réductions d'émissions dans les pays en développement, qu'elle fournisse un cadre et des incitations financières pour protéger les grandes forêts restantes dans les pays en développement et qu'elle augmente considérablement les financements fiables pour l'adaptation au changement climatique dans les pays les plus vulnérables. Les scientifiques comme Daniel Scott et Susanne Becken en 2010 examinent les stratégies d'adaptation mises en œuvre dans différents secteurs tels que l'agriculture, la gestion des ressources en eau, la santé publique, etc. Ils évaluent également l'efficacité de ces stratégies et identifie les facteurs clés de succès liés à l'adaptation au changement climatique. Elle passe en revue différentes approches d'adaptation, y compris l'adaptation basée sur les écosystèmes, l'adaptation communautaire et l'adaptation planifiée.

Les adaptations varient en fonction du système dans lequel elles se produisent de la personne qui les entreprend, des stimuli climatiques qui les déclenchent et de leur calendrier, de leurs fonctions, de leurs formes et de leurs effets (Wilhite, D.A., N.J. Rosenberg, and M.H. Glantz, 1986).

Dans les systèmes naturels non gérés, l'adaptation est autonome et réactive par laquelle les espèces et les écosystèmes répondent à des conditions modifiées. Ce terme fait référence à des changements dans les processus, les pratiques ou les structures pour modérer ou compenser les dommages potentiels, pratiques ou structures afin d'atténuer ou de compenser les dommages potentiels ou pour tirer parti des opportunités associées aux changements climatiques.

Il s'agit d'ajustements visant à réduire la vulnérabilité des communautés, des régions ou des activités au changement et à la variabilité climatiques. Cette revue publiée explore les questions d'équité et de développement durable liées à l'adaptation au changement climatique. Elle examine les défis socio-économiques et politiques de l'adaptation et propose des approches intégrées pour promouvoir une adaptation efficace et équitable.

Au cours des deux dernières décennies, les institutions à tous les niveaux géopolitiques ont accordé une grande attention à l'identification et à la mise en œuvre de politiques et de mesures visant à améliorer la qualité de vie des citoyens à l'identification et à la mise en œuvre de politiques et de mesures visant à faire face aux risques posés par le changement climatique. En règle générale, l'élaboration de ces politiques a été dominée par l'accent mis sur l'atténuation du changement climatique par la réduction des émissions de gaz à effet de serre par le biais d'initiatives politiques internationales et nationales descendantes, notamment la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC et le protocole de en 1992. Toutefois, ces dernières années, l'adaptation au changement climatique a fait l'objet d'une plus grande attention de la part de la communauté internationale l'adaptation au changement climatique en tant que stratégie complémentaire de gestion des risques. Cette attention peut probablement être attribuée à (a) une prise de conscience accrue de la vulnérabilité des systèmes sociaux et environnementaux à la variabilité du climat. Systèmes sociaux et environnementaux à la variabilité du climat (Adger et al. 2007) ; (b) les revues de plus en plus nombreuses d'un signal anthropique dans les dernières décennies d'un signal anthropique dans les tendances climatiques récentes et les événements climatiques extrêmes (Hegerl et al. 2007 ; Trenberth et al. 2007) ; et (c) un engagement à un certain niveau de changement climatique changement climatique inévitable, quelle que soit la trajectoire des émissions futures (Meehl et al. 2007).Le développement rapide de l'adaptation en tant que stratégie générale pour faire face à la vulnérabilité climatique est attesté par un grand nombre de projets d'adaptation.

La rapidité de l'évolution de l'adaptation en tant que stratégie générale de lutte contre la vulnérabilité climatique est attestée par un large éventail de politiques d'adaptation émergentes.

II.5. Types de stratégies d’adaptation

II.5.1. stratégies d'adaptation agricole

Les stratégies d'adaptation agricole au changement climatique visent à renforcer la résilience des systèmes agricoles face aux impacts tels que les variations des précipitations, les températures plus élevées, les sécheresses accrues et les événements météorologiques extrêmes. Ces stratégies peuvent varier en fonction des conditions locales, des ressources disponibles et des cultures spécifiques.

Il est important de mettre en œuvre des approches intégrées qui combinent différentes stratégies d'adaptation pour renforcer la résilience des systèmes agricoles face au changement climatique.

II.5.1.1. La conservation des sols

Les sols jouent un rôle crucial dans la production alimentaire, car ils fournissent les nutriments nécessaires à la croissance des plantes. Ils abritent également une multitude de micro-organismes et de la faune, contribuant ainsi à la biodiversité et à l'équilibre écologique. C’est pourquoi la conservation des sols fait référence à l'ensemble des actions, pratiques et stratégies mises en place pour préserver, protéger et restaurer la qualité et la santé des sols. Elle vise à minimiser la dégradation du sol, à maintenir sa fertilité, sa structure et sa biodiversité, ainsi qu'à prévenir l'érosion et d'autres formes de détérioration du sol. Donc, la conservation des sols est essentielle pour garantir la durabilité des systèmes agricoles, la sécurité alimentaire, la protection de l'environnement et la préservation des écosystèmes. La conservation des sols implique aussi l'adoption de bonnes pratiques agricoles et de gestion des terres, telles que la rotation des cultures, l'utilisation de cultures de couverture, la gestion de l'érosion, la préservation de la couverture végétale, la gestion de la fertilité, la conservation de l'eau, la réduction de l'utilisation de produits chimiques nocifs, la promotion de l'agriculture biologique, et bien d'autres. Ces mesures visent à maintenir la structure physique du sol, à prévenir la perte de nutriments, à améliorer la rétention d'eau, à favoriser la santé des plantes et à réduire les risques de dégradation du sol.

II.5.1.2. Amélioration des pratiques de gestion des sols

Des pratiques agricoles telles que la conservation des sols, l'agriculture de conservation et l'agroforesterie peuvent aider à préserver la fertilité du sol, à réduire l'érosion et à améliorer la capacité de rétention d'eau. Ces pratiques peuvent contribuer à atténuer les effets des sécheresses et des précipitations irrégulières. Il est important de noter que les pratiques de gestion des sols peuvent varier en fonction des conditions locales, des cultures cultivées et des objectifs spécifiques. Il est donc essentiel de prendre en compte ces facteurs lors de la mise en place de pratiques de gestion des sols améliorées.

II.5.1.3. Gestion efficace de l'eau

L'optimisation de l'utilisation de l'eau dans l'agriculture est essentielle pour faire face à des régimes de précipitations changeants. Cela peut inclure l'adoption de techniques d'irrigation efficaces, telles que l'irrigation goutte à goutte ou l'irrigation de précision, ainsi que la collecte et le stockage des eaux pluviales.

II.5.1.4. Utilisation de semences résistantes au climat

Le développement et l'utilisation de semences résistantes aux conditions climatiques difficiles, telles que la sécheresse, les températures élevées et les maladies, peuvent améliorer la productivité et la résilience des cultures face au changement climatique.

II.5.1.5. Gestion intégrée des ravageurs et des maladies

Les changements climatiques peuvent entraîner une augmentation des ravageurs et des maladies agricoles. Une gestion intégrée des ravageurs et des maladies, qui combine des méthodes biologiques, chimiques et culturales, peut aider à minimiser les pertes de rendement et à protéger les cultures.

II.5.1.6. Adaptation des calendriers agricoles

Les agriculteurs peuvent ajuster les dates de semis, de récolte et d'autres activités agricoles en fonction des prévisions climatiques afin de mieux s'adapter aux variations saisonnières et aux conditions météorologiques changeantes. Il est essentiel de noter que l'adaptation des calendriers agricoles peut varier en fonction des conditions locales spécifiques, telles que le climat, les sols et les ressources disponibles.

Il est donc important d'évaluer continuellement les pratiques agricoles, d'expérimenter de nouvelles approches et de s'adapter aux changements environnementaux pour assurer une gestion durable et efficace des activités agricoles.

II.5.1.7. Diversification des sources de revenus

Pour réduire la dépendance à l'agriculture et atténuer les risques liés aux changements climatiques, les agriculteurs peuvent diversifier leurs sources de revenus en s'engageant dans des activités complémentaires telles que l'agrotourisme, l'élevage, la production de produits transformés

II.5.2. stratégies d'adaptation non agricole

Les stratégies d'adaptation non agricoles au changement climatique visent à renforcer la résilience des secteurs autres que l'agriculture face aux impacts du changement climatique. Ces stratégies d'adaptation non agricoles peuvent être mises en œuvre dans différents secteurs tels que l'eau, l'énergie, les transports, le tourisme, la santé, l'industrie, etc. L'adaptation efficace au changement climatique nécessite souvent une approche intégrée et coordonnée entre les différents acteurs concernés.

II.5.2.1. Infrastructures résilientes

La construction d'infrastructures résilientes au changement climatique est essentielle pour faire face aux événements météorologiques extrêmes tels que les tempêtes, les inondations et les sécheresses. Cela peut inclure la construction de digues, de barrages, de systèmes de drainage améliorés, de bâtiments résistants aux tempêtes, etc.

II.5.2.2. Gestion des ressources en eau

La gestion efficace et durable des ressources en eau est cruciale pour de nombreux secteurs tels que l'approvisionnement en eau potable, l'industrie, l'énergie et le tourisme. Cela peut impliquer des mesures telles que la conservation de l'eau, la réutilisation des eaux usées, l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation, la gestion des bassins versants, etc.

II.5.2.3. Planification urbaine et aménagement du territoire

Une planification urbaine et un aménagement du territoire adaptés au changement climatique peuvent contribuer à réduire les risques liés aux inondations, à la chaleur urbaine et à d'autres impacts. Cela peut inclure l'intégration de mesures de résilience dans la conception des bâtiments, la création d'espaces verts et de toits végétalisés, la mise en place de zones tampons naturelles pour l'absorption des eaux de pluie, etc.

II.5.2.4. Gestion des risques et des catastrophes

Une gestion efficace des risques et des catastrophes est essentielle pour faire face aux événements météorologiques extrêmes. Cela peut inclure la mise en place de systèmes d'alerte précoce, la planification des mesures d'évacuation, l'amélioration des infrastructures de secours et de récupération, la sensibilisation et la formation des communautés, etc.

II.5.2.5. Adaptation dans le secteur de la santé

Le changement climatique peut avoir des répercussions sur la santé humaine, notamment en augmentant la vulnérabilité aux maladies liées à la chaleur, aux maladies vectorielles et aux maladies d'origine hydrique. Les stratégies d'adaptation dans le secteur de la santé peuvent inclure le renforcement des systèmes de surveillance des maladies, l'amélioration de l'accès aux services de santé, la sensibilisation aux risques sanitaires liés au climat, etc.

II.5.2.6. Transformation des secteurs économiques

Certains secteurs économiques peuvent être particulièrement vulnérables aux impacts du changement climatique. Des stratégies d'adaptation peuvent inclure la diversification économique, le développement de nouvelles industries résilientes au climat, l'adoption de technologies propres et durables, etc.

Donc, la transformation des secteurs économiques prévoit un processus essentiel pour faire face aux défis actuels tels que les changements climatiques, la dégradation de l'environnement et la nécessité d'une utilisation plus efficace des ressources.

II.6. Facteurs influençant les stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique

Le monde souffre à cause du changement climatique. Plusieurs conférences mondiales sur le changement climatique ont été faites et les autres conférences seront planifiées. La recherche de solution sur le changement climatique a fait l'objet de ces conférences

La principale solution est la réduction des Gaz à effet de serre pour tous les pays. En effet, il est nécessaire de mettre en place des mesures pour lutter et réduire les impacts négatifs face aux changements climatiques. Les agriculteurs sont confrontés à de nombreux facteurs qui influencent leur capacité à s'adapter aux effets du changement climatique et à mettre en place des stratégies d'adaptation efficaces (Mequannt Marie et al, , 2020). Ces stratégies sont influencées par de certains facteurs pour mettre en application des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique.

II.6.1. Les ressources financières

Les agriculteurs ont besoin de ressources financières pour investir dans des technologies et des pratiques agricoles durables, tels que des systèmes d'irrigation efficaces ou des semences résistantes aux conditions climatiques. Ces ressources financières jouent un rôle essentiel dans la mise en œuvre des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique. Les agriculteurs qui ont des ressources financières limitées peuvent avoir plus de difficultés à s'adapter aux effets du changement climatique.

- L'accès à l'information : Les agriculteurs ont besoin d'accéder à des informations précises sur les conditions climatiques locales et les pratiques agricoles durables pour pouvoir prendre des décisions éclairées. Les agriculteurs qui ont un accès limité à l'information peuvent être moins bien préparés pour faire face aux changements climatiques.
- Les technologies disponibles : Les agriculteurs ont besoin d'avoir accès à des technologies et des pratiques agricoles durables qui peuvent les aider à s'adapter aux effets du changement climatique. Les agriculteurs qui n'ont pas accès à ces technologies peuvent avoir plus de difficultés à s'adapter.

II.6.2. Les politiques et les réglementations

Les politiques et les réglementations peuvent avoir un impact sur la capacité des agriculteurs à s'adapter aux effets du changement climatique. Les politiques qui encouragent la pratique de l'agriculture durable et qui fournissent des incitations financières peuvent aider à promouvoir l'adoption de pratiques agricoles durables. Elles jouent un rôle clé dans l'encouragement et la promotion des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique. Voici quelques exemples de politiques et de réglementations qui peuvent influencer ces stratégies:

- Cadres législatifs sur le changement climatique : Les pays peuvent adopter des lois sur le changement climatique qui établissent des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de promotion de l'adaptation. Ces lois peuvent également définir les responsabilités des différents acteurs, les mécanismes de suivi et de rapport, et les mesures d'application.
- Plans d'adaptation nationaux : Les gouvernements peuvent élaborer des plans d'adaptation nationaux qui définissent les stratégies et les mesures spécifiques à mettre en œuvre pour faire face aux effets du changement climatique. Ces plans peuvent inclure des actions sectorielles, telles que l'agriculture, les ressources en eau, les infrastructures, la santé, etc. Ils servent de guide pour l'action gouvernementale et fournissent une orientation aux autres acteurs impliqués.
- Normes de performance et de résilience : Les politiques et les réglementations peuvent établir des normes de performance et de résilience pour différents secteurs et infrastructures. Par exemple, des normes de construction durables peuvent être mises en place pour assurer la résistance des bâtiments aux événements climatiques extrêmes. De même, des normes de performance énergétique peuvent encourager l'efficacité énergétique et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.
- Mécanismes de tarification du carbone : Les politiques de tarification du carbone, telles que les systèmes d'échange de quotas d'émission ou les taxes sur le carbone, peuvent inciter les acteurs économiques à réduire leurs émissions et à investir dans des technologies et des pratiques plus respectueuses du climat. Ces mécanismes peuvent également générer des revenus qui peuvent être réinvestis dans des projets d'adaptation.
-

II.6.3. Les facteurs socio-économiques

Les facteurs socio-économiques, tels que le niveau d'éducation, la culture et les traditions, peuvent avoir un impact sur la capacité des agriculteurs à s'adapter aux effets du changement climatique. Il est crucial de prendre en compte ces facteurs socio-économiques lors de la conception et de la mise en œuvre des stratégies d'adaptation afin de garantir leur efficacité, leur équité et leur durabilité à long terme. Cela nécessite une approche intégrée qui tient compte des besoins et des réalités spécifiques des différentes populations et régions concernées. Donc, les facteurs socio-économiques jouent un rôle important dans la formulation et la mise en œuvre des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique. Voici quelques-uns des principaux facteurs socio-économiques qui influencent ces stratégies:

- Niveau de développement économique : Le niveau de développement économique d'un pays ou d'une région peut influencer sa capacité à mettre en œuvre des stratégies d'adaptation. Les pays plus développés ont souvent des ressources financières, des infrastructures et des capacités techniques plus importantes pour faire face aux effets du changement climatique. En revanche, les pays en développement peuvent avoir besoin de soutien financier et technologique supplémentaire pour mettre en œuvre des mesures d'adaptation efficaces.
- Répartition de la richesse : La répartition de la richesse au sein d'une société peut avoir un impact sur la capacité des individus et des communautés à s'adapter aux effets du changement climatique. Les inégalités économiques et sociales peuvent rendre certaines populations plus vulnérables aux changements climatiques et limiter leur accès aux ressources nécessaires pour s'adapter. Il est donc essentiel de prendre en compte les disparités socio-économiques lors de la conception des stratégies d'adaptation afin de garantir une approche inclusive et équitable.
- Dynamiques démographiques : Les dynamiques démographiques, telles que la croissance démographique, la migration et la structure de la population, peuvent influencer les stratégies d'adaptation. Par exemple, une population vieillissante peut nécessiter des mesures spécifiques pour protéger la santé et le bien-être des personnes âgées face aux risques climatiques. De même, la migration peut entraîner des changements dans les schémas d'utilisation des terres et les pressions sur les ressources, ce qui nécessite une adaptation planifiée.

II.7. La productivité rizicole à l'examen du changement climatique

Les auteurs Collier et Dercon en 2014 montrent que le changement climatique a un impact tellement négatif sur les exploitations agricole partout dans le monde précisément en Afrique subsaharienne. Les études faites par Pepijn et Sander en 2017 liées à l'impact du changement climatique sur la riziculture articulent deux éléments les plus importants qui provoquent la baisse de la production rizicole. Ces éléments sont l'augmentation de la stérilité des graines induite par la chaleur et le raccourcissement de la saison de croissance. Les autres auteurs comme Aminou et Rachidi en 2019 ont insisté que si le riz a connu une température très élevée pendant la période de floraison peut réduire la viabilité du pollen et ainsi peut entrainer une baisse du rendement du riz. Par conséquent, Pepijn et Sander (2017) soulignent des mesures d'adaptation et d'atténuation pour améliorer les rendements du riz. Ces mesures deviennent une opportunité pour s'adapter aux effets du changement climatique (Kurukulasuriya et Mendelssohn, 2008). Une stratégie d'adaptation peut potentiellement réduire les effets néfastes, protéger les moyens de subsistance des agriculteurs pauvres et renforcer les avantages potentiels (Braun, Wheeler et Von, 2013)

Les autres scientifiques comme Di Falco en 2011, Habtemariam en 2019, Antle en 1983, Wooldrigde en 2002, Heckman et al. 2001 ont amené une étude pour évaluer le rôle de l'adaptation des riziculteurs aux risques environnementaux et climatiques. Ils ont utilisé une fonction de production stochastique basée sur les moments en utilisant les données d'enquête. Le modèle de régression par commutation endogène (RCE) pour estimer les impacts de l'adaptation au changement climatique et les stratégies d'adaptation en utilisant l'approche Heckman en deux étapes avec commutation endogène.

II.8. La riziculture au Burundi

Au Burundi, la riziculture est l'une des activités agricoles les plus importantes, le riz est une culture de base pour de nombreuses communautés rurales. Il représente un intérêt majeur pour la sécurité et l'autosuffisance alimentaire du pays (MINAGRIE, 2010).

La culture du riz est pratiquée dans différentes régions du pays, elle est particulièrement importante dans les plaines alluviales (Gahiro, 2011) mais la production de riz au Burundi est généralement réalisée par des petits exploitants agricoles qui utilisent des techniques agricoles traditionnelles.

Cependant, le gouvernement burundais a mis en place des programmes pour soutenir la modernisation de la riziculture en fournissant des semences améliorées, des engrais et des moyens d'irrigation (MINAGRIE, 2011). Malgré ces efforts, la production de riz au Burundi reste confrontée à de nombreux défis, notamment la faible productivité des agriculteurs, les conditions climatiques difficiles et les conflits fonciers FAO en 2010. La consommation de riz au Burundi reste souvent limitée par son coût élevé pour de nombreux ménages, qui ont un accès limité aux revenus et aux marchés alimentaires. Les familles burundaises ont donc tendance à consommer du riz de manière occasionnelle, plutôt que quotidiennement. De plus, la production de riz au Burundi ne permet pas de couvrir les besoins de consommation de la population, ce qui nécessite l'importation de riz provenant d'autres pays de la région selon le ministère de l'agriculture et de l'élevage en 2014 dans un document de stratégie nationale de développement de la filière riz au Burundi.

II.9. Relation entre le changement climatique et la production du riz dans la plaine de l'imbo

Le riz occupe une place importante. Il est devenu l'aliment de base de plus de la moitié de la population mondiale car il est classé le deuxième rang après le maïs selon la FAO 2017. Il est devenu un produit très stratégique et prioritaire pour la sécurité alimentaire mais la production rizicole est faible en Afrique. Cette faible production s'explique par les effets du changement climatique (la sècheresse, les inondations, hausse de température, la pluviométrie).

Ces effets du changement climatique influencent sur la productivité rizicole. Or, la sécheresse est identifiée comme l'une des principales causes de la faiblesse production rizicole où la production de riz est en grande partie pluviale (GIEC 2007) et l'augmentation de la température aurait pu causer des effets néfastes sur la croissance et la productivité de la filière riz (FAO, 1997). Elles peuvent réduire considérablement la viabilité du pollen, ce qui entraîne une perte de rendement rizicole.

Comme les stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique, les travaux de recherche ont porté sur la mise au point de variétés, de modèles et de pratiques intelligents face au climat pour surmonter les effets directs du changement climatique, tels que la hausse des températures et leurs conséquences afin d'accroître la productivité du riz et d'assurer une production durable (AfricaRice, 2019).

Pour réduire la perte de rendement due à la sécheresse dans le contexte du changement climatique, de nouvelles variétés adaptées au stress hydrique et à la sécheresse ont été développées et introduites dans les pays d'Afrique subsaharienne (MOEF, 2005 ; DOE, 2007 ; Shahid et Behrawan, 2008 ; Pouliotte et al. 2009 , 2017).

II.10. Evolution de la production rizicole burundaise

La production rizicole burundaise a connu des fluctuations importantes en raison de divers facteurs tels que les conditions météorologiques, les conflits politiques, les maladies des cultures et les pratiques agricoles. D'une manière générale, la production rizicole burundaise a augmenté au cours des dernières années. Selon les données de la FAO, la production de riz au Burundi a augmenté de manière constante entre 2000 et 2013, passant de 103 000 tonnes à 197 000 tonnes. Cependant, la production a connu une baisse en 2014 en raison de conditions météorologiques défavorables, avant de se redresser en 2015.

En 2019, la production de riz au Burundi était estimée à environ 280 000 tonnes, selon les données de la Banque mondiale. Cette augmentation de la production est en partie due à l'adoption de nouvelles pratiques agricoles, telles que l'utilisation de semences améliorées, l'utilisation de pesticides et d'engrais, ainsi que l'irrigation. Le tableau (nº1) montre l'évolution de la production du riz au Burundi de 2005 à 2015.

Tableau 2: Evolution de la production du riz de 2005 à 2020

Années	Quantités en kg
2005	6747
2006	68311
2007	70911
2008	74492
2009	78432
2010	83019
2011	91415
2012	64629
2013	41456
2014	67377
2015	38674
2016	36232
2017	39425
2018	45956
2019	60821
2020	74345

Source: MINAGRI 2020

CHAP.III. METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

La méthodologie de la recherche est l'ensemble des techniques et des procédures utilisées pour faire une recherche. Ce chapitre décrit comment la recherche a été conduite. Les techniques et les procédures utilisées comprennent le modèle de régression par commutation endogène (RCE) pour estimer les stratégies d'adaptation des riziculteurs face aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo. Il décrit en détail les méthodes et les outils de collecte des données, la spécification et les variables qui sont prises en compte pour analyser les caractéristiques socioéconomiques. Ce chapitre comprend les éléments suivants: la présentation de la zone d'étude, l'élaboration du questionnaire d'enquête, Collecte données, la méthode d'échantillonnage, la réalisation des enquêtes, le déroulement de l'enquête, limite de l'étude, description des variables utilisées dans le modèle, technique d'analyse.

III.1. Présentation de la zone d'étude

Selon les information du MINAGRIE en 2011, la plaine de l'Imbo a des terres très riche pour la production agricole .La riziculture irriguée qui est le mode de culture le plus important au Burundi, couvre (i) la plaine de l'Imbo, dans une moindre mesure la dépression du Moso et (ii) les marais d'altitude. La surface totale de ces aménagements en plaine représente fin 2011 environ 11.300 hectares dont 4.000 hectares sous le contrôle de la SRDI dans la plaine de l'Imbo, et 12.000 ha sur marais aménagés de moyenne altitude répartis sur tout le Pays. Le potentiel restant à valoriser et dont les études d'aménagement sont actuellement en cours représente actuellement près de 8.900 ha riziculture de marais, 16.000 ha pour la riziculture de plaines, laissant encore près de 33.450 ha de zones non aménagées de marais aptes à la riziculture. La Société Rizicole de Développement de l'Imbo (SRDI) s'occupe de toute la chaîne, de la production à la commercialisation du riz: encadrement des riziculteurs, collecte du paddy, usinage et commercialisation. La Riziculture irriguée est pratiqué dans la plaine de l'Imbo sur une superficie de 1695.75 Ha.

Selon l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature (INECN) 2013, la plaine de l'Imbo est située entre 2°48'30" et 4°20'43" latitude Sud et 29°36'3" longitude Est. Elle est la région la plus occidentale et la plus basse en altitude du Burundi (Lewalle, 1972). Elle en occupe le secteur nord et est constituée au nord par de vastes étendues drainées par la Rusizi et au sud par la mince plaine côtière le long du lac Tanganyika.

Les limites de la plaine de l'Imbo sont situées entre l'altitude de 774 m (le niveau moyen du lac) et l'isohypse de 1000 m. Notre travail a été réalisée dans cette plaine qui est l'une des cinq zones agro-écologiques qui se trouvent au Burundi. Sa superficie est estimée à 215 000 ha, dont 75 000 ha de plaines dans l'Imbo (ouest) et la dépression du Mosso (est), 20 000 ha de bas-fonds au pied des collines et 120 000 ha de marais.

III.2. Elaboration du questionnaire d'enquête

L'élaboration est basée sur la formulation des questions qui doivent figurer sur le questionnaire d'enquête. Cela nous permet de recevoir des réponses exactes sur les questions posées. Le questionnaire d'enquête est élaboré en fonction des coûts, du temps, de la taille de l'échantillon, du codage, de la saisie et du traitement de ces données.

III.3. Méthode d'échantillonnage

L'enquête que nous avons effectuée sur terrain est faite dans la commune de GIHANGA et de MUTIMBUZI, les unes des communes qui se trouvent dans la plaine de l'Imbo. Les ménages qui se trouvent dans la commune GIHANGA sont reparties dans les villages. Ces villages sont au nombre de six villages mais nous avons pu enquêter trois villages et les individus enquêtés sont choisis d'une manière aléatoire. Le tableau **(**no2**)** suivant représente la répartition des villages des personnes qui se trouvent dans la commune de GIHANGA et des personnes qui se trouvent dans la commune de MUTIMBUZI

Tableau 3 : Tableau de répartition

Groupement	Hommes	Femmes	Total de la population
Village 1	1181	475	1656
Village 2	1593	602	2195
Village 3	1758	734	2492
Commune Mutimbuzi	1117	490	1607
	1022	200	1222
Totaux	**6671**	**2501**	**9172**

Les individus trouvés dans ces villages et dans la commune de MUTIMBUZI nous permettent de calculer la taille de l'échantillon basant sur la formule de Louis M. Rea et Richard A. Parker (1997). Cette formule est la suivante formulée comme suit:

$$\mathbf{n} = \frac{tp2*P(1-P)*N}{tp2*P(1-P)+(N-1)*Y2} = 301$$

Avec n : taille de l'échantillon

N : taille de la population totale

p : probabilité qui donne la valeur maximale ici 50%

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

y : marge d'erreur de 5%

Il y a les valeurs de tp qui sont associées à l'intervalle de confiance. Ce tableau no3 montre les valeurs des intervalles de confiance selon Louis M. Rea et Richard A. Parker en 1997

Tableau 4 : Tableau des valeurs des intervalles de confiance selon louis m. rea et richard a. parker en 1997

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

Donc, la taille de l'échantillon s'équivaut : $\mathbf{n} = \frac{1,962*0.5(1-0,5)*9172}{1,962*0.5(1-0,5)+(9172-1)*0,052} = \frac{8809,6379}{29,2679} = 301$

III.4. Collecte données

Nous avons collectées des données primaires. Ces données primaires ont été recueillies sur terrain à l'aide d'un questionnaire d'enquête. Les participants à l'enquête ont été choisis d'une façon aléatoire. Ces données d'enquêtes nous ont permis d'obtenir les informations sur les caractéristiques socioéconomiques des riziculteurs, leur capital (financier, physique, naturel, humain, social), leur exploitation rizicole, les stratégies d'adaptation mises en place par les riziculteurs et leurs facteurs déterminant les stratégies d'adaptation.

III.5. Réalisation des enquêtes

Après les diverses documentations effectuées, la descente sur terrain principalement dans la commune de GIHANGA et dans la commune de MUTIMBUZI a été réalisée pour mieux comprendre d'une manière concrète les effets du changement climatique touchés par la communauté sur la production rizicole.

III.6. Déroulement de l'enquête

Le déroulement d'une enquête peut varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que l'objet de l'enquête, la population cible, le type de questionnaire et la méthode de collecte des données.

Sur le terrain, nous avons démarré les activités après avoir reçu l'autorisation pour bien réaliser cette étude. Le cadre du travail ainsi que les objectifs poursuivis étaient présentées au Directeur General de la SRDI et dans l'administration de la commune MUTIMBUZI afin de nous donner l'autorisation d'enquêter les riziculteurs de la commune GIHANGA et de la commune MUTIMBUZI. L'interview a été effectuée pour connaître les effets du changement climatique rencontrés par les riziculteurs ainsi que leurs stratégies d'adaptation pour la production rizicole.

III.7. Limite de l'étude

Nous avons effectué la descente sur terrain dans les deux communes à savoir la commune de GIHANGA et dans la commune MUTIMBUZI alors que nous devions contourner toute la région de la plaine de l'imbo. Donc, notre étude s'est limitée sur les deux communes concernant la production rizicole que nous avons choisie.

III.8. Description des variables utilisées dans le modèle

Le modèle utilisé est le modèle de commutation endogène pour voir le gain des riziculteurs s'ils adaptent aux effets du changement climatique ou non. La variable dépendante ici est la variable adaptation aux effets du changement climatique pour l'adaptation pour tester lesquelles des stratégies que les riziculteurs utilisent pour s'adapter aux effets du changement climatique. Les facteurs sociaux, économiques, institutionnels et les caractéristiques des riziculteurs qui affectent les conditions de l'adaptation des riziculteurs afin d'obtenir une production rizicole meilleure production agricole (TARFA, 2019).

Les variables qui affectent les stratégies d'adaptation des riziculteurs aux effets du changement climatique dans la plaine de l'Imbo : le niveau d'éducation des riziculteurs, le sexe de l'exploitant , âge de l'exploitant, expérience de l'exploitant, le statut matrimoniale de l'exploitant, le crédit agricole, la décision de participer à la formation que le riziculteur reçoive, la surface totale emblavée, la décision d'adaptation aux effets du changement climatique, la production rizicole et revenu des riziculteurs. Le tableau (no4) suivant présente la description des variables du modèle

Tableau 5: Description des variables du modèle

Nomination des variables du modèle	Description de la variable du modèle et justification	Nature de la variable du modèle	Modalité de la variable
Niveau d'éducation	le niveau d'éducation des riziculteurs. En effet, un agriculteur instruit est curieux de rechercher des informations utiles sur les nouvelles technologies de production et peut mieux s'adapter au changement climatique (Ouattara, 2017)	Qualitative	La variable a quatre modalités qui sont 1.aucun 2.primaire 3.secondaire 4.université.
Expérience	Expérience de l'exploitant. Avec l'expérience, les producteurs acquièrent et développent plus de connaissances au fil du temps et par ricochet sur la décision d'adopter des stratégies aux effets du changement (Falola et al., 2012)	Quantitative	
statut matrimonial	Le statut matrimonial de l'exploitant	Qualitative	1. célibataire 2.marie 3. veuf ou veuve
Crédit agricole	Crédit agricole les auteurs comme Deressa et al. (2009) ; Maddison (2007) et Yegbemey et al. (2014) estiment que l'accès au crédit par les agriculteurs facilitent également l'adoption des stratégies d'adaptation notamment celles qui exigent des investissements supplémentaires.	Quantitative	
formation agricole	la décision de participer à la formation La participation à une formation agricole facilite le développement des nouvelles stratégies d'adaptation au changement climatique. Par exemple, Tsado et al. (2014) et Abubakar et al. (2016) ont trouvé une influence positive de la participation des riziculteurs à une formation sur	qualitative	La variable a deux modalités qui sont 1.oui 2.non

	l'adoption de technologies améliorées. A travers la formation, les producteurs acquièrent des connaissances et compétences techniques facilitant l'adoption des pratiques améliorées		
surface emblavée	La surface emblavée. La superficie emblavée par les agriculteurs est généralement considérée comme un facteur d'adoption de certaines technologies. En effet, les producteurs disposant plus de superficie ont tendance à consacrer une partie à l'expérimentation des nouvelles technologies (Uaiene et al. 2009 ; Mignouna et al. 2011)	Quantitative	
Adaptation aux effets du changement climatique	La décision d'adaptation aux effets du changement climatique	Qualitative	La variable a deux modalités qui sont 1.oui ou 2.non
production rizicole	La production rizicole	Quantitative	
Revenu	revenu des riziculteurs	Quantitative	

III. 9. Technique d'analyse

III.9.1. Modèle économétrique

III.9.1.1. Estimation des facteurs déterminants les stratégies d'adaptation

Plusieurs modèles économétriques ont été utilisées pour évaluer les effets du changement climatique et le rôle de l'adaptation des riziculteurs aux effets du changement climatique suivant les avantages relatifs que les agriculteurs tirent pour adapter les effets du changement climatique. On suppose que le riziculteur est confronté aux effets du changement climatique et qu'il décide de mettre des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique. Donc, les facteurs déterminants les stratégies d'adaptation sont des phénomènes à modéliser. Les ennuis sont représentés par une variable binaire prenant les valeurs 0 et 1 si les riziculteurs prennent des mesures pour lutter contre des effets du changement climatique et s'ils ne prennent pas les mesures pour lutter contre les effets du changement climatique. Cette variable est nommée Ai une variable latente qui prend les valeurs comprises entre 0 et 1, la probabilité et la proportion de chaque variable sont aussi comprise entre 0 et 1 de même que le terme d'erreur qui suit la loi discrète selon Bourbonnais en 2005. Soit Ai une variable binaire indiquant les stratégies d'adaptation adaptées par les riziculteurs i avec (i = 1... N) si le riziculteur a adopté une stratégie

et 0 si les riziculteurs n'ont pas adopté une stratégie. Cette variable latente est fonction d'une matrice de variables explicatives traduite dans l'équation Ai = $\alpha + \sum_{j=1}^{n} \beta j Xij + \in i$ (**1**) où i est un terme aléatoire d'erreur dont la distribution est donnée par la fonction de la densité Ai=1 si $Ai^{\&}$>0 et Ai=0 $Ai^{\&}$<0 **(2).** A partir des équations 1 et 2, on calcule la probabilité si une variable Ai=1: P **(**Ai=**) =P** $\left[\in i > -(\alpha + \sum_{j=1}^{n} \beta j Xij)\right]$**=P** $\left[-\in i \leq (-\alpha + \sum_{j=1}^{n} \beta j Xij)\right]$**= F** $\left[\in i > (-\alpha + \sum_{j=1}^{n} \beta j Xij)\right]$ Où F est la fonction de répartition qui correspond à la fonction de densité f. selon la nature de la distribution, l'équation (3) est faite ou estimée selon la logit binomiale. Le modèle de la logit binomiale est spécifié comme suit: $\ln \frac{p(\text{Ai})}{1-p(\text{Ai})} = \alpha + \sum_{j=1}^{n} \beta j Xij + \in i$ (**4**) où Xij: représente la matrice des variables explicatives βj : le coefficient à estimer et ∈ i le terme d'erreur. Les stratégies d'adaptation des riziculteurs sont modélisées selon cette équation empirique:

Modèle:ADAPTATIONi= ß0+ß1AGi+ß2SEXi+ß3STATUTMATRi+ß4NIVEAUEDUCi+ß5 EXPERIENCEEXPi+ ß6APPARTENANCEAUNEASSOCIATIONi+ ß7SUPERFICIEEMBLAVEEi+ ß8CREDITAGRICOLEi+ Ui le terme d'erreur avec le ß0 la constante, ß1……ß 7 les coefficients des variables et Agi, TATUTMATRi, SEXi, NIVEAUEDUCi, EXPERIENCEEXPi, CREDITAGRICOLEi, SUPERFICIEEMBLAVEEi, APPARTENANCEAUNEASSOCIATIONi qui sont les **variables du modèle**

III.9.1.2. Modèle de régression par commutation endogène (RCE) pour estimer les stratégies d'adaptation des riziculteurs

Pour tenir compte des problèmes récurrents (biais de sélection, endogénéité) dans les estimations des équations d'adaptation, nous allons utiliser l'approche Heckman en deux étapes avec commutation endogène (Abdulai,A.Huffman, 2014). Le RCE permet d'utiliser des instruments externes (validés par le test de falsification de Di Falco (2018)) dans l'équation d'adaptation (Ai) pour capter l'endogénéité. Ainsi, la première étape est l'estimation de l'équation Ai. Ai =ß0+ß1xi+Ui (avec Ai variable latente =1 si le riziculteur a choisi de s'adapter et 0 sinon, Xi=caractéristiques socioéconomiques du riziculteur). A la deuxième étape, on estime les résultats des riziculteurs (Yi) dans deux cas : le cas où les ménages ont adapté (cas1) et le cas où les ménages n'ont pas adapté (cas2)

Cas1 : Yi= Y1i=ß1X1i+ u1i pour Ai=1 et Cas2 : Y1i=ß2X2i+ u2i pour Ai=0 ; avec Xi le vecteur des facteurs climatiques passés, yi les résultats (production agricole) ou le revenu des ménages, uii le terme d'erreur.

III.9.1.3. Analyse contrefactuelle de l'adaptation aux effets du changement climatique dans la plaine de l'Imbo

L'objectif de cette étude est de voir les stratégies d'adaptation dans la plaine de l'imbo que les riziculteurs utilisent pour s'adapter aux risques climatiques et les facteurs déterminants les stratégies d'adaptation des riziculteurs dans cette zone d'étude, on doit utiliser le modèle de régression de commutation endogène pour comparer les résultats obtenus par les riziculteurs i s'ils adaptent les stratégies d'adaptation ou non (Tsega Adego, Belay Simane & Getachew A. Woldie, 2019). Les informations que les agriculteurs peuvent avoir sur le changement climatique peuvent constituer l'une des moyens ou des stratégies de l'adaptation des effets dus au changement climatique. De même, ces informations peuvent augmenter la possibilité de l'utilisation des différentes possibilités des informations comme stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique. Ces résultats vont nous permettre de calculer le profit que les riziculteurs peuvent tirer en faisant la différence entre les riziculteurs qui sont décidé de s'adapter ou non aux risques environnementaux et climatiques.

CHAP.IV. PRESENTATION DES RESULTATS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

La présentation et la discussion des résultats d'une enquête représentent la partie la plus importante pour donner du sens aux données collectées et pour aider les parties intéressées à comprendre les tendances et les modèles observés dans les données. C'est important de présenter les résultats de manière claire et concise, de les analyser de manière objective et de les mettre en contexte dans une discussion qui souligne les implications importantes pour le sujet de l'enquête. Donc, cette partie de la présentation et de discussion des résultats concerne la présentation des résultats obtenus durant la période de notre recherche et la discussion de ces résultats. Ces résultats font l'objet d'interprétation dans ce chapitre de résultats. La première section de ce chapitre concerne les caractéristiques socioéconomiques des producteurs du riz, la deuxième partie concerne les risques identifiés dans la plaine de l'imbo, la troisième partie concerne les stratégies d'adaptation utilisées par les riziculteurs dans la plaine de l'imbo et les facteurs déterminants des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo, la dernière partie concerne la production moyenne et le revenu moyen pour les riziculteurs mettant ou non des stratégies d'adaptation.

IV.1. Présentation des résultats

IV.1.1. Les caractéristiques socioéconomiques des producteurs du riz dans la commune de Gihanga et dans la commune de Mutimbuzi

Avec le stata 17 et les données récoltées dans la plaine de l'imbo principalement dans la commune de GIHANGA et dans la commune MUTIMBUZI, ils nous permettent de découvrir les résultats qui se trouvent dans le tableau (no5) montrant les caractéristiques socio-économiques des riziculteurs enquêtés:

Tableau 6 : Caractéristiques socioéconomiques des producteurs du riz

Les caractéristiques des producteurs du riz	Zone d'étude/ plaine de l'imbo	Pourcentage
Niveau d'instruction	132	43.85%
Aucun	93	30.90%
Primaire	52	17.28 %
Secondaire	24	7.97%
Université		
Statut matrimoniale	31	10.30%
Célibataire	204	67.77%
Marié/mariée	66	21.93%
Veuf/ veuve		
Sexe		
Masculin	222	26.25%
Féminin	79	73.75 %

Source: Données d'enquête 2023

En analysant ce tableau nº5 ci-haut, 43.85% des enquêtés dans la plaine de l'imbo n'ont aucun niveau d'éducation contre 55.15 % des producteurs du riz qui ont reçu une éducation formelle, 10.30% des répondants des riziculteurs dans la plaine de l'imbo sont les célibataires, 67.77% des enquêtés dans notre zone d'étude sont mariées et 21.93% des enquêtés sont veufs ou veuves, 26.25% des riziculteurs sont des hommes et 73.75 % sont des femmes.

IV.1.2. Risques agricoles identifiés dans la plaine de l'imbo

Le riz est l'une des cultures importantes cultivées dans la plaine de l'Imbo au Burundi mais cette culture est frappée par les effets du changement climatique. Les riziculteurs dans la plaine de l'imbo identifie les principaux effets du changement climatique telles que la température élevée, le retard de la pluie, l'augmentation de la durée d'ensoleillement, la sècheresse, les maladies du riz et manque de pluie. Ces risques sont présentées dans le tableau nº6 avec des valeurs respectives qui qui représentent ces risques dans les champs d'exploitation des riziculteurs.

Tableau 7 : Risques agricoles identifiés dans la plaine de l'imbo

Risques identifies	nombre de fois des répondants	Pourcentages (%)
innondation	468	15.52
temperature elevee	459	15.22
retard de pluie	396	13.13
Secheresse	405	13.43
augmentation de la durée d'ensoleillement	239	7.92
manque de pluie	462	15.32
Maladies	586	19.43

Source: Données d'enquête 2023

Avec les résultats du tableau nº6 et le Microsoft Excel 2013, nous présentons les résultats qui montrent comment les riziculteurs sont frappés les risques dus aux effets du changement dans la plaine de l'imbo. Nous constatons que les riziculteurs sont frappés plus par les maladies du riz au taux de plus 19% suite aux effets du changement climatique et sont frappés moins par l'augmentation de la durée de l'ensoleillent au taux de plus de 7%, les autres risques frappent les riziculteurs au taux qui varie entre 13% et 15%. Ce tableau montre que les producteurs du riz sont frappés souvent par les maladies dus aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo c'est-à-dire les autres risques frappent moins les riziculteurs par rapport aux maladies. En conclusion, nous constatons que les riziculteurs sont frappés en moyenne par les effets du changement climatique au taux de 12,36%.

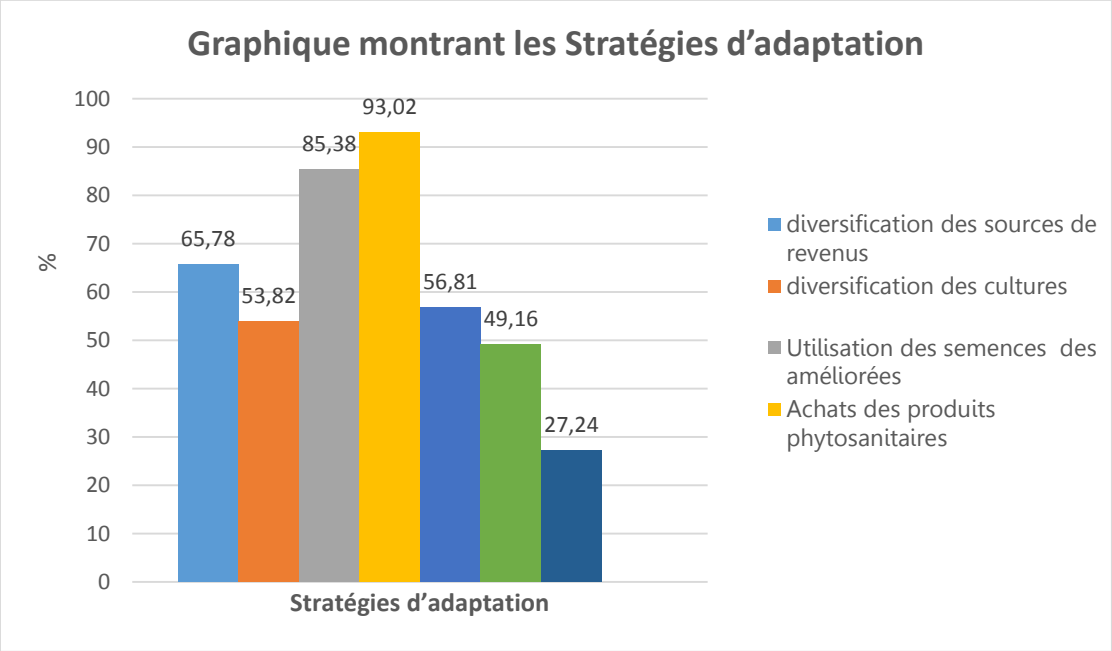
IV.1.3. Stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo

La plaine de l'Imbo est très vulnérable aux effets du changement climatique mais les agriculteurs et les communautés locales de la région sont donc confrontées à des défis considérables pour s'adapter aux effets du changement climatique.

Dans cette zone d’étude, les riziculteurs ont mis en œuvre certaines stratégies pour faire face aux effets du changement climatique. Ces stratégies sont la diversification des sources de revenus (qui est une stratégie importante pour assurer la stabilité financière, réduire les risques économiques et de saisir de nouvelles opportunités de croissance), diversification des cultures (qui est une stratégie clé pour promouvoir la durabilité agricole, améliorer la sécurité alimentaire et réduire les risques associés à la monoculture.), utilisation des semences des améliorées (l'utilisation de semences améliorées joue un rôle crucial dans l'amélioration de la productivité agricole, la résilience des cultures et la sécurité alimentaire), achat des produits phytosanitaires (une approche responsable et consciente permet de minimiser les risques potentiels tout en assurant une protection efficace des cultures ou des plantes), reboisement (qui est un outil puissant pour restaurer les écosystèmes forestiers, atténuer le changement climatique et promouvoir le développement durable. Cependant, il est important de le réaliser avec soin, en tenant compte des considérations écologiques, sociales et économiques spécifiques à chaque site et communauté), clôture des parcelles (qui est une pratique courante dans l'agriculture et la gestion des terres), intégration des cultures (connue sous le nom d'agroforesterie ou de cultures intercalaires, est une pratique agricole qui consiste à cultiver différentes espèces végétales simultanément sur une même parcelle de terrain. Cette approche vise à maximiser l'utilisation des ressources disponibles, à améliorer la productivité et la résilience des systèmes agricoles, ainsi qu'à favoriser la biodiversité et la durabilité). Le tableau nº7 présente le niveau de mettre application ces stratégies d’adaptation aux effets du changement climatique selon les riziculteurs.

Figure 2 : Stratégies d'adaptation et le taux de mise en application

Avec les données de l'enquête que nous avons faites, elles nous permettent de tracer le tableau nº7 qui donnent le nombre des personnes qui ont été mis en application les stratégies d'adaptation et le stata 17 nous permet de calculer le pourcentage d'acceptation de ces stratégies d'adaptation.



Auteur, 2023

Le reboisement est utilisé au taux de 56.81%, l'utilisation des semences améliorées est utilisée au taux de 85.38%, les achats des produits phytosanitaires sont utilisés au taux de 93.02%, la diversification des sources de revenus est utilisée au taux de 65.78%, la diversification des cultures est utilisée au taux de 53.82%, l'intégration des cultures est utilisée au taux de 27.24% et la clôture des parcelles est utilisée au taux de 49.16%. Les résultats trouvés montrent que les producteurs du riz dans la plaine de l'imbo mettent en application les stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique au taux de 49,40%.

IV.1.4. Les facteurs déterminants des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo

Modèle:ADAPTATIONi=AGi+SEXi+STATUTMATRi+NIVEAUEDUCi+EXPERIENCEEXPi + APPARTENANCEAUNEASSOCIATIONi+ SUPERFICIEEMBLAVEEi+ CREDITAGRICOLEi+ Ei avec le terme d'erreur.

Le stata 17 est un logiciel statistique utilisé pour analyser les données collectées dans la plaine de l'imbo. Il nous permet de trouver les résultats et ces résultats sont présentés dans le tableau nº 8 suivant:

Tableau 8 : Les facteurs déterminants des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo

adaptationauxeffetsduchangem	Coefficient	Std. err.	Z	P>|z|	[95% conf. interval]
Age	-.0224396	.0193121	-1.16	0.245	-.0602907 .0154115
Sexe	.0512466	.5911306	0.09	0.931	-1.107348 1.209841
statutmatrimonial	.5837381	.486816	1.20	0.230	-.3704038 1.53788
Niveaudétudedelexploitant	.1228398	.3395737	0.36	0.718	-.5427125 .7883921
experiencedexploitation	.0236747	.2810053	0.08	0.933	-.5270855 .5744349
Appartenanceàuneassociation	.9136481	.5197243	1.76	0.079	-.1049928 1.932289
superficieemblavee	-.0097701	.0296443	-0.33	0.742	-.0678718 .0483317
Creditagricole	.0000267	7.14e-06	3.75	0.000	.0000128 .0000407
formationagricole	3.048274	.603005	5.06	0.000	1.866406 4.230142
_cons	-2.592612	1.635087	-1.59	0.113	-5.797324 .6121006

Auteur, 2023

Avec Number of obs = 301

LR chi2 (9) = 262.89

Prob > chi2 = 0.0000

Pseudo R2 = 0.6536

Log likelihood = -69.670383

Les facteurs déterminants les stratégies d'adaptation utilisées par les riziculteurs dans la plaine de l'imbo sont présentés dans le tableau nº 8 ci-haut. Les principales variables déterminants les stratégies d'adaptation sont le sexe, l'âge, le statut matrimonial, le niveau d'éducation formelle de l'exploitant rizicole, le nombre d'année d'expérience dans l'exploitation rizicole, la superficie exploitée par les riziculteurs, l'appartenance à une association agricole de l'exploitant rizicole, la participation à une formation de l'exploitant rizicole, la surface emblavée et l'obtention du crédit agricole.

L'analyse par déterminant des riziculteurs dans la plaine de l'imbo a montré que les coefficients des variables crédit agricole et la formation agricole sont positifs et les statistiques montrent que ces deux variables sont significatives d'après leurs probabilités qui sont supérieures aux valeurs t de student calculé. Cela inspire les riziculteurs à s'adapter et de continuer à produire des cultures malgré les défis du changement climatique. Les autres variables du modèle ne sont pas significatifs car elles ont des coefficients négatifs et leurs probabilités qui sont inférieures.

IV.1.5. Effets marginaux pour les riziculteurs tenant compte aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo

Tableau 9 : Tableau des effets marginaux

Avec le stata17, on fait une régression simple pour trouver les effets marginaux dans le tableau nº 9 suivant:

Les variables	**Effets marginaux**
Age	42.37 (1.005)**
Sexe	0.717 (0.033) **
Statut matrimonial	2.130 (0.043) **
Niveau d'étude de l'exploitant	2.087 (0.074) **
Expérience d'exploitation	3.375 (0.070)**
Appartenance à une association	0.755 (0.032)*
Superficie emblavée	25.373 (2.765) **
Crédit agricole	136902.174 (8,248.171)*
Formation agricole	0.826 (0.028) **
Production en kg	2,436.196 (221.660) **
Revenu des riziculteurs	4527608.696 (368,054.696) **
N	184

Source: Données d'enquête 2023

* signification au seuil de 5%, **signification au seuil de 1%

Le tableau nº 9 ci-haut montre la moyenne des producteurs du riz dans la plaine de l'imbo qui ont pris la décision d'adapter face aux effets du changement climatique. Ce tableau montre aussi la valeur de la moyenne de chaque variable du modèle. Avec 301 enquêtés, nous avons trouvé que les 184 enquêtés ont pris la décision d'adapter aux effets du changement climatique dans cette plaine. La variable Age montre que les producteurs du riz dans notre zone d'étude ont plus de 42ans en moyenne et ils ont pris la décision d'adaptation aux effets du changement climatique. Celle-ci indique le niveau de significative de 1%, la variable Sexe indique qu'en moyenne 0.717 de la population rizicole a été prise la décision d'adaptation aux effets du changement climatique avec le niveau de significativité de 5%, la valeur 2.087 indique la moyenne des exploitants rizicoles dans la plaine de l'imbo qui ont le niveau d'étude des exploitants rizicoles et ont la pris la décision d'adaptation aux effets du changement climatique. Cette variable indique le niveau de significativité de 5%, la moyenne de 3.375 des producteurs du riz ont l'expérience pour cultiver le riz dans la plaine de l'imbo et ont pris la décision de lutter contre les effets du changement climatique dans leurs exploitations. Le niveau de significativité est de 5%. La valeur de 0.755 est la moyenne de la population rizicole dans la plaine de l'imbo qui appartient dans une association et a été prise la décision d'adaptation aux effets du changement climatique et le niveau de significativité est de 1%.

La moyenne de 25.373 est la surface emblavée des riziculteurs qui ont pris la décision d'adaptation aux effets du changement climatique et le niveau de significativité est de 5%. La moyenne du crédit agricole reçu par les producteurs du riz dans la plaine de l'imbo est 136,902.174 francs burundais et le niveau de significativité est 5%. La valeur de 0.826 est la moyenne de la population rizicole qui a reçu la formation pour la productivité du riz et le niveau de significativité est 5%. La productivité moyenne des riziculteurs ont pris la décision d'adaptation aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo est 2436.196 kg et le niveau de significativité est 5%. Le revenu moyen des riziculteurs qui ont pris la décision d'adaptation aux effets du changement climatique est de 4527608.696 francs burundais et le niveau de significativité est de 5%. Le revenu moyen et la productivité moyenne que nous venons de trouver nous permettront de comparer avec le revenu moyen et la productivité moyenne des producteurs du riz qui n'ont pas pris la décision d'adaptation face aux effets du changement climatique dans notre zone d'étude.

IV.1.6. Effets marginaux pour les riziculteurs ne tenant pas compte aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo

Avec le stata17, on fait une régression simple pour trouver les effets marginaux dans le tableau nº 10 suivant:

Tableau 10 : Tableau des effets marginaux

Les variables	**Effets marginaux**
Age	41.162 (1.367) **
Sexe	0.769 (0.039) **
Statut matrimonial	2.094 (0.049) **
Niveau d'étude de l'exploitant	1.590 (0.075) **
Expérience d'exploitation	3.342 (0.083) **
Appartenance à une association	0.137 (0.032) **
Superficie emblavée	14.709 (0.865) **
Crédit agricole	4,273.504 (2,544.378) **
Formation agricole	0.051 (0.020)*
Production en kg	1,240.684 (80.104) **
Revenu des riziculteurs	2453162.462 (161,046.007) **
N	117

Source: Données d'enquête 2023

* signification au seuil de 5%, **signification au seuil de 1%

Le tableau nº 10 ci-dessus montre la moyenne des producteurs du riz dans la plaine de l'imbo qui n'ont pas pris la décision d'adapter face aux effets du changement climatique. Ce tableau montre aussi la valeur de la moyenne de chaque variable du modèle. Avec 301 enquêtés, nous avons trouvé que les 117 enquêtés n'ont pris la décision d'adapter aux effets du changement climatique

dans cette plaine et nous interprétons les résultats trouvés de chaque variable comme suit: l'âge moyen est de 41ans pour tous les producteurs du riz dans notre zone d'étude n'ont pas pris la décision d'adaptation aux effets du changement climatique. Ceci indique le niveau de significative de 5%. La valeur 0.769 est la moyenne de la variable sexe et indique le genre moyen qui n'a pas été pris la décision de mettre en œuvre les stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique dans notre zone d'étude avec le niveau de significativité de 5%, la valeur 1.590 indique la moyenne des exploitants rizicoles dans la plaine de l'imbo qui ont le niveau d'étude des exploitants rizicoles et n'ont pas pris la décision d'adaptation aux effets du changement climatique. Cette variable indique le niveau de significativité de 5%, la moyenne de 3.342 des producteurs du riz ont l'expérience pour cultiver le riz dans la plaine de l'imbo et n'ont pas pris la décision de lutter contre les effets du changement climatique dans leurs exploitations. Le niveau de significativité est de 5%.

La valeur de 0.137 est la moyenne de la population rizicole dans la plaine de l'imbo qui appartient dans une association et n'a pas été prise la décision d'adaptation aux effets du changement climatique et le niveau de significativité est de 1%. La moyenne de 14.709 est la surface emblavée des riziculteurs qui n'ont pas pris la décision d'adaptation aux effets du changement climatique et le niveau de significativité est de 5%. La moyenne du crédit agricole reçu par les producteurs du riz dans la plaine de l'imbo est 4273.504 francs burundais mais ils n'ont pas mis en œuvre des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique et le niveau de significativité est 5%.

La valeur de 0.051 est la moyenne de la population rizicole qui a reçu la formation pour la productivité du riz mais qui n'ont pas pris la décision d'adapter aux effets du changement climatique avec le niveau de significativité est 1%. La productivité moyenne des riziculteurs n'ont pas pris la décision d'adaptation aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo est 1240.684 kg avec le niveau de significativité est 5%. Le revenu moyen des riziculteurs qui n'ont pas pris la décision d'adaptation aux effets du changement climatique est de 2453162.462 francs burundais et le niveau de significativité est de 5%. Le revenu moyen et la productivité moyenne que nous venons de trouver nous permettront de comparer avec le revenu moyen et la productivité moyenne des producteurs du riz qui n'ont pas pris la décision d'adaptation face aux effets du changement climatique dans notre zone d'étude

IV.1.7. La comparaison des moyennes entre les riziculteurs adaptant les stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique et les riziculteurs non adaptant les stratégies aux effets du changement climatique

La comparaison des moyennes entre les groupes d'agriculteurs adaptant et non adaptant les stratégies d'adaptation fournit des indications sur les effets potentiels de l'adaptation au changement climatique. Cependant, d'autres facteurs tels que les conditions environnementales spécifiques, les pratiques agricoles individuelles et les ressources disponibles peuvent également influencer les résultats. Une analyse plus approfondie et une compréhension globale du contexte sont donc nécessaires pour obtenir une image complète des avantages de l'adaptation au changement climatique dans le secteur rizicole.

Tableau 11 : Comparaison entre les riziculteurs mettant en œuvre les stratégies d'adaptation et les riziculteurs ne mettant pas les stratégies d'adaptation

Les noms variables de comparaison	La prise en compte des stratégies	La non prise en compte des stratégies	Différence
Production moyenne	2436.196 kg	1240.684 kg	1195,512 kg
Le revenu moyen	4527608.696 F	2453162.462 F	2074446,234 F

Source: Données d'enquête 2023

Le tableau ci-dessus montre l'importance que les riziculteurs tirent lorsqu'ils ont accepté de mettre en œuvre des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo avec le gain 1195,512 kg pour la productivité moyenne et 2074446,234 FBU le revenu moyen. Cela indique que lorsque les riziculteurs qui ont les stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique ont profité ce gain en terme de quantité et de revenu, les riziculteurs ne mettant pas des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique ont profité un gain nul. Ces résultats montrent le profit que les riziculteurs peuvent tirer en décidant de mettre en œuvre les stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique dans cette plaine.

IV.2. Discussions des résultats de la recherche

Notre recherche analyse les stratégies d'adaptation des riziculteurs et les facteurs déterminant les stratégies d'adaptation des riziculteurs face aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo. Les résultats trouvés montrent qu'il y a des risques identifiés dus aux effets du changement climatique dans notre zone d'étude ainsi que les stratégies d'adaptation utilisées par les riziculteurs pour faire face aux effets du changement climatique. Ces résultats indiquent que ces risques affectent d'une manière significative la production des riziculteurs ainsi que les conditions de vie et d'existence des producteurs du riz dans la plaine de l'imbo à cause de la baisse de la production. Ils indiquent aussi que les riziculteurs qui méfient les effets du changement climatique dans leurs exploitations rizicoles trouvent un gain en terme de mise en œuvre des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo.

Donc, les résultats que nous avons trouvés ont une corrélation que ceux trouvés par d'autres auteurs (LOKO et al, 2013) qui disent que les producteurs ont constaté une baisse des rendements attribuable suite au changement climatique. Les résultats de notre recherche montrent que les principaux déterminants des stratégies face aux effets du changement climatique des producteurs du riz sont l'obtention d'un crédit agricole et le fait de participer à une formation agricole qui influencent significativement les producteurs du riz pour la mise en application des stratégies d'adaptation face aux effets du changement climatique. Ces deux variables expliquent d'une manière significative les facteurs déterminants les stratégies d'adaptation des riziculteurs face aux effets du changement climatique. Les autres variables du modèle n'expliquent pas comme les facteurs déterminants les stratégies d'adaptation des riziculteurs face aux effets du changement climatique. Donc, les résultats trouvés sont presque identiques que les résultats trouvés par l'auteur (Zorom et al., 2013) qui disent que les producteurs du riz dans la région de sahel voient l'obtention d'un crédit agricole comme un meilleur moyen d'adaptation aux effets du changement climatique. Les résultats confirment ceux de nombreuses études faites par les auteurs (Uaiene et al. ,2009 ; Mignouna et al. , 2011 ; Ojo, et al. 2018 ; Bannor et al. , 2020) attestent que la participation à une formation agricole et l'accès aux crédits agricoles sont les facteurs déterminants les stratégies d'adaptation face au changement climatique et les auteurs (Tsado en 2014, Abubakar en 2016) sont arrivés à une conclusion qui va dans le même sens.

En outre, la température élevée, le retard de la pluie, l'augmentation de la durée d'ensoleillement, la sècheresse, les maladies du riz et manque de pluie sont les effets du changement climatique sur la production rizicole dans notre zone d'étude. Ces effets du changement climatique sur la production rizicole sont presque la même chose que les résultats trouvés rejoignent ceux de qui avaient déjà noté des manifestations similaires en analysant la perception des producteurs du maïs du changement climatique (Rosaine Nerice Yegbemey et al. , 2014).

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

Conclusion générale

L'objectif globale de notre de recherche est d'analyser les différentes stratégies d'adaptation des riziculteurs face aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo et le travail porte sur stratégies d'adaptation des riziculteurs aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo avec une population de 9172 . C'est dans ce cadre que nous avons développés les différents types de climats qui jouent un rôle essentiel dans la compréhension de l'environnement afin de mieux anticiper et répondre aux défis posés par le climat suite aux effets du changement climatique en vue de promouvoir un avenir durable pour notre planète. Pour ce faire, nous avons identifié les facteurs influençant le faible rendement agricole et les risques. Pour mettre en application ces stratégies d'adaptation suite aux effets du changement climatique, il est utile de se baser sur la théorie de l'adaptation au changement climatique. Cette théorie fournit un cadre conceptuel pour comprendre et guider les actions visant à réduire les vulnérabilités et à renforcer la résilience face aux changements climatiques.

L'objectif globale de notre de recherche est d'analyser les différentes stratégies d'adaptation des riziculteurs face aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo. Les résultats trouvés par le Microsoft Excel 2013 ont montré que les riziculteurs ont été rencontrés par des risques dus aux effets du changement climatique dans notre zone d'étude au taux de 12,36%. Ces risques sont comme la température élevée, le retard de la pluie, l'augmentation de la durée d'ensoleillement, la sècheresse, les maladies du riz et manque de pluie et avaient pour conséquence négatives notamment la baisse des rendements relatifs à la culture du riz. Pour y faire face, les riziculteurs mettent en application certains d'adaptation dans la plaine de l'imbo comme le reboisement, l'utilisation des semences améliorées, les achats des produits phytosanitaires l'utilisation des semences améliorées la diversification des sources des revenus, la diversification des cultures l'intégration des cultures et la clôture des parcelles au taux de 49,40%. Ces résultats nous permettent de confirmer l'hypothèse qui stipule que la diversification les sources de revenus, l'intégration des cultures dans leurs champs rizicoles, les achats des produits phytosanitaires, la plantation des arbres, la diversification des cultures dans son champ d'exploitation et la clôture des parcelles sont les stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo.

Avec le stata 17 par le modèle de régression par commutation endogène, nous avons trouvé les résultats qui montrent les facteurs déterminants qui influencent les stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique dans notre zone d'étude qui sont les variables crédit agricole et la formation agricole avec des coefficients positifs et les statistiques qui significatifs. Donc, pour faire une adaptation plus efficace aux effets du changement climatique au vue des différents résultats, il est nécessaire de diversifier la formation rizicole dans la plaine de l'imbo d'une part et l'amélioration d'accès aux crédits des riziculteurs dans la plaine de l'imbo d'autre part. Ces résultats nous permettent d'infirmer l'hypothèse qui stipulent que le niveau d'instruction des riziculteurs, l'âge des riziculteurs, la participation dans la formation rizicole et l'expérience dans la production rizicole sont les facteurs déterminants les stratégies d'adaptation des riziculteurs face aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo. Les riziculteurs qui ont mis en application ces stratégies d'adaptation face aux effets du changement ont un revenu moyen qui est égale 4527608,696 F et une productivité rizicole moyenne qui est égale 2436,196 kg par rapport aux autres riziculteurs qui n'ont pas mis en application ces stratégies d'adaptation face aux effets du changement climatique avec un revenu moyen de 2453162,462F et une production moyenne qui est égale 1240.684kg.

Recommandations

Nous avons constaté qu'il y a les risques dus aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo qui ont des impacts négatifs sur la production rizicole mais notre travail de recherche a montré les stratégies d'adaptation des riziculteurs aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo. Ces stratégies montrent le rôle important dans la contribution du bien-être de la population pour la production rizicole.

Donc, les risques identifiés et les stratégies d'adaptation nous permettent de donner quelques recommandations de la part de l'administration publique et de la part des riziculteurs dans cette zone.

De la part des riziculteurs

- Collaborer avec les institutions locales pour partager des connaissances en vue de faire face aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo
- Élaborer des plans d'action pour faire face aux changements climatiques futurs dans la plaine de l'imbo

- Augmenter la diversification des cultures qui peut aider à atténuer les risques liés aux conditions météorologiques changeantes dans la plaine de l'imbo
- Participer dans la formation organisée par les institutions locales

De la part de l'administration publique

- Permettre aux riziculteurs l'obtention d'un crédit agricole
- Organiser une série de conférences et de séminaires sur les différents aspects du changement climatique
- Organiser des événements communautaires tels que des foires écologiques, des journées de plantation d'arbres.

BIBLIOGRAPHIE

Kurukulasuriya et Mendelsohn 2008; Di Falco et Veronesi 2013. (s.d.). How can African agriculture adapt to climate change? A counterfactual analysis from Ethiopia. *Land Economics*.

Pamalba Narcise Kabore etal. (2019). Perceptions du changement climatique, impacts environnementaux et stratégies endogènes d'adaptation par les producteurs du Centre-nord du Burkina Faso. *sciences de l'environnement*, 3.

ADISCO . (2021). *consommation du riz au burundi.*

Aissa, Mahmoud Bacha. (2017). *Conception et réalisation d'une plateforme station météo connectée.* Algérie: Mémoire de Master, Université de Boumerdes.

Aliou Diagne et al. (2013). Impact de la production de semence riz sur le rendement et le revenu des ménages agricoles: une étude de cas du Bénin. *AGRICULTURE ECONOMICS*, 5.

Anik et al. (2012). Climate change adaptation through local knowledge in the north eastern region of Bangladesh. *Mitig Adapt Strateg Glob Change*.

Arimi. (2014). Determinants of climate change adaptation strategies used by rice farmers in Southwestern, Nigeria. *Journal of Agriculture and Rural Development*.

Bank, W. (2010). *Development and Climate Change.* Washington.

Callendar, Guy Stewart. (1964). *Callendar and carbon dioxide theory of climate change.*

Camberlin, Pierre. (2011). *climats tropicaux d'aujourd'hui à demain: variabilité et changements.* Bordeaux: universite de Bordeaux.

Dang. (2014). Farmers' assessments of private adaptive measures to climate change and influential factors: a study in the Mekong Delta, Vietnam. *Nat Hazards* .

Dang et al. (2014). Farmers' assessments of private adaptive measures to climate change and influential factors: a study in the Mekong Delta, Vietnam. Nat Hazards.

Darnhofer . (2010). strategies of Family farms to strengthen their resilience. *environnemental policy and Governance*.

David Wallace-Wells. (2019). *The Uninhabitable Earth.* NEW YORK .

Deressa et al. 2009 ; Reidsma et al. 2010 ; Hisali et al. 2011. (2013). climate change perceptions and coping strategies among the marginalized and resource poor households in tharaka south,kenya. *International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch* , 2.

Di Falco 2018, Veronesi 2013,Dinar A, Hassan R, Mendelsohn R, Benhin J et al , 2008. (s.d.). Economic Impact of Climate Change on Crop Production in Ethiopia: Evidence from Cross-Section Measure. *Journal of African Economies*.

Dogo Seck et al. (2012). Typologie des systèmes de stockage et de conservation du maïs dans l'est et le sud du Sénégal. *ISSN*, 7.

Falola et al. (2012). Production and Testing of Lateritic Interlocking Blocks. *Journal of Construction in Developing Countries*.

FAO. (2021). *Consommation du riz dans le monde.*

Fumière, Q. (2019). *Impact du changement climatique sur les précipitations extrêmes dans le Sud-Est de la France : apport des modèles résolvant la convection profonde.* Toulouse: Université Toulouse.

Gahiro, L. (2011). *COMPETITIVITE DES FILIERES RIZICOLES BURUNDAISES : LE RIZ DE L'IMBO ET LE RIZ DES MARAIS.* Bruxuelles: Université de Liège.

Gerald C. Nelson et al. (2009). *changement climatique ,Impact sur l'agriculture et coûts de l'adaptation.* Washington, D.C.: FPRI.

GIEC. (2012). *Rapport spécial sur la gestion des risques de catastrophes de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation.*

hansen, james. (2018). *Changementclimatique, un défi pour les ingénieurs.* France.

IFPRI . (2010). *Ethiopia Nile Basin climate change adaptation dataset t. Food and water security under global change: developing adaptive capacity with a focus on rural.* Washngton DC.

IMP. (2010). IM Renforcement des Capacités de Résistance du Bétail Changement Climatique en Afrique Subsaharienne. *UICN*.

Jean Bosco et al. (2016). Agriculture paysanne et stratégies d'adaptation au changement climatique au Nord-Bénin. *Environnement, Nature., Paysage*, 4.

Katharine Hayhoe. (2012). Climate Change and Tropical Ecosystems. *ISBN*, 6.

Kurukulasuriya & Rosenthal, 2003; Mendelsohn, Diner, & Williams, 2006. (s.d.). Climate risk management strategies and food security: Evidence from Cambodian rice farmers. *Food Policy*.

LOKO et al. (2013). Perceptions paysannes et impacts des changements climatiques sur la production et la diversité variétale de l'igname dans la zone aride du nord-ouest du Bénin. *ISSN*, 7.

Mann, Michael. (2012). *The Hockey Stick and the Climate Wars.*

Mann, Michael E. (1996). Robust estimation of background noise and signal detection in climatic time series. *climatic change*, 10.

Mark Lynas. (2007). *Our Future on a Hotter Planet.*

Mequannt Marie et al, . (2020). Farmers' choices and factors affecting adoption of climate change adaptation strategies: evidence from northwestern Ethiopia. *Hellyone*, 6.

Mertz et al.2009, West et al.2008. (s.d.). Adaptation strategies and climate vulnerability in the Sudano- Sahelian region of West Africa. *Atmospheric Science*.

Michael Pollan. (2001). *The Botany of Desire.*

Mouaiz, Hilab. (2018). *Réalisation d'une station météorologique à base d'Arduino UNO.* Biskra: université de Biskra.

Moussa Sall. (2015). *Les exploitations agricoles familiales face aux risques agricoles et climatiques : stratégies développées et assurances agricoles.* Toulouse 2: UNIVERSITE DE TOULOUSE.

Naomi Klein. (2008). *This Changes Everything.*

Ndayiragije Alexis et al . (2017). A Scoping Study on Burundi's Agricultural Production in a Changing Climate and the Supporting Policies. *kenya institute for public reseach and analysis*.

Nour Elhouda,Nadjlaa. (2019). *Réalisation d'une station météo connectée.* Telmcen: Université de Aboubakerbelkaid.

OCDE. (2020). *De meilleures politiques pour améliorer les performances environnementales du secteur agricole.*

Philip K. Hopke. (2008). *Air Quality and Climate Change.*

Rosaine Nerice Yegbemey et al. . (2014). Modélisation simultanée de la perception et de l'adaptation au changement climatique: cas des producteurs de maïs du Nord Bénin (Afrique de l'Ouest). *cahiers des agriculteurs*, 3.

Saguye. (2016). *Determinants of Smallholder Farmers' Adoption of Climate Change daptation Strategies: Evidence from Geze Gofa District, Gamo Gofa.*

Seguin, B. (2003). Adaptation des systèmes de production agricole au changement climatique. *Géophysique externe, climat et environnement*.

Tsado. (2014). *Impact of training the trainers' programme on rice farmer's income and welfare in North Central, Nigeria.*

Uaiene et al. ,2009 ; Mignouna et al. , 2011 ; Ojo, et al. 2018 ; Bannor et al. , 2020. (s.d.). Strategies d'adaptation des riziculteurs aux effets du changement climatique dans la Commune de Malanville au Benin. *Institut National des Recherches Agricoles du Bénin*.

Wang et al. 2009, 2014; al., Chen et; Holst et al. 2013, Sanghi and Mendelsohn 2008, Kumar and Parikh1998. (s.d.). The impact of climate change on agriculture in Asia. *Journal of Integrative Agriculture*.

Zorom et al. (2013). Diversification and adaptation strategies to climate variability: A farm typology for the Sahel. *Agricultural systems*.

ANNEXES

Annexe I

Questionnaire d'enquête

Préambule

Bonjour,

Nous sommes un étudiant de l'université du Burundi en master en économie rurale sociale et environnementale. Votre participation nous aidera à la rédaction du mémoire sur la thématique des stratégies d'adaptation des riziculteurs aux effets du changement climatique dans la plaine de l'imbo.

I. Statut social des riziculteurs

N⁰	Identification de L'enquêté		Code	N⁰	Identité de l'enquêté (suite)		code	II. Type d'habitation du ménage				Code
1	**Quel est l'âge ?**	…… ans		1	**Appareils d'information disponibles dans les ménages**	**…….**		**1.** maison en paille 2. maison en brique 3. maison en semis durable 4. maison en dobe				
2	**Sexe de l'enquête ?**	1. Homme 2. Femme		2 **3**	**Quelle est l'activité principale du chef de l'exploitation ?**	1. Agriculteur 2. Exploitant rizicole 3. Commerçant, 4. fonctionnaire publique		**III. Bétail possédé**				
3	**Etat-civil**	1. Célibataire 2. Marié (e) 3. Veuf (Ve)						**type**	**nombre**	**Mode d'accès**	**Cout d'accès**	**Prix unitaire**
4	**Niveau d'étude de l'exploitant**	1. Aucun 2. Primaire 3. Secondaire 4. Supérieur/université			**Quelle est l'activité secondaire du chef de l'exploitation ?**	1. Agriculteur 2. Exploitant forestier 3. Commerçant, 4. fonctionnaire publique (enseignant etc.)						
5	**Nombre d'année d'étude**	…….										
5	**Nombre des personnes dans le ménage**	Age / M / F 0-15 ans 16 à 45 ans 45 à 60 ans 60 ans			**Combien d'années exercez-vous cette activité non agricole ?**	1. une année 2. deux ans 3. plus de trois ans		**Bovins**				
								Ovins				
								Caprins				
					Nombre des ménages qui travaille dans l'exploitation rizicole	……..		**Porcs**				
								Volailles				
6.	**Nombre de personnes de scolarisés**	……		4	**Appartenance à une association**	1. oui 2. Non Type d'association :						

Légende : mode d'accès bétail : 1. Achat 2. Dons 3. Crédit association 4. Héritage et 5. Autres à préciser…….

II. Statut financier du ménage

1. Avez-vous accès au crédit ? 1. Oui 2. Non
2. Si oui, de combien estimez-vous votre dernier crédit ? (en francs burundais)……
3. Dans quels types d'activités dépensez-vous l'argent obtenu par crédit? Veuillez compléter le tableau suivant

Dépenses faites	**Code des dépenses faites**
1. Consommation courante, alimentation	
2. Activité rizicole	
3. Achat de bétail	
4. Réparation de la maison	
5. .Education des enfants et santé	
6. Dépenses sociales	
7. Autre	

4. Quel est votre statut financier ? (source de financement de vos activités) 1. fonds propre 2. Fonds empruntés 3. Transferts et dons
5. Sources de revenu ? veuillez répondre à la question en complétant les éléments du tableau ci-dessous suivant chaque activité exercée par le chef du ménage :

Activités économiques non agricoles	**Revenu par an en francs burundais**
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

6. Avez-vous reçu des transferts et dons d'un ami, membre de la famille ou des bienfaiteurs ? 1. Oui 2. Non
7. Si oui, à combien estimez-vous le dernier transfert/don reçu ?.....F
8. Et quand est-ce que vous avez reçu ces transferts et don ?.....
9. Avez-vous reçu des subventions au prêt du gouvernement pour la gestion de votre champ rizicole ? 1. Oui 2. Non
10. Si oui, Capital : type..... valeur en F.....

Semences : type :.....valeur en F.....

Support technique : ..... valeur en F.....

Autres : ……..

11. Avez-vous reçu des assistances techniques des ONG ? 1. Oui 2. Non
12. Si oui, Capital : type..... valeur en F.....

Semences : type :.....valeur en F.....

Support technique : .....valeur en F.....

Formations techniques des champs rizicoles : 1. Oui 2. Non

Autres : ……..

III. Informations relatives aux champs d'exploitations rizicoles

1. Quel est le nombre des champs dont vous possédez ? 1. Un champ ☐ 2. Deux champs ☐

3. Trois champs ☐ 4. Plus de trois champs

2. Quelle est la dimension de chacun d'eux **? (**Pour chaque champ précisez le mode de détention et complétez aussi les éléments y afférant dans ce tableau**)**

Champs	Superficie	Quel est le statut d'occupation des champs?	Quel est le cout d'accès en F	Quelle est la dimension du champ exploitée	Appréciation du niveau de fertilité (*1=faible, 2=moyen et 3=forte)*	Distance champ-maison (heures)	Distance champ-route (heures)
1							
2							
3							
4							
5							

Légende :(statut d'occupation : 1. Métayage, 2. Don, 3. Achat, 4. Héritage ; Superficie ou la dimension en ha ares

3. Types de variétés de riz cultivées, veuillez remplir les informations du tableau ci-dessous :

Champs	Variétés de riz exploitées	Système de récolte
1		
2		
3		
4		
5		

4. Type des intrants utilisés dans votre champ d'exploitation, veuillez compléter le tableau suivant :

Nom de la variété	Types des fertilisants	Types des produits phytosanitaires
1		
2		
3		
4		
5		

Code pour les fertilisants : 1. engrais 2. Fumure 3. Organique 4. Autres à préciser……code pour les phytosanitaires : 1.herbecitide 2.fongicides 3. Autres à préciser …….

IV. Informations relatives aux risques climatiques sur la production rizicole

1. Quels sont les types de risques les plus importants dans votre champ rizicole dans la saison précédente ?veuillez compléter le tableau en répondant la question :

Variable observée	Code des risques comme numéroté dans la variable observée	Estimation des pertes subies par ces risques en francs burundais
1. inondation		
2. sécheresse		
3. température		
4. vent violent		
5. maladies		
6. pluviométrie		
7. parasites		
Autres		

2. Avez-vous pris des mesures / des stratégies/des solutions acceptables pour la gestion des risques dans votre champ rizicole : 1.Oui 2.Non

3. si oui, veuillez compléter le tableau suivant en précisant les mesures pour la gestion des risques dans votre champ rizicole

Variable observée	Code des risques comme numéroté dans la variable observée	Code des stratégies / mesures / des solutions prises pour la gestion des risques	Estimation des pertes subies par ces risques en francs burundais
1. inondation			
2. sécheresse			
3. température			
4. vent violent			
5. maladies			
6. pluviométrie			
7. parasites			

Code des mesures prises pour la gestion des risques : 1. Clôturer les parcelles 2. Adoption des variétés les plus tolérantes au changement climatique 3.Achat de pesticides 4. Endiguement des parcelles 5.utilisation des outils de protection 6.vente du bétail 7.integration des autres cultures 9.la diversification des sources des revenus 10.demande de crédit 11.Autres

4. si non, vous allez dire pourquoi ?1. Pas de moyens matériels et financiers ☐ 2. N'en connait pas ☐ 3.autres ☐

V. Information sur la production rizicole

1. Quelle quantité de riz Paddy avez-vous récolté au cours de la dernière saison si vous avez mis en œuvre des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique, veuillez compléter les informations relatives aux éléments du tableau suivant :

Champs	Quantité du riz paddy récoltée en kg	Estimation du revenu monétaire en francs burundais
1		
2		
3		
4		
5		

2. En analysant votre quantité du riz récoltée, Comment appréciez-vous le rendement, veuillez répondre ces questions en complétant le tableau suivant: légende 1=Vraiment très mauvais 2= Mauvais 3= Normal 4= Bon 5= Très bon

Champs	Quantité du riz paddy récoltée en kg	Légende ou code
1		
2		
3		
4		
5		

3. vous avez reçu un meilleur rendement? 1. Oui ☐ 2.Non ☐
4. Quel est l'impact de l'adaptation aux effets du changement climatique ?1.positif ☐ 2.negatif ☐
5. Quelle quantité de riz Paddy avez-vous récolté au cours de la dernière saison si vous n'avez pas mis en œuvre des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique, veuillez compléter les informations relatives aux éléments du tableau suivant :

Champs	Quantité du riz paddy récoltée en kg	Quantité du riz paddy vendue	Estimation monétaire en francs burundais
1			
2			
3			
4			
5			

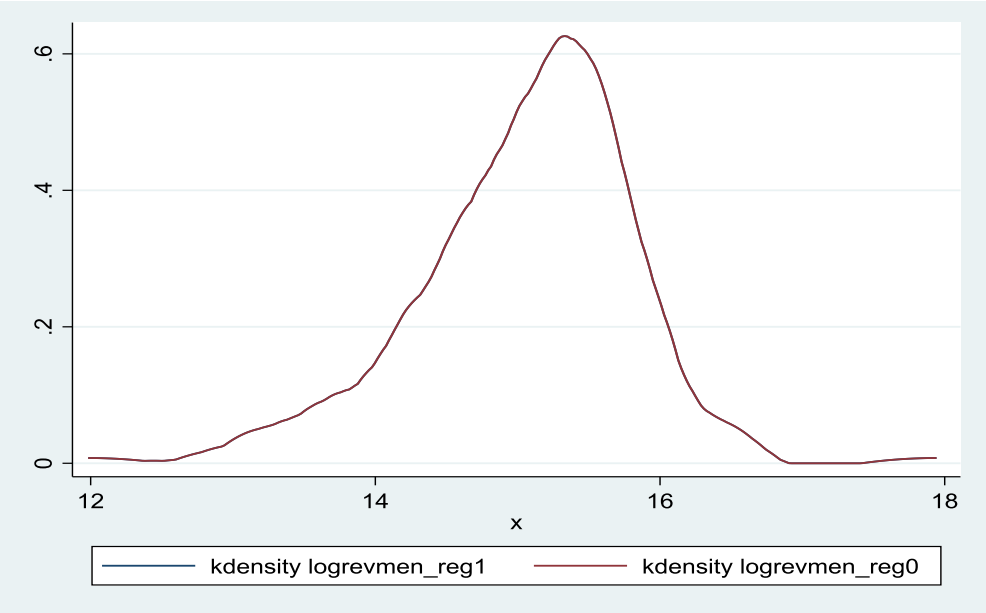
6. En analysant votre quantité du riz récoltée, Comment appréciez-vous le rendement ?code 1=Vraiment très mauvais 2= Mauvais/Pas bon 3= Normal 4= Bon 5= Très bon

Champs	Quantité du riz paddy récoltée en kg	Légende ou code
1		
2		
3		
4		
5		

Merci beaucoup de votre contribution

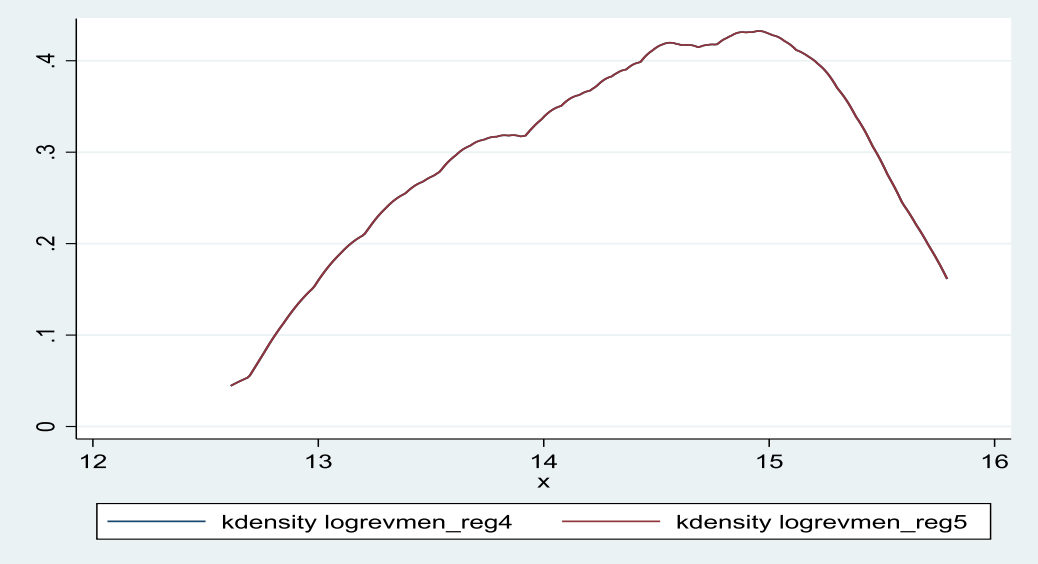
ANNEXE II

La distribution des revenus si les riziculteurs tiennent compte aux effets du changement climatique

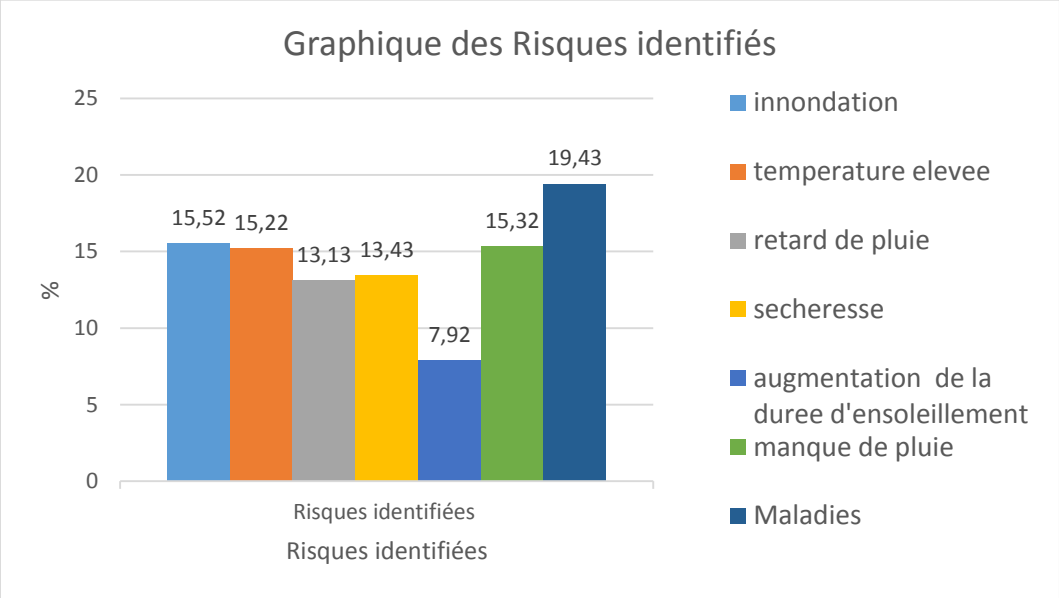


Source: Auteur, 2023

La distribution des revenus si les riziculteurs ne tiennent pas compte aux effets du changement climatique



Source: Auteur, 2023



Source: Auteur, 2023

Moyenne de la productivite si les producteurs tiennent compte de l'adaptation

Mean estimation — Number of obs = 184

	Mean	Std. err.	[95% conf.	interval]
Age	42.36957	1.004606	40.38747	44.35166
sexe	.7173913	.0332847	.6517201	.7830625
statutmatrimonial	2.130435	.0425173	2.046548	2.214322
Niveaudétudedelexploitant	2.086957	.0736421	1.94166	2.232253
experiencedexploitation	3.375	.0704509	3.236	3.514
Appartenanceàuneassociation	.7554348	.0317739	.6927445	.818125
superficieemblavee	25.37337	2.764949	19.91809	30.82865
creditagricole	136902.2	8248.171	120628.4	153175.9
formationagricole	.826087	.0280191	.770805	.8813689
productionenkg	2436.196	221.6597	1998.858	2873.533
revenudesriziculteurs	4527609	368054.7	3801432	5253785

Moyenne de la productivite si les producteurs ne tiennent pas compte de l'adaptation

Mean estimation — Number of obs = 117

	Mean	Std. err.	[95% conf.	interval]
Age	42.16239	1.366678	39.45551	44.86927
sexe	.7692308	.039119	.6917506	.846711
statutmatrimonial	2.094017	.0485312	1.997895	2.190139
Niveaudétudedelexploitant	1.589744	.0749829	1.441231	1.738257
experiencedexploitation	3.34188	.0833664	3.176763	3.506998
Appartenanceàuneassociation	.1367521	.0319011	.073568	.1999363
superficieemblavee	14.70855	.8653405	12.99463	16.42246
creditagricole	4273.504	2544.378	-765.9578	9312.966
formationagricole	.0512821	.0204796	.0107195	.0918446
productionenkg	1240.684	80.10398	1082.028	1399.34
revenudesriziculteurs	2453162	161046	2134191	2772134

```
. reg Age sexe statutmatrimonial Niveaudétudedelexploitant experiencedexploitation Appartenanceàuneassociation su
> perficieemblavee creditagricole formationagricole productionenkg revenudesriziculteurs if adaptationauxeffetsdu
> changem==1
```

Source	SS	df	MS		
				Number of obs	= 184
				F(10, 173)	= 9.41
Model	11975.9102	10	1197.59102	Prob > F	= 0.0000
Residual	22006.9593	173	127.207858	R-squared	= 0.3524
				Adj R-squared	= 0.3150
Total	33982.8696	183	185.698741	Root MSE	= 11.279

Age	Coefficient	Std. err.	t	P>|t|	[95% conf.	interval]
sexe	1.50518	2.179499	0.69	0.491	-2.796652	5.807011
statutmatrimonial	1.871279	1.755998	1.07	0.288	-1.594659	5.337218
Niveaudétudedelexploitant	-4.437801	.9076819	-4.89	0.000	-6.229357	-2.646244
experiencedexploitation	3.822585	1.001821	3.82	0.000	1.845219	5.799951
Appartenanceàuneassociation	.3323252	2.217327	0.15	0.881	-4.044172	4.708822
superficieemblavee	-.0122379	.0310672	-0.39	0.694	-.0735574	.0490817
creditagricole	.0000347	1.00e-05	3.47	0.001	.000015	.0000544
formationagricole	-.7912126	2.414141	-0.33	0.744	-5.556176	3.97375
productionenkg	.0007319	.0004847	1.51	0.133	-.0002247	.0016885
revenudesriziculteurs	-1.34e-07	3.41e-07	-0.39	0.695	-8.06e-07	5.39e-07
_cons	28.44913	5.609643	5.07	0.000	17.37698	39.52128

```
. reg Age sexe statutmatrimonial Niveaudétudedelexploitant experiencedexploitation Appartenanceàuneassociation superficiee
> mblavee creditagricole formationagricole productionenkg revenudesriziculteurs if adaptationauxeffetsduchangem==0
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	117
				F(10, 106)	=	13.70
Model	14292.7556	10	1429.27556	Prob > F	=	0.0000
Residual	11057.1589	106	104.31282	R-squared	=	0.5638
				Adj R-squared	=	0.5227
Total	25349.9145	116	218.533746	Root MSE	=	10.213

Age	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
sexe	-1.162142	3.025548	-0.38	0.702	-7.160585	4.8363
statutmatrimonial	11.13535	2.585547	4.31	0.000	6.009254	16.26145
Niveaudétudedelexploitant	-1.937364	1.437148	-1.35	0.181	-4.78665	.911922
experiencedexploitation	5.428609	1.246895	4.35	0.000	2.956518	7.900699
Appartenanceàuneassociation	-.039652	3.03358	-0.01	0.990	-6.05402	5.974716
superficieemblavee	-.2259556	.698456	-0.32	0.747	-1.610713	1.158801
creditagricole	-.0000457	.0000377	-1.21	0.228	-.0001206	.0000291
formationagricole	10.4321	4.9047	2.13	0.036	.7080579	20.15615
productionenkg	.0058737	.0102569	0.57	0.568	-.0144615	.026209
revenudesriziculteurs	8.09e-07	3.79e-06	0.21	0.831	-6.71e-06	8.32e-06
_cons	-1.606247	8.643104	-0.19	0.853	-18.74204	15.52955

```
.
```