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

Etude de la résilience communautaire face aux risques environnementaux dans la province de Kirundo

IRAKOZE, Ertha Charlène; Sous la direction de : Dr Ir NGENDAKUMANA Serge

2024
UB, Faculté des sciences
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/943

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

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MASTER EN SCIENCES ET GESTION INTEGREE DE L'ENVIRONNEMENT

OPTION : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

ETUDE DE LA RESILIENCE COMMUNAUTAIRE FACE AUX RISQUES ENVIRONNEMENTAUX DANS LA PROVINCE DE KIRUNDO

Par :

IRAKOZE Ertha Charlène

MEMOIRE

Présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention du diplôme de

Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement

Spécialité : Génie de l'Environnement

Sous la direction de : **Dr Ir NGENDAKUMANA Serge**

Bujumbura, Mai 2024

MEMBRES DU JURY

Président : Dr KUBWIMANA Désiré

Directeur : Dr Ir NGENDAKUMANA Serge

Secrétaire : Dr NKUNZIMANA Athanase

Membre : Dr MATAKARA Giscard

DEDICACES

A Dieu, le Tout Puissant ;

A mes chers parents ;

A mes frères ;

A ma sœur ;

A ma belle-sœur ;

A mes nièces ;

A Monsieur Hurege Déogratias ;

A Dr Hanna Klein ;

A toutes mes connaissances ;

Je dédie ce mémoire.

REMERCIEMENTS

Par la présente occasion, l'honneur m'échoit de témoigner mes vifs remerciements aux personnes qui ont contribué à la concrétisation de ce mémoire.

Qu'il me soit permis d'adresser mes sentiments de reconnaissance à **Dr Ir Serge NGENDAKUMANA,** pour avoir accepté de diriger ce mémoire malgré ses multiples occupations. Ses conseils sages, sa rigueur scientifique et ses compétences m'ont été d'une grande importance.

Aux professeurs de l'Université du Burundi plus particulièrement ceux qui interviennent dans le cycle de Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement, pour la formation scientifique qu'ils m'ont dispensée, je dis sincèrement merci.

Mes remerciements vont également à l'endroit des responsables de l'Organisation UHACOM pour avoir accepté que ce travail soit mené au sein d'un de leurs projets sous sa responsabilité, et aux animateurs de terrain pour leur disponibilité et accompagnement.

Que les membres du jury trouvent ici mes remerciements les plus sincères pour avoir accepté de lire ce mémoire et y apporter des éventuelles améliorations pour qu'il devienne un travail de qualité.

Je ne saurais terminer sans exprimer mes sentiments de gratitude à ma famille, particulièrement mes parents, mes frères et ma sœur pour leurs compréhensions, leurs soutiens, leurs encouragements et leur amour pour la réussite de ce travail.

Enfin, que tous mes camarades étudiants et toutes les personnes tant morales que physiques qui ont participé de près ou de loin à la poursuite de mes études et à la réalisation de ce travail, trouvent ici l'expression de mes vifs remerciements.

Que ce mémoire vous comble de joie.

RESUME

L'adaptation aux risques environnementaux constitue aujourd'hui un défi majeur pour l'humanité. Les perturbations météorologiques actuelles se manifestent dans le monde entier par de phénomènes extrêmes comme les inondations et la sécheresse causant des conséquences négatives sur les cultures, réduisant la disponibilité de l'eau, compromettant les rendements des cultures et augmentant le risque des maladies et des ravageurs. D'importantes stratégies et capacités d'adaptation et une prise de conscience de la population face sont primordiales pour faire face à ces défis environnementaux.

Une étude portant sur l'étude de la résilience communautaire face aux risques environnementaux de la province de Kirundo a été réalisée dans 3 communes de cette province, à savoir Vumbi, Gitobe et Kirundo ayant comme objectif spécifique d'étudier la perception communautaire et les indicateurs de l'évolution des risques environnementaux ; d'évaluer les impacts sociaux, économiques et environnementaux et déterminer les techniques et stratégies d'adaptation face aux risques environnementaux. Au total, 252 ménages ont constitué notre taille de l'échantillon. L'enquête a été faite au moyen d'un questionnaire élaboré et testé avant l'enquête proprement dite.

Les résultats de notre travail montrent que plus de 62,70% des personnes enquêtées affirment qu'elles ont été victimes d'une variabilité des paramètres climatiques avec une prolifération de plusieurs ravageurs. Les cultures comme la greveillia, calliandra, le jacquier, papaye, neem, pilipili ont été adoptées par la population de Vumbi, Kirundo et Gitobe pour faire face aux risques environnementaux. D'après nos enquêtés, les causes de l'érosion sont les fortes pluies (92,93%), les fortes pentes (85,12%), les mauvaises pratiques agricoles (73,29%) et la texture du sol (36,48%). Notons que 79,76% et 92, 26 % ont adopté respectivement des techniques d'adaptation et des stratégies d'adaptation au défis environnementaux. L'adoption des cultures résistants contre la sécheresse, l'association des cultures, le paillage, le traçage des courbes de niveaux, les biofertilisants figurent parmi les moyens d'adaptation que la population a adopté pour faire face aux risques environnementaux d'où la résilience communautaire a été atteinte.

Mots clés : Résilience communautaire, défis environnementaux, adaptation, technique et stratégie

ABSTRACT

Adaptation to environmental risks is a major challenge for humanity today. Today's meteorological disturbances, which are manifesting themselves worldwide in hard-to-avoid extreme events such as floods, droughts and heatwaves, call for significant adaptive capacities and public awareness of these challenges. These weather variations have had a negative impact on crops, reducing water availability, compromising crop yields and increasing the risk of pests and diseases.

A study of community resilience to environmental hazards in Kirundo province was carried out in tree communes Gitobe, Vumbi and Kirundo with the overall aim of investigating and analyzing the determinants of community resilience. Specifically, the study will identify indicators of the evolution of environmental risks and the community's perception of these risks; assess the social, economic and environmental impacts linked to environmental risks; and determine techniques and strategies for adapting to environmental risks. A total of 252 households constituted our sample size. The survey was carried out using a questionnaire developed and tested prior to the actual survey.

The results of our work show that more than 62.70% of the people surveyed said they had been victims of variable climatic parameters with a proliferation of several pests. Crops such as greveillia, calliandra, papaya, jacquier, neem and pilipili have been adopted by the population of Vumbi, Kirundo and Gitobe to cope with environmental risks. According to our respondents, the causes of erosion are heavy rainfall (92.93%), steep slopes (85.12%), poor farming practices (73.29%) and soil texture (36.48%). It should be noted that 79.76% and 92.26% have adopted coping techniques and strategies respectively to adapt to environmental challenges. The adoption of drought-resistant crops, crop associations, mulching, contour plotting and biofertilizers are among the means of adaptation that the population has adopted to cope with environmental risks, from which community resilience has been achieved.

Keywords : Community resilience, environmental challenges, adaptation, technique and strategy

TABLE DES MATIERES

MEMBRES DU JURY ---------- **i**

DEDICACES ---------- **ii**

REMERCIEMENTS ---------- **iii**

RESUME ---------- **iv**

ABSTRACT ---------- **v**

TABLE DES MATIERES ---------- **vi**

LISTE DES FIGURES ---------- **x**

LISTE DES TABLEAUX ---------- **xi**

SIGLES ET ABREVIATIONS ---------- **xii**

AVANT – PROPOS ---------- **xiii**

INTRODUCTION GENERALE ---------- **1**

I.1. Contexte général de l'étude ---------- 1

I.2. Problématique de l'étude ---------- 3

I.3. Questions de recherche ---------- 5

I.4. Objectifs de l'étude ---------- 5

I.4.1. Objectif principal ---------- 5

I.4.2. Objectifs spécifiques ---------- 5

I.5. Hypothèses de recherche ---------- 6

I.6. Cadre conceptuel de l'étude ---------- 7

I.7. Intérêt du sujet ---------- 10

I.8. Choix du lieu d'étude ---------- 11

I.9. Structuration de l'étude ---------- 11

CHAPITRE II. GENERALITES SUR LA RESILIENCE COMMUNAUTAIRE ---------- **12**

II.1. Définition des concepts ---------- 12

II.1.1. Résilience ---------- 12

II.1.2. Modèles de référence dans l'analyse de la résilience ---- 13

II.1.2.1. Le modèle adaptatif technico-économique ---- 13

II.1.2.2. Les savoirs locaux des agriculteurs ---- 14

II.1.2.3. Le modèle Farmer-back-to-Farmer ---- 14

II.1.3. Stratégies de résilience agricole ---- 15

II.2. Les défis environnementaux ---- 16

II.2.1. Le changement climatique : définition, causes, conséquences et impacts ---- 16

II.2.1.1. Définition ---- 16

II.2.1.2. Causes des changements climatiques ---- 17

II.2.1.3. Conséquences dues aux changements climatiques ---- 18

II.2.1.3.1. Conséquences sur l'homme ---- 18

II.2.1.3.2. Conséquences environnementales ---- 18

II.2.2. Variabilité climatique ---- 19

II.2.3. Vulnérabilité climatique ---- 20

II.2.4. Mesures d'atténuation des changements climatiques : la fixation du carbone ---- 21

II.2.5. Situation climatique au Burundi ---- 22

II.3. Stratégies d'adaptation face aux risques environnementaux selon la Banque Mondiale et la Banque Africaine de Développement. ---- 22

CHAP III. MATERIELS ET METHODES ---- 24

III.1. Description et présentation du milieu d'étude ---- 24

III.1.1. Description de la zone d'étude ---- 24

III.1.2. Organisation administrative ---- 30

III.1.3. Milieu agro-écologique et le zonage ---- 30

III.1.3.1. Deux zones agro-écologiques ---- 30

III.1.3.2. Les situations avantageuses de la Province ---- 31

III.1.4. Le climat et précipitations ---- 33

III.1.5. Végétation ---- 33

III.1.6. Le relief et l'hydrographie ---- 34

III.1.7. La pédologie ---- 34

III.2. Approche méthodologique ---- 34

III.2.1. Recherche documentaire ---- 34

III.2.2. Techniques de collecte des données sur terrain et détermination de l'échantillon ---- 34

III.2.3. L'entrevue ---- 36

III.2.4. Questionnaire d'enquête ---- 37

III.2.5. Observation documentaire ---- 37

III.3. Collecte des données ---- 37

III.3.1. Logiciel utilisé ---- 37

III.4. Matériels pour le traitement des données ---- 38

III.5. Modèle de détermination du degré de résilience suite aux défis environnementaux ---- 39

CHAPITRE IV : PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS ---- 41

IV.1. Présentation des résultats ---- 41

IV.1. 1. Perception du changement climatique et des indicateurs de l'évolution des risques environnementaux ---- 44

IV.1.1.1. Saison des pluies ---- 44

IV.1.1.2. Saison sèche ---- 44

IV.1.1.3. Indicateurs de l'évolution des risques environnementaux ---- 44

IV.1.2. Connaissances sur les techniques relatives à l'agriculture résiliente face aux changements climatiques ---- 44

IV.1.3. Impacts des défis environnementaux ---- 45

IV.1.3.1. Impacts sur la végétation ---- 45

IV.1.3.2. Impacts sur les éléments du système de cultures ---- 46

IV.1.3.3. Principales cultures d'adaptation ---- 46

IV.1.3.4. Identification du sol ---- 48

IV.1.3.4.1. Les causes de l'érosion dans les communes de Vumbi, Gitobe et Kirundo ---- 49

IV.1.3.4.2. Ouvrage pour lutter contre les problèmes d'érosion ---- 49

IV.1.3.5. Impacts socio-économiques ---- 50

IV.1.3.5.1. Les conséquences non satisfaction des besoins par les revenus de l'agriculture---- 50

IV.1.3.5.2. Modes d'acquisition des terres cultivables ---- 50

IV.1.3.5.3. Infrastructures sociales de base dans le village ---- 51

IV.1.3.5.4. Raisons du désintéressément des jeunes non scolarisés à l'agriculture ---- 52

IV.1.4. Techniques et stratégies d'adaptation aux défis environnementaux ---- 53

IV.1.4.1. Techniques d'adaptation aux défis environnementaux ---- 53

IV.1.4.2. Analyse de la relation entre les techniques d'adaptation et les autres facteurs ---- 54

IV.1.4.3. Stratégies d'adaptation aux défis environnementaux---- 55

IV.2. Discussion des résultats de l'étude ---- 58

IV.2.1. Caractéristiques socio-économiques et démographiques des enquêtés ---- 58

IV.2.2. Victimes de changements climatiques ---- 59

IV.2.3. Perception du changement climatique par la population de la Province Kirundo ---- 60

IV.2.4. Stratégies et techniques d'adaptation face au changement climatiques ---- 60

IV.2.5. Adaptation aux changements climatiques et les effets résiduels ressentis selon le genre - 62

IV.2.6. Impacts du changement climatique sur la végétation et les nouvelles cultures ou variétés ---- 63

IV.2.7. Perception de la population sur l'érosion---- 63

CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS ---- 65

Conclusion générale ---- 65

Suggestions à l'endroit des différents intervenants ---- 66

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ---- 68

ANNEXE 1 : Questionnaire d'enquête ---- 76

ANNEXE 2 : Guide d'entretien ---- 85

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude 26
Figure 2 : Représentation géographique de Kirundo 27
Figure 3: Localisation de la commune Vumbi 28
Figure 4: Localisation de la commune Gitobe 29
Figure 5: Principales cultures par ordre de priorité 46
Figure 6: Principales cultures d'adaptation au changement climatique 46
Figure 7: Plantation du Calliandra dans les champs agricoles 47
Figure 8: Plantation du Grevellia avec d'autres plantes dans les champs 47
Figure 9: Pépinière agro écologique 48
Figure 10: Les principales causes de l'érosion dans les communes de Vumbi, Gitobe et Kirundo 49
Figure 11: Ouvrages de lutte contre l'érosion pratiquée par les agriculteurs 49
Figure 12: Conséquence de la non satisfaction des besoins par les revenus de l'agriculture 50
Figure 13: Mode d'acquisition des terres cultivables 50
Figure 14: Infrastructures sociales de base existantes dans le village 51
Figure 15: Raison du désintéressément des jeunes non scolarisés à l'agriculture 52

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Pouvoir de réchauffement global (PRG)---------- 17
Tableau 2: Découpage administratif de la province Kirundo ---------- 30
Tableau 3: Données démographiques de la Province de Kirundo (2005) ---------- 31
Tableau 4: Répartition des 8 lacs de la Province---------- 31
Tableau 5:Variables incorporées dans le modèle de régression logistique ---------- 39
Tableau 6: Répartition des enquêtés selon les caractéristiques sociodémographiques ---------- 41
Tableau 7: Répartition des enquêtés selon les caractéristiques des ménages ---------- 42
Tableau 8: Distribution de la variabilité des paramètres climatiques selon les communes -------- 45
Tableau 9: Natures des aides de la part du gouvernement ou des ONG pour faire face aux effets néfastes des défis environnementaux ---------- 51
Tableau 10 : Impacts des aides sur les activités socio-économiques---------- 52
Tableau 11:Types d'amendements faits pour enrichir les sols cultivables---------- 53
Tableau 12: Moyens de luttes contre les ennemis des cultures ---------- 53
Tableau 13: Analyse de la relation entre les techniques d'adaptation et les facteurs socio-démographiques---------- 54
Tableau 14: Stratégies d'adaptation mise en place par la population ---------- 55
Tableau 15: Types de plantes (Espèces) que vous cultivez pour faire face aux changements climatiques---------- 56
Tableau 16 : Analyse de la relation entre les stratégies d'adaptation et les facteurs socio démographiques---------- 57

SIGLES ET ABREVIATIONS

CAH : Cadre d'action de Hyogo

CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

ETP : Evapotranspiration potentielle

FAO : Food agriculture Organization

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

IAC : Indice de stress agroclimatique

IGEBU : Institut Géographique du Burundi

IH : Indice d'humidité

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

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change

OBPE : Office Burundaise de Protection de l'Environnement

OMM : Organisation Météorologique Mondiale

ONG : Organisation non Gouvernementale

PADIP : Programme d'Agroécologie pour la Dignité des Producteurs agricoles du Burundi

PAM : Programme Alimentaire Mondial

PIB : Produit Intérieur Brut

PRCCRCC : Projet de Renforcement des Capacités Communautaires aux effets du changement climatique

PRG : Pouvoir de réchauffement global

RE : Risques environnementaux

SMHN : Services météorologiques et hydrologiques nationaux

UHACOM : Union Haguruka des Coopératives Multifilières

AVANT – PROPOS

Ce travail de recherche a été réalisé dans le cadre de notre Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement, spécialité Génie de l'Environnement.

L'adaptation aux risques environnementaux est aujourd'hui un défi majeur pour l'humanité. La situation climatique actuelle est marquée par des perturbations météorologiques, se manifestant dans le monde entier par l'occurrence et la fréquence de phénomènes extrêmes difficiles à éviter, nécessitant ainsi des capacités d'adaptation considérables. Au Burundi, la province de Kirundo subit particulièrement les effets du changement climatique, enregistrant chaque année des pertes importantes, notamment la destruction totale des cultures annuelles qui constituent la base alimentaire des ménages ruraux. En raison de la vulnérabilité accrue des communautés rurales face à ces variations climatiques, nous avons décidé de mener une étude scientifique sur les déterminants majeurs de la résilience communautaire face aux risques environnementaux qui s'accentuent avec le temps.

Ce travail vise à étudier et analyser les facteurs déterminants de la résilience communautaire au Burundi, en particulier dans la province de Kirundo, face aux risques environnementaux. L'objectif est de permettre aux acteurs impliqués dans le développement des différents secteurs socioéconomiques de mettre en place des méthodes de production adaptées à l'évolution de ces risques, tout en tenant compte des caractéristiques des ménages, des modes de vie et des systèmes de culture pratiqués. Ce mémoire de recherche identifiera les indicateurs de l'évolution des risques environnementaux et la perception communautaire de ces risques, évaluera les impacts sociaux, économiques et environnementaux liés à ces risques, et déterminera les facteurs sous-tendant la résilience communautaire ainsi que les techniques et stratégies d'adaptation face aux risques environnementaux.

Enfin, des solutions ont été proposées à l'attention de tous les intervenants dans le domaine de changement climatique. La promotion des techniques agroécologiques telles que la couverture végétale, la rotation des cultures et le compostage contribue à la préservation de la fertilité des sols, limitant ainsi l'érosion et la dégradation des terres agricoles. En utilisant les ressources naturelles de manière durable et en évitant l'utilisation excessive de produits chimiques, les agriculteurs regroupés en coopératives adoptent des pratiques respectueuses de l'environnement, préservant ainsi la qualité de l'eau, de l'air et des sols. Ces pratiques renforcent également la résilience des écosystèmes. En favorisant la diversité des cultures, les agriculteurs augmentent leur capacité d'adaptation aux risques environnementaux.

INTRODUCTION GENERALE

I.1. Contexte général de l'étude

L'adaptation aux risques environnementaux constitue aujourd'hui un défi majeur pour l'humanité. La situation climatique actuelle est surtout marquée par des perturbations météorologiques qui se manifestent dans le monde entier par l'occurrence et la fréquence de phénomènes extrêmes difficiles à éviter et qui nécessitent d'importantes capacités d'adaptation. Ces dernières, dépendent des stratégies adoptées et des moyens disponibles qui rendent les pays africains très vulnérables face aux risques et catastrophes (inondations, sécheresses, chaleur, etc.) qui iront en s'aggravant (Abdoul, 2010).

En 2005, 168 pays ont signé le Cadre d'action de Hyogo (CAH) et se sont entendus pour établir des plans d'action afin de réduire les risques de catastrophes à l'horizon 2015. En outre, plus de la moitié des pays africains ont établi des cadres nationaux, mais comme ces pays ont trop peu de ressources à y consacrer, rares sont ceux qui ont réellement mis en œuvre des politiques et des plans de réduction des risques de catastrophes (UNISDR, 2011).

Dans les régions tropicales, on observe une faible résilience communautaire et mode d'adaptation aux chocs climatiques car les exploitants agricoles ont souvent moins de ressources et moins d'accès à l'éducation surtout mésologique, à la technologie, à l'information, à l'innovation et aux services financiers. La situation est d'autant plus grave que la population de ces régions dépend des ressources forestières et agricoles qui dépendent elles-mêmes largement des conditions climatiques (Mertz et al. 2009) et ceux-ci sont difficilement maitrisables par l'agriculteur. Par voie de conséquence, l'agriculteur africain est de plus en plus désaxé dans son calendrier habituel des opérations au sein de son exploitation familiale (Banque Mondiale, 2021).

Au Burundi, l'économie est dominée par le secteur primaire qui contribue pour près de la moitié du Produit Intérieur Brut (PIB) et apporte près de 80% des recettes d'exportations et plus de 95% sont assurés par l'agriculture (PND Burundi 2018-2027). Cependant, le secteur agricole est directement ou indirectement affecté par les risques environnementaux (Ngendakumana et *al*, 2023).

Les évènements climatiques extrêmes tels que la montée de température, la sécheresse agronomique intense, l'excès de la pluviométrie sont à l'origine de nombreuses conséquences environnementales et écologique notamment : les glissements de terrain, les inondations, la prolifération des ravageurs des plantes, l'apparition des maladies des plantes et la destruction des cultures, qui tous contribuent à la diminution de la production agricole et à l'insécurité alimentaire (Troisième communication sur le changement climatique, 2015).

Les conséquences semblent se différencier au niveau national et les conditions climatiques extrêmes participent partout à la dégradation des conditions de vie de la population Burundaise. (Mugisha, 2020).

La province Kirundo n'échappe pas à ces évènements climatiques extrêmes qui perturbent les systèmes de cultures : la sécheresse et les inondations sont parmi les principaux facteurs de vulnérabilité de la région (PANA, 2007). La population de Kirundo enregistre chaque année des signes tels que le retour tardif et parfois brutal des pluies, des températures élevées, une sécheresse inhabituelle et une perturbation du calendrier agricole. Ces éléments provoquent l'écroulement de la surface arable, l'infertilité des sols, la perte des cultures, la faible production agricole et conséquemment l'insécurité alimentaire. Par ailleurs, dans le souci de réduire la vulnérabilité des exploitants agricoles et accroitre la résilience des agriculteurs, le gouvernement du Burundi, en collaboration avec ses partenaires, a initié des projets de résilience, dont la province de Kirundo a bénéficié certains : Projet Ewe Burundi Urambaye, Projet de Renforcement des Capacités Communautaires aux effets du changement climatique (PRCCRCC), des projets d'irrigation, etc. Cette étude consiste à analyser les facteurs déterminants de la résilience communautaire au Burundi particulièrement dans la province Kirundo dans le contexte des risques environnementaux en vue de dégager eu égard aux perturbations environnementales, les conséquences qui en découlent dans différents domaines (agriculture, transport, etc.). Elle vise ainsi l'analyse de la résilience des communautés pour faire face à ces perturbations en s'appuyant sur leur savoir-faire endogène tout cela pour permettre aux acteurs impliqués dans le développement de différents secteurs socioéconomiques de mettre en place les méthodes de production répondant à l'évolution des risques environnementaux, en tenant compte des caractéristiques des ménages, du mode de vie et des systèmes de cultures pratiqués.

I.2. Problématique de l'étude

Depuis la période coloniale, et des siècles avant, les connaissances locales de prévisions météorologiques permirent aux communautés d'agriculteurs ruraux d'Afrique de s'adapter convenablement aux aléas climatiques. A cette période « lointaine », des observations des nuages, de l'état du sol et de l'orientation du courant d'air permettaient de prévoir avec certitude et exactitude les différentes saisons pluvieuses et sèches de l'année ; et donc la maitrise par les agriculteurs du cycle agricole annuel (Chérif, 2013).

Néanmoins, les changements environnementaux globaux contemporains mettent à mal les connaissances locales des communautés agricoles rurales africaines. La hausse des températures, la régression des précipitations, l'irrégularité des pluies, permutation des saisons, désertification, perte de récolte en sont les principaux effets annoncés sur le secteur agricole africain (CNEDD, 2022). Certaines variations saisonnières sont désormais si imprévisibles que les observations traditionnelles ne fournissent que peu ou pas d'informations pour la protection des cultures. Or, la combinaison des connaissances traditionnelles locales avec les méthodes scientifiques peut permettre une meilleure adaptation au changement climatique des populations vulnérables des pays pauvres d'Afrique. Elle rendra ainsi possible le développement d'alertes précoces et des techniques culturales nouvelles dont la finalité sera d'accroitre la résilience des agriculteurs (N.Aho, et al, 2018).

Par le passé, les paysans avaient recours à leurs connaissances culturelles pour construire leur résilience aux aléas climatiques. Dès lors que ces connaissances, en voie de déperdition, s'avèrent désormais inadéquates face à l'universalisation des risques environnementaux actuels et à venir, une interaction connaissances locales - connaissances scientifiques - politiques publiques - soutiens internationaux pourrait adéquatement créer de meilleurs outils d'adaptation et de résilience communautaire (Populin M. et al, 2015).

Contrairement à l'idée répandue selon laquelle les agriculteurs africains seraient incapables de produire de quoi s'alimenter correctement par eux-mêmes, nous voudrions montrer que, face aux incidences des variations climatiques, les populations agricoles ont toujours su s'adapter spontanément aux différentes contraintes qui se sont exercées sur elles (Chérif, 2003, 2012b). Elles développent à cet effet des stratégies d'adaptation et de résilience qui leur ont permis de faire face au nouveau contexte climatique (Médoune, 2009).

La résilience s'opère simultanément ou séparément à travers deux initiatives, le premier est celle d'adaptation et l'autre est celle d'atténuation : L'adaptation car les systèmes naturels ou humains doivent s'ajuster pour répondre aux impacts réels ou prévus du changement climatique et l'atténuation car il faut intervenir pour réduire les sources d'émissions ou augmenter les puits de gaz à effet de serre (IPCC, 2001). La forme d'agriculture qui est résiliente, est née dans la logique où l'agriculture est à la fois victime et responsable du changement climatique. Elle peut être victime des changements climatiques du fait que c'est le secteur le plus vulnérable au risque des catastrophes naturelles entre autres les inondations, la hausse de température, la sécheresse, les nouvelles maladies, les glissements de terrain, les intempéries (PANA, 2007), d'autre part responsable parce qu'elle peut être la cause des émissions des gaz à effet de serre à des proportions non négligeables soit directement ou indirectement surtout à travers la fertilisation basée sur l'Azote, les feux de brousse et la déforestation par l'agriculture sur brulis (Robiglio et al., 2010).

Au Burundi, tout le pays fait face aux effets du changement climatique. La province Kirundo, au cœur de la dépression de Bugesera, qui autrefois constituait le grenier du Burundi, continue de subir différents risques environnementaux. En 2022, le PAM (Programme alimentaire mondial) a assisté 130.000 personnes touchées par les effets du changement climatique dont 20 000 ménages de la province de Kirundo. Selon un rapport des acteurs humanitaires en janvier 2022, il a été constaté que quatre communes de la province de Kirundo avaient enregistré des pertes surtout liées à la destruction totale de la plupart des cultures annuelles, telles que le maïs, le haricot, les colocases, les pommes de terre, le riz, etc. qui constituent la base des menus des ménages ruraux. Ces pertes mettent d'avantages à risques les conditions de vie pour la plupart des gens. La vulnérabilité de la plupart de ces communautés rurales réside dans le fait qu'ils dépendent de ces ressources agricoles qui sont tributaires des variabilités climatiques et il subsiste des lacunes quant à la connaissance scientifique des déterminants majeurs qui sou tendent la résilience communautaire face aux risques environnementaux qui s'accentuent au fur des années.

C'est en développant alors notre sujet « Etude de la résilience communautaire face aux risques environnementaux dans la province de Kirundo » que nous allons déterminer les facteurs de résilience de la population face aux risques environnementaux.

I.3. Questions de recherche

Notre travail se propose de répondre à la question principale suivante : quels sont des systèmes de résilience et d'adaptation qui constitue une réponse durable face aux risquent environnementaux dans la province Kirundo ?

De manière spécifique, il s'agira de répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les indicateurs de l'évolution des risques environnementaux et de la perception communautaire face à ces risques dans la province Kirundo ? ;
- Quels sont les impacts sociaux, économiques et environnementaux liés aux risques environnementaux dans la province de Kirundo ?
- Quels sont les facteurs qui déterminent la résilience communautaire, les techniques et stratégies d'adaptation face aux risques environnementaux dans la province de Kirundo ?

I.4. Objectifs de l'étude

I.4.1. Objectif principal

Cette recherche a pour objectif principal d'étudier et analyser les facteurs déterminants de la résilience communautaire au Burundi particulièrement dans la province Kirundo dans le contexte des risques environnementaux pour permettre aux acteurs impliqués dans le développement de différents secteurs socioéconomiques, à mettre en place les méthodes de production répondant à l'évolution des risques environnementaux, en tenant compte des caractéristiques des ménages, du mode de vie et des systèmes de cultures pratiquées.

I.4.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de cette étude sont :

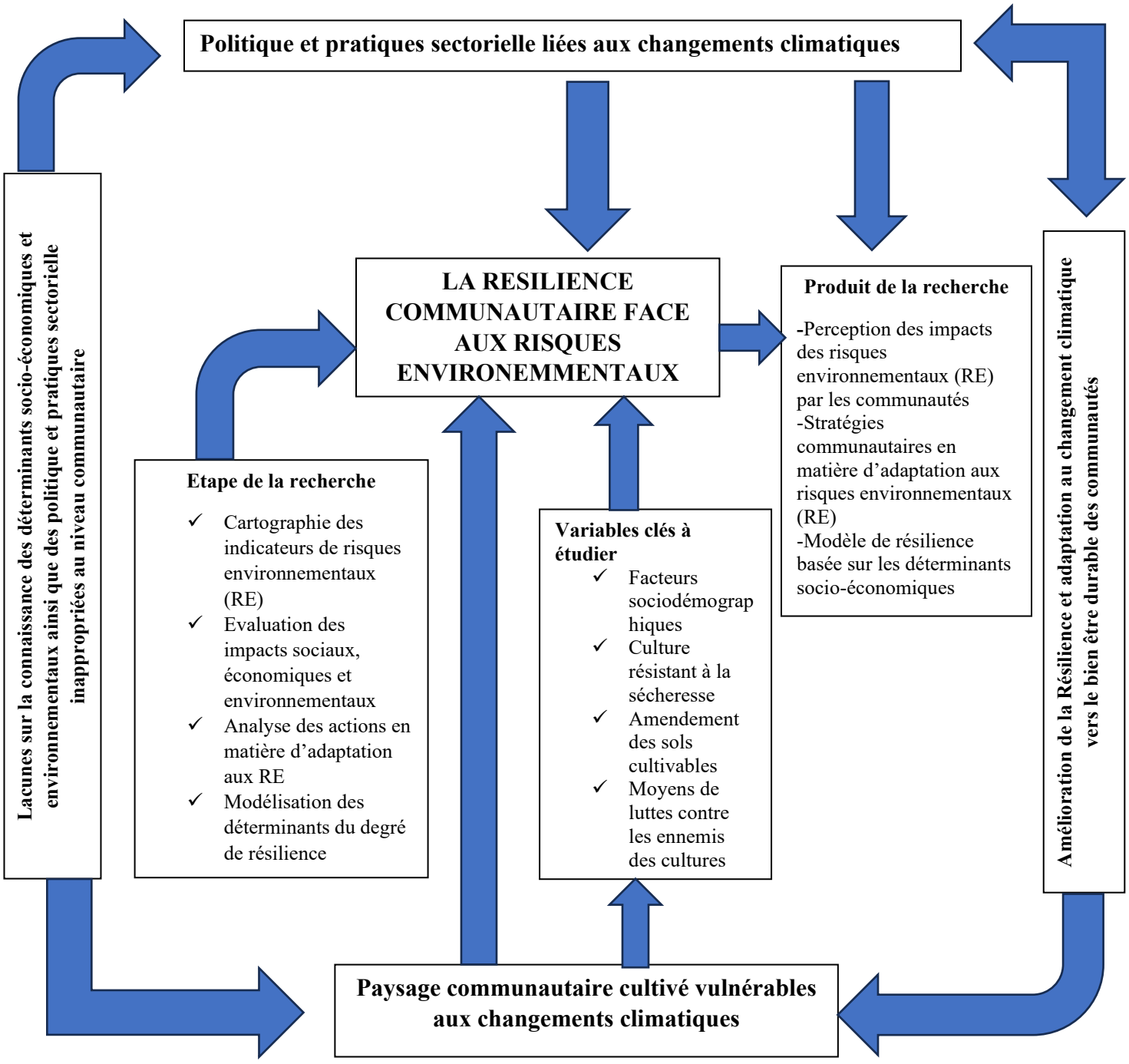
- Identification des indicateurs de l'évolution des risques environnementaux et la perception communautaire face à ces risques la province Kirundo ;
- Evaluation des impacts sociaux, économiques et environnementaux liés aux risques environnementaux ;
- Détermination des facteurs qui sous-tendent la résilience communautaire et des techniques et stratégies d'adaptation face des risques environnementaux

I.5. Hypothèses de recherche

Trois hypothèses de recherche ont été formulées :

- La population de la province de Kirundo perçoit et identifie les indicateurs de l'évolution des risques environnementaux face au changement climatique ;
- Les risques environnementaux auraient des impacts au niveau social, économique et environnemental ;
- La population mène des techniques et des stratégies d'adaptation face aux risques environnementaux ;

I.6. Cadre conceptuel de l'étude



Source : Adapté de Ngendakumana et al. (2023)

Explication du cadre conceptuel

La politique et les pratiques sectorielles liées au changement climatique et à la résilience communautaire sont étroitement liées. La politique climatique établit des cadres réglementaires et des incitations pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et promouvoir des pratiques plus durables. Les secteurs tels que l'énergie, l'agriculture, les transports et l'urbanisme sont donc invités à adapter leurs pratiques en conséquence. Ces adaptations peuvent inclure des mesures telles que l'utilisation d'énergies renouvelables, la promotion de l'agriculture durable. Ces pratiques peuvent renforcer la résilience des communautés face aux risques environnementaux tels que les inondations, les sécheresses et les vagues de chaleur (CNEDD, 2022).

En outre, la résilience communautaire peut être renforcée par des politiques qui favorisent la participation communautaire à la prise de décision, la diversification économique et la réduction des inégalités sociales. Cela permet aux communautés de mieux faire face aux impacts du changement climatique et de se remettre plus rapidement des événements extrêmes (CNEDD, 2018).

En somme, une politique climatique forte et des pratiques sectorielles durables sont essentielles pour renforcer la résilience communautaire face aux risques environnementaux. Cela nécessite une collaboration étroite entre les décideurs politiques, les secteurs économiques et les communautés pour élaborer et mettre en œuvre des solutions durables et équitables.

La relation entre les lacunes sur la connaissance des déterminants socio-économiques et environnementaux, ainsi que des politiques et pratiques sectorielles inappropriées au niveau communautaire, est cruciale pour comprendre l'impact sur le changement climatique et la résilience communautaire. Les lacunes de connaissance entravent la compréhension des impacts socio-économiques et environnementaux des activités humaines, telles que les bioraffineries, sur les territoires locaux. Sans une évaluation adéquate de ces impacts, il est difficile de mettre en place des politiques et pratiques sectorielles efficaces pour renforcer la résilience communautaire face au changement climatique (Mounir, 2018).

Les politiques et pratiques sectorielles inappropriées au niveau communautaire peuvent aggraver les effets du changement climatique en négligeant les aspects socio-économiques et environnementaux locaux. Une mauvaise gestion des ressources, peut contribuer à l'augmentation des risques environnementaux et à la vulnérabilité des communautés face aux changements climatiques. Par conséquent, une meilleure compréhension des déterminants socio-économiques et environnementaux, associée à des politiques et pratiques adaptées, est essentielle pour renforcer la résilience des communautés face aux défis du changement climatique (NDIGLEMBAYE A, 2022 ; SENE 2013).

Les paysages communautaires cultivés vulnérables aux changements climatiques ont un impact significatif sur la résilience communautaire face aux risques environnementaux. Les changements climatiques peuvent affecter la capacité des communautés à produire des aliments, à accéder à l'eau et à l'énergie, et à maintenir des conditions de vie décentes. Les communautés vulnérables sont souvent les plus touchées par ces impacts, car elles ont moins de ressources pour s'adapter et se remettre des perturbations (Ludovic Andres et al, 2015).

Les communautés vulnérables peuvent renforcer leur résilience en adoptant des pratiques d'adaptation aux changements climatiques, telles que la diversification des cultures, l'utilisation de variétés de cultures résistantes à la sécheresse, et la gestion intégrée des ressources en eau. Les politiques et pratiques sectorielles inappropriées au niveau communautaire peuvent aggraver la vulnérabilité des communautés aux changements climatiques en négligeant les aspects socio-économiques et environnementaux locaux (Andres L. et Lebailly Ph., 2013).

Le renforcement de la résilience communautaire face aux risques environnementaux nécessite une approche intégrée qui tienne compte des déterminants socio-économiques et environnementaux, ainsi que des politiques et pratiques sectorielles appropriées. Les institutions nationales et les communautés locales doivent être renforcées dans leur capacité à planifier les activités saisonnières, à développer des stratégies d'adaptation et à renforcer leur résilience face aux changements climatiques (N.AHO, 2018).

En somme, la relation entre les paysages communautaires cultivés vulnérables aux changements climatiques et la résilience communautaire face aux risques environnementaux est complexe et multidimensionnelle. Le renforcement de la résilience communautaire nécessite une approche intégrée qui tienne compte des déterminants socio-économiques et environnementaux, ainsi que des politiques et pratiques sectorielles appropriées.

Pour améliorer la résilience communautaire face au changement climatique et promouvoir le bien-être durable des communautés, il est essentiel de mettre en place des mesures telles que l'éducation environnementale, la gestion des ressources naturelles, et l'adaptation aux conditions climatiques changeantes. Encourager la participation citoyenne, renforcer les infrastructures résilientes, et promouvoir des pratiques durables sont des clés pour une résilience efficace (Care, 2016).

Pour arriver à la détermination du niveau de résilience communautaire dans notre recherche, on a passé par la cartographie des indicateurs des RE qui pourraient exister dans la zone de notre étude. Egalement, l'évaluation des impacts socio-économiques et environnementaux ont attiré notre attention pour bien arriver à notre objectif. L'analyse des actions à faires en matière d'adaptation et la modélisation des déterminants de la résilience communautaire ont été fait. Les variables liées aux facteurs sociodémographique, la détermination des cultures résistant à la sécheresse pratiquée par la population, les techniques et stratégies d'adaptation aux RE comme l'amendement des sols cultivables et les moyens de moyens de luttes contre les ennemis des cultures ont été analysé afin de trouver le rapport qui existe entre la résilience communautaire et ces variables citées.

Enfin, si la population avait appliqué les recommandations des issus des politiques et pratiques sectorielles, la perception des impacts de RE par la communauté aura augmenté ce qui favoriserait l'adoption des stratégies communautaires en matière d'adaptation aux RE menant la résilience communautaire.

I.7. Intérêt du sujet

Notre étude est couronnée de différents intérêts entre autres :

- **Intérêt au niveau scientifique**

Ce travail constitue une source de documentation pour les futurs chercheurs particulièrement sur les risques environnementaux.

- **Intérêt au niveau environnemental**

Notre étude constituera une base des recommandations pour les décideurs du domaine de l'environnement afin de renforcer les actions en matière d'adaptation et de résilience aux différents risques environnementaux.

- **Intérêt au niveau économique**

L'application des recommandations issues des résultats de ce travail diminueront sensiblement le coût de l'inaction face aux risques environnementaux, ce qui va accroitre les revenus des ménages et faire croitre les caisses de l'Etat.

- **Intérêt au niveau social**

Le travail incitera les exploitants de différents domaines (agricole, transport, énergie, etc.) à développer les meilleures méthodes afin de mieux s'adapter aux futurs risques.

- **Intérêt au niveau individuel**

Ce travail me permet de voir et d'appliquer sur terrain les connaissances théoriques apprises en classe, ce qui a amélioré beaucoup mes connaissances en matière de la gestion des risques environnementaux.

I.8. Choix du lieu d'étude

Le choix du lieu d'étude qui est la province de Kirundo, est justifié par le fait que cette province est souvent sujette à des perturbations environnementales extrêmes. Les événements extrêmes tels que la sécheresse, les ravageurs et les variabilités des saisons sont à l'origine d'une chute remarquable de la production des cultures de la région. Or la province de Kirundo était autrefois considérée comme le grenier du Burundi.

I.9. Structuration de l'étude

Le présent travail de recherche s'articule sur quatre chapitres Le premier chapitre concerne l'introduction générale, le second chapitre qui traite des généralités sur la résilience communautaire, le troisième chapitre montre les matériels et méthodes utilisés dans la réalisation du présent travail et enfin le quatrième chapitre qui concerne la présentation et la discussion des résultats. Ce travail est clôturé par la conclusion générale et suggestion à l'endroit de tous les intervenants en matière de la résilience communautaire.

CHAPITRE II. GENERALITES SUR LA RESILIENCE COMMUNAUTAIRE

II.1. Définition des concepts

II.1.1. Résilience

La résilience d'un système socio-écologique se définit, dans le développement durable comme sa capacité à absorber les perturbations d'origine naturelle (un feu provoqué par la foudre, une sècheresse, etc.) ou humaine (une coupe forestière, la création d'un marché, une nouvelle politique agricole, etc.) et à se réorganiser de façon à maintenir ses fonctions et sa structure. En d'autres termes, c'est sa capacité à changer tout en gardant son identité (Mathevet et Bousquet, 2014).

Selon l'UNICEF, la résilience correspond à la capacité d'une personne, d'une communauté, d'une société ou d'un système exposé à une menace de résister à cette dernière, de s'adapter et de se remettre de ses effets de manière opportune et efficace (UNICEF, 2013).

Pour les Nations Unies, la résilience se réfère à « la capacité à faire face, à récupérer, et à éviter les chocs, les dangers ainsi que les menaces économiques et environnementales » (UNISDR 2005).

Pour les économistes, ils utilisent le concept de la résilience et parlent « d'économie résiliente », ou de « résilience de l'économie » qui se réfère á la capacité d'une économie à réduire les probabilités de crises ainsi que leurs effets si celles-ci sont inévitables (Aiginger, 2009). Pour le même auteur, lorsqu'une crise survient, une entreprise résiliente n'est pas nécessairement celle qui parvient à un état de compétitivité antérieure, mais correspond plutôt à celle qui a la capacité de tirer profit de cette crise afin d'améliorer sa compétitivité. Par conséquent, l'entreprise se doit de « conjuguer » l'évaluation des risques, une bonne communication des informations, et la mise en place de processus de gouvernance s'accompagnant d'une planification stratégique (Hamilton, 2004).

Selon l'UNISDR, sa définition officielle assimile la résilience à « la capacité d'un système, une communauté ou une société exposée aux risques de résister, d'absorber, d'accueillir et de corriger les effets d'un danger, en temps opportun et de manière efficace, notamment par la préservation et la restauration de ses structures essentielles et de ses fonctions de base » (UNISDR, 2009).

La résilience représente ainsi le degré de capacité d'un actif (humain, environnemental, économique, physique, etc.) à résister et rebondir après un choc dans un délai acceptable grâce à ses propres ressources et son organisation résiduelle. Dans le contexte aussi bien du développement, que de l'aide humanitaire, la résilience est encouragée dans la mesure où elle renforce le bien-être des populations cibles (FSIN, 2014). Elle consiste également à développer les aptitudes de la communauté et, dans un sens plus spécifique, leurs capacités à se relever après un choc. L'une des définitions de la résilience souvent rencontrée est aussi « l'aptitude de groupes ou de communautés à faire face à des contraintes ou à des perturbations extérieures dues à un changement social, politique ou environnemental » (Adger, 2000).

II.1.2. Modèles de référence dans l'analyse de la résilience

Ici, on montre les différentes techniques et modèles développées par les auteurs dans la résilience au changement climatique.

II.1.2.1. Le modèle adaptatif technico-économique

Ce modèle tel que décrit par Desfontaines en 1985, repose sur la prise en compte du système famille-exploitation, de la situation et des projets de la famille sur l'exploitation. Les agriculteurs ont des raisons de faire ce qu'ils font. Il faut laisser les agriculteurs utiliser leur savoir-faire.

Divers éléments constituants la démarche système :

- Prendre en compte l'environnement (écologique, économique et politique)
- Etudier ce que font les agriculteurs plutôt que dire ce qu'ils devraient faire.
- Démarche ascendante s'appuyant sur les pratiques des agriculteurs.
- Nécessité de l'approche pluridisciplinaire.

Pour identifier les pratiques et les séquences techniques des agriculteurs : la cohérence des systèmes de production devra être accessible à partir d'une analyse fine du fonctionnement interne des systèmes.

La caractéristique essentielle de la recherche système est donc qu'elle commence chez le paysan et qu'elle finit chez le paysan. On identifie les contraintes puis il y a proposition d'actions pour dépasser les contraintes.

II.1.2.2. Les savoirs locaux des agriculteurs

Les agriculteurs dans leurs manières d'organisation ont des stratégies spécifiques qu'ils développent selon les évènements constatés. En d'autres mots, on ne parle pas d'une adaptation aux changements climatiques si la production agricole n'est pas compétitive. Il serait une réalité lorsqu'on prend en compte les savoirs locaux des paysans.

En effet, durant la période coloniale et au début des indépendances, les savoirs locaux n'ont pas été pris en compte dans la conception et la conduite des programmes de recherche, parce que jugé « rétrogradés », statiques et traditionnels alors que la tendance était au modernisme (Brouwers, 1993, cité par Okry, 2000).

Pour Floquet et Mongbo (1996), cité par Okry (2000), l'édification d'une science agronomique vigoureuse passe inévitablement par la prise en compte des stratégies et pratiques locales. Il existe dans les sociétés traditionnelles des réseaux de dialogue technique ainsi que des réseaux de coopération technique et économique et des réseaux de parenté. Ce sont ces réseaux locaux spontanés qui, en l'absence de toute assistance technique de la part des organismes publics de recherche et de vulgarisation, permettent aux agriculteurs d'innover constamment (Albaladejo et Casabianca ,1995).

Pour Dittoh (1988), cité par Sènahoun (1994) l'association des cultures, le conservatisme, la diversification des activités (création d'activités para-agricoles) sont les stratégies couramment développées par les paysans pour faire face au risque du changement climatique.

II.1.2.3. Le modèle Farmer-back-to-Farmer

Cette approche découle des années 1980, l'idée centrale est d'associer les agriculteurs à la recherche et à développer différentes techniques agricoles. Dans sa démarche, cette approche tient toujours compte des savoirs et savoir - faire des paysans et s'y base pour réaliser des innovations. A tous ses stades partant de la détermination jusqu'à leur mise en œuvre, les agriculteurs (paysans) participent à la détermination du problème à résoudre, à l'identification des solutions potentielles, et à l'évaluation des résultats obtenues (Mosse, 1998).

Pour y arriver, il faut s'emprunter d'un outil dit MARP. Cet outil favorise le développement des savoirs et des solutions correspondants mieux aux besoins et aux objectifs des paysans.

II.1.3. Stratégies de résilience agricole

Quels que soient les engagements pris au niveau international pour réduire les gaz à effet de serre, un certain degré de changement climatique est inévitable. La température moyenne à la surface du globe devrait continuer d'augmenter pendant au moins quelques dizaines d'années. Il est urgent, en particulier pour les pays en développement, de s'adapter aux risques environnementaux notamment les changements climatiques. C'est dans ce cadre que la FAO et l'OMM ont organisé des ateliers internationaux dans différentes régions comme le Colloque international sur les changements climatiques et la sécurité alimentaire en Asie du Sud (Dacca, Bangladesh, 2008) ou l'Atelier international sur l'adaptation au changement climatique en Afrique de l'Ouest (Ouagadougou, Burkina Faso, avril 2009). Ces ateliers rassemblaient des représentants des services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN), des ministères de l'agriculture ainsi que d'organisations régionales et internationales venus débattre des stratégies d'adaptation aux changements climatiques à mettre en œuvre à l'échelle régionale et formuler des recommandations pertinentes à l'intention des régions vulnérables.

Les études d'impact évoquées dans les précédentes sections informent les décideurs des régions et des secteurs vulnérables afin qu'ils puissent planifier des mesures d'adaptation. La FAO aide, en leur fournissant une assistance technique, les paysans pratiquant une agriculture de subsistance à se doter de moyens qui leur permettent de mieux s'adapter aux changements climatiques. Disons, pour commencer, qu'il reste encore beaucoup à faire pour réduire la vulnérabilité à la variabilité actuelle du climat. En l'occurrence, l'adaptation aux changements climatiques a beaucoup de points communs avec la gestion des risques de catastrophe.

Au niveau local, une approche globale en matière d'adaptation des modes de subsistance comprend les mesures pratiques suivantes : meilleure gestion agronomique, diversification des revenus, renforcement des services de vulgarisation et essai des techniques d'adaptation recommandées. Les agriculteurs pourraient s'adapter en modifiant le calendrier des semis et en choisissant des variétés mieux adaptées à un climat plus chaud et plus sec ou plus humide. L'utilisation accrue d'engrais permettrait d'accroître le rendement par unité de surface. Une bonne irrigation et une gestion efficace des bassins versants réduiraient le stress hydrique, susceptible de s'aggraver en période de changement climatique.

L'utilisation concrète des données et prévisions climatiques, notamment des prévisions saisonnières, peut grandement améliorer la résistance des systèmes de production agricole. Les agents de vulgarisation aident les agriculteurs à mettre en pratique de nouvelles techniques et méthodes agricoles. S'adressant avant tout aux agents les plus proches des agriculteurs sur le terrain, la FAO met au point un outil d'apprentissage en ligne destiné à aider les communautés à s'adapter aux changements climatiques dans l'agriculture. Ce cours, qui peut être utilisé en classe ou en autoformation, enseigne les bases du changement climatique et aide les apprenants à planifier progressivement des mesures d'adaptation.

II.2. Les défis environnementaux

II.2.1. Le changement climatique : définition, causes, conséquences et impacts

II.2.1.1. Définition

Les changements climatiques sont définis par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) comme étant un changement dans l'état du climat qui persiste sur une période prolongée, normalement des décennies. L'état de ces changements est généralement mesuré en fonction de l'écart avec la moyenne observée ou bien la présence de variabilité hors norme (GIEC, 2007).

La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC, 1992), dans son article premier, définit le changement climatique comme « des changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables ». Ngendakumana et al (2014) affirment dans leur article qu'il s'agit d'un phénomène global se manifestant par le réchauffement atmosphérique, les variations saisonnières et dérèglement des températures dont les causes sont les émissions de gaz à effet de serre qui sont les substances gazeuses émises dans l'atmosphère en provenance des secteurs d'émissions comme les industries, l'agriculture, l'élevage, fabriques, énergies , déforestation et déchets et qui causent le réchauffement de la planète à l'image du phénomène de rehaussement de la température sous les serres.

II.2.1.2. Causes des changements climatiques

Il est important de noter que les changements climatiques peuvent être causés par des phénomènes plus typiquement naturels, comme la modulation des cycles solaires ou l'occurrence d'éruptions volcaniques ainsi que par des phénomènes artificiels, plus particulièrement, les activités anthropiques. D'ailleurs, la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) distingue spécifiquement les changements climatiques naturels et ceux d'origine anthropique (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2019).

Les secteurs les plus contribuables aux changements climatiques sont le secteur secondaire (Industrie, transport) mais également le secteur primaire (Agriculture).

- **Effet de serre naturel**

Un phénomène naturel permettant à la Terre de retenir la chaleur solaire dans l'atmosphère et de maintenir une température acceptable pour entretenir la vie. Sans cela la température de la Terre serait d'environ -18°C (IPCC, 2019).

- **Pouvoir de Réchauffement Global (PRG)**

La contribution à l'effet de serre de chaque gaz se mesure grâce au pouvoir de réchauffement global (PRG). Le pouvoir de réchauffement global d'un gaz se définit comme le forçage radiatif (c'est à dire la puissance radiative que le gaz à effet de serre renvoie vers le sol), cumulé sur une durée de 100 ans. Cette valeur se mesure relativement au CO_2. Les différents gaz ne contribuent pas tous à la même hauteur à l'effet de serre. Certains ont un pouvoir de réchauffement plus important que d'autres et/ou une durée de vie plus longue. Le tableau 1 montre les détails du PRG.

Tableau 1 : Pouvoir de réchauffement global (PRG)

Gaz	**Concentration (ppb)**		**Durée de vie (ans)**	**PRG**
	1750	2011		
CO_2	278 000	390 000	Variable	1
CH_4	722	1 803	12	25
N_2O	271	324	114	298
HFC_{22}	0	0,10	12	1500
PFC_{14}	0	0,07	50 000	7 390
SF_6	0	0,03	3 200	22 800
NF_3	0	-	740	17 200

Source: AR5, IPCC

II.2.1.3. Conséquences dues aux changements climatiques

Le changement climatique à de nombreuses conséquences sur le milieu physique mais également sur le bien- être de la population.

II.2.1.3.1. Conséquences sur l'homme

Les conditions de vie seront de plus en plus difficiles suite aux effets néfastes du changement climatique. Le GIEC prévoit des conséquences négatives majeures pour l'humanité au XXI^{ème} siècle :

- Une baisse des rendements agricoles potentiels dans la plupart des zones tropicales et subtropicales ;
- Une baisse des rendements agricoles potentiels aux latitudes moyennes et élevées (dans l'hypothèse d'un réchauffement fort).
- Une diminution des ressources en eau dans la plupart des régions sèches tropicales et subtropicales ;
- Une diminution du débit des sources d'eau issues de la fonte des glaces et des neiges, à la suite de la disparition de ces glaces et de ces neiges.
- Une augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes comme les pluies torrentielles, les tempêtes et les sécheresses.
- Une augmentation des feux de forêt durant des étés plus chauds ;
- Des risques d'inondation accrus, à la fois à cause de l'élévation du niveau de la mer et de modifications du climat
- Une plus forte consommation d'énergie à des fins de climatisation, etc

II.2.1.3.2. Conséquences environnementales

Selon le GIEC, le réchauffement anthropique de la planète pourrait entraîner certains effets qui sont brusques ou irréversibles, selon le rythme et l'ampleur des changements climatiques, les différents risques environnementaux prévus sont les suivants :

- Montée des eaux au niveau des océans engendrés par deux phénomènes : l'augmentation du volume de l'eau due à son réchauffement (quelques dizaines de centimètres d'ici 2100) et par l'apport d'eau supplémentaire provenant de la fonte des glaciers continentaux et des calottes polaires.
- Précipitations et foudre : Une augmentation des précipitations aux latitudes élevées est très probable tandis que dans les régions subtropicales, on s'attend à une diminution, poursuivant une tendance déjà constatée (GIEC, 2007).

- Pollution de l'air : en particulier via le risque d'une érosion hydrique et éolienne accrue et Via un risque aggravé d'incendies de forêt et d'une moindre capacité des milieux à fixer les poussières.
- A très long terme, les émissions des gaz à effet de serre vont s'amplifier. Le troisième rapport du GIEC insiste en particulier sur les points suivants :
  - Certains gaz à effet de serre, ont une espérance de vie longue, et influent donc sur l'effet de serre longtemps après leur émission (durée de vie dans l'atmosphère d'environ 100 ans pour le CO_2) ;
  - Le réchauffement planétaire même se poursuivra après la stabilisation de la concentration des gaz à effet de serre. Ce réchauffement devrait cependant être plus lent ;
  - La masse océanique fait que l'élévation du niveau des mers se poursuivra même après la stabilisation de la température moyenne du globe.

II.2.2. Variabilité climatique

Le phénomène des changements climatiques est apparu depuis quelques décennies avec toute une gamme de défis tant au niveau national que global impulsant ainsi une coalition internationale de tous les acteurs en provenance des gouvernements, sociétés civiles, bailleurs de fonds, scientifiques, organisations communautaires, etc (Ngendakumana, 2016). Les phénomènes climatiques sont perçus de façon sensorielle à partir de la variation des facteurs du climat tel que la température, le vent, la pluviométrie, l'ensoleillement. La variabilité climatique est la caractéristique inhérente au climat qui se manifeste par des changements et déviations dans le temps (IPCC, 2007). La variabilité climatique est une modification naturelle du climat et donc indépendante des activités humaines. La « variabilité climatique » a été définie par les auteurs Brou (2005) et Bertrand (2012). Elle fait pressentir la mobilité ou la variation du schéma climatique moyen et d'autres statistiques (écarts standards, normales, phénomènes extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales au-delà des phénomènes climatiques individuels.

Rodrigue, en 2008 a défini le climat comme étant la synthèse des phénomènes météorologiques observés sur l'ensemble d'une période statiquement longue pour pouvoir établir ses propriétés statistiques d'ensemble à savoir : valeurs moyennes, variances, probabilités des phénomènes extrêmes, etc.

II.2.3. Vulnérabilité climatique

La vulnérabilité peut être considérée comme une fonction des risques, des dangers, de l'exposition et des options et réponses d'adaptation. On peut ainsi distinguer : vulnérabilité biophysique et vulnérabilité sociale.

La vulnérabilité biophysique est focalisée sur les processus écologiques de la vulnérabilité, l'exposition et la susceptibilité à des processus de changements environnementaux. Elle se mesure avec des indicateurs de type : extension de la période de croissance, saison sèche/pluie, risque d'inondations/crues, etc.

La vulnérabilité sociale est quant à elle focalisée sur les déterminants politiques, socioéconomiques, culturels et institutionnels de la vulnérabilité. Elle se mesure avec des indicateurs de type : éducation, revenu, pauvreté et autres données comme le capital social, la diversification des moyens d'existence, le foncier, etc. En plus de la vulnérabilité biophysique et sociale, on peut distinguer aussi la vulnérabilité actuelle et la vulnérabilité future.

La vulnérabilité actuelle est directement liée à la vulnérabilité climatique et permet d'évaluer les risques connus, avec l'objectif de réduire les dangers et d'identifier des actions d'atténuation des risques et pour la gestion des risques.

La vulnérabilité future qui est directement liée au changement climatique et qui permet d'évaluer les risques connus et potentiels avec l'objectif d'estimer des dangers et d'identifier des capacités et des actions d'adaptation.

Après les différentes définitions de la vulnérabilité, il se dégage des indications pratiques qui sont liées par une relation entre Vulnérabilité, Risque et Adaptation.

(Vulnérabilité = Risque (danger x expositions) +/ - Adaptation (Réponses/Options) où Risque actions prises en réaction aux impactes et effets présents et futurs, ça aborde les questions de risques et d'incertitudes = la probabilité et 1' importance de l'occurrence d'un danger.

- Exposition = la susceptibilité à des impacts et/ou des pertes.

-Adaptation = capacité d'ajustement d'un système en réponse aux conditions nouvelles ou changeantes de son environnement.

-Options =les différentes possibilités de répondre aux changements

La vulnérabilité des rendements agricoles se mesure quant à elle à partir des paramètres de précipitations et d'évapotranspiration potentielle ou en combinant les deux avec des coefficients dérivés empiriques des cultures (Bootsma et al., 2005 ; Ogouwalé, 2006 : Bertrand 2012).

Les indicateurs calculés sont l'indice d'humidité et l'indice de stress agroclimatique :

L'indice d'humidité (IH) permet de mesurer le rapport des hauteurs de pluies (P) à l'évapotranspiration potentielle (ETP) sur une période déterminée. Son expression mathématique est : $IH = (\sum P / \sum ETP) * 100)$

Il évalue l'efficacité des précipitations par rapport à la demande climatique. Plus les valeurs sont faibles, plus les périodes sont sèches et moins les cultures se trouvent dans de conditions favorables (Franquin et al., 1988). L'indice de stress agroclimatique (IAC) est le rapport du déficit d'évaporation à l'évapotranspiration potentielle (ETP) sur une période donnée. Il est noté :

$\sum IAC = (\sum ETPa - \sum ETPb) / \sum ETP) * 100$, a et b représentent deux périodes de temps/Saisons

Plus la valeur de l'IAC est élevée, plus les cultures se trouvent dans des conditions défavorables ne leur permettant pas de satisfaire leur besoin en eau (Morel et al., 2008).

II.2.4. Mesures d'atténuation des changements climatiques : la fixation du carbone

Nombreuses sont les solutions d'adaptation offertes à l'agriculture qui présentent parallèlement un avantage en termes d'atténuation pour garantir la sécurité alimentaire. Faciles à mettre en œuvre, les solutions d'adaptation peuvent être adoptées sans délai. Les secteurs de l'agriculture et de la sylviculture sont responsables à eux seuls d'un tiers du total des émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique et représentent les principales sources d'émissions de méthane et de protoxyde d'azote. Exploiter le fort potentiel d'atténuation qu'offrent ces secteurs est crucial si l'on veut atteindre le double objectif ambitieux en matière de réduction des gaz à effet de serre et partant la résilience climatique. On peut s'attendre à obtenir une forte réduction de la teneur en carbone à un coût relativement modeste en gérant mieux les terres dans toutes les zones climatiques et dans une large gamme de systèmes d'exploitation (culture, pâturage et sylviculture (FAO, 2008b ; FAO, 2009).

De nombreuses pratiques de gestion des terres peuvent régénérer les terres improductives, les sols et les écosystèmes pour favoriser l'augmentation de la teneur en carbone organique des sols tout en améliorant la disponibilité, la qualité et l'accessibilité des aliments. Citons à cet égard l'agriculture biologique, les méthodes culturales de conservation du sol, le paillage, les cultures de couverture, la gestion intégrée des nutriments (notamment l'utilisation de fumier et de compost), l'agroforesterie et une meilleure gestion des pâtures et des terres de parcours.

Des pratiques de gestion durable des terres qui augmentent la teneur en carbone des sols offrent en outre de multiples avantages : augmentation de la fertilité du sol, amélioration de la biodiversité épigée et amélioration de la capacité du sol à stocker l'eau. Les modes de subsistance ruraux

apprendront à résister aux changements climatiques en améliorant ou en stabilisant leur productivité, en fournissant divers services liés à l'écosystème et en inversant la tendance à la dégradation de l'environnement et à la désertification.

II.2.5. Situation climatique au Burundi

Le Burundi n'échappe pas au réchauffement planétaire actuel. De même les effets de ce réchauffement se manifestent dans tous les coins du pays. Ainsi, le rapport de l'OBPE, 2019 sur la vulnérabilité, le climat du Burundi identifie la diversité climatique du Burundi, qui est en relation avec l'altitude, la zone géographique mais également la saison.

Les basses terres de la zone Imbo et de la plaine Rusizi à l'ouest et au Nord-Est reçoivent les précipitations les plus faibles avec des moyennes de 773,52 mm/an et sont les plus chaudes avec une température variante entre 30.35°C et 18.55°C. Les hautes terres du bassin versant du Congo-Nil reçoivent la plupart des précipitations plus de 1350 mm /an, ces terres sont beaucoup plus froides, les températures sont comprises entre 20.92 et 11.66°C.

Les zones d'altitude moyenne (les stations de Musasa, Kirundo et Gitega) reçoivent des précipitations annuelles respectives de 789,62 mm, 837,6 mm et 914,35 mm. En ce qui est de la variabilité des températures, les coefficients de variation sont de 29,4 % à 21,7% respectivement pour Imbo à Rwegura. Les basses terres de la zone Imbo et de la plaine Rusizi sont généralement les zones les plus chaudes du Burundi (30.35-18.55°C) alors que les hautes terres du bassin versant du Congo-Nil sont beaucoup plus froides (20.92-l1.66 ° C). Les températures des plateaux centraux (climat intermédiaire caractérisé par des températures et des précipitations moyennes) se situent entre ces deux extrêmes.

II.3. Stratégies d'adaptation face aux risques environnementaux selon la Banque Mondiale et la Banque Africaine de Développement.

Les stratégies d'adaptation face aux risques environnementaux mises en place par la Banque Mondiale et la Banque africaine de développement peuvent inclure :

1. Intégration des considérations environnementales dans les projets de développement : Les banques financent des projets qui tiennent compte des impacts environnementaux et cherchent à réduire les risques liés à ces derniers. Cela peut inclure des évaluations d'impact environnemental, des plans de gestion environnementale et des mesures de protection de la biodiversité (BAD, 2014).

2. Promotion de la durabilité environnementale : Les banques encouragent les pratiques durables en finançant des projets qui favorisent la conservation des ressources naturelles, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la préservation de la biodiversité.

3. Renforcement des capacités et sensibilisation : Les banques soutiennent des programmes de renforcement des capacités pour aider les pays à mieux faire face aux risques environnementaux et à développer des politiques et des stratégies de gestion environnementale efficaces (GBM, 2020).

4. Collaboration avec d'autres acteurs : Les banques travaillent en partenariat avec d'autres institutions, gouvernements, entreprises et organisations de la société civile pour renforcer les mesures d'adaptation et de mitigation des risques environnementaux.

En mettant en œuvre ces stratégies, la Banque mondiale et la Banque africaine de développement contribuent à atténuer les effets des risques environnementaux et à promouvoir un développement durable en Afrique.

CHAP III. MATERIELS ET METHODES

III.1. Description et présentation du milieu d'étude

III.1.1. Description de la zone d'étude

L'étude a été conduite dans la province de Kirundo au nord-est du Burundi, un pays montagneux à climat tropical tempéré par l'altitude et couvrant une superficie de 27.834 km^2. Il fait frontière avec la République du Rwanda au Nord, la République Démocratique du Congo à l'Ouest et la République Unie de Tanzanie au Sud et à l'Est (Figure 1). Le choix des trois communes de la province de Kirundo a été motivé par le stage que j'ai effectué dans cette région dans le cadre d'un projet mis en œuvre par le Programme d'Agroécologie pour la Dignité des Producteurs Agricoles du Burundi (PADIP). À travers l'Union Haguruka des Coopératives Multifilières (UHACOM), nous avons voulu mettre en exergue l'apport de l'UHACOM, qui encadre les coopératives des communes de Kirundo, Vumbi et Gitobe en matière de résilience communautaire. L'UHACOM joue un rôle crucial dans l'accompagnement des coopératives de ces communes en promouvant des pratiques agroécologiques et en renforçant les capacités des producteurs agricoles

L'UHACOM organise des sessions de formation pour les membres des coopératives sur les techniques agroécologiques, la gestion durable des ressources naturelles et la diversification des cultures. Ces formations visent à améliorer les rendements agricoles tout en préservant l'environnement.

L'UHACOM encourage l'adoption de techniques agricoles respectueuses de l'environnement, telles que le compostage, l'utilisation de biofertilisants et la lutte intégrée contre les ravageurs. Ces pratiques permettent de réduire la dépendance aux intrants chimiques et de favoriser la santé des sols.

En soutenant la diversification des cultures et des activités économiques, l'UHACOM aide les communautés à réduire leur vulnérabilité aux aléas climatiques et économiques. Par exemple, l'introduction de cultures résistantes à la sécheresse ou la promotion de l'élevage peuvent offrir des sources de revenus alternatives.

- En favorisant la création et le renforcement des coopératives, l'UHACOM contribue à la cohésion sociale et à la solidarité entre les membres des communautés. Cela permet une meilleure gestion collective des ressources et une réponse plus efficace aux défis communs.

Ces initiatives m'ont permis de démontrer l'importance des approches agroécologiques et de la coopération communautaire dans le développement rural durable.

La province de Kirundo est située au Nord du Burundi. Elle est limitée au Nord et à l'Ouest par la République du Rwanda et la province de Ngozi. Au Sud et à Est, elle fait frontière commune avec la province Muyinga. Sa superficie de 1.703,34 Km² représente 6,1% de la superficie nationale.

La Province de Kirundo appartient pour sa plus grande partie à la région naturelle de Bugesera (88% du territoire), seules, les parties du Sud des communes Vumbi et Gitobe sont dans la région naturelle du Bweru (12% du territoire). En termes de relief, cette province se trouve dans sa partie Sud sur les zones de montagne et le plateau central dont l'altitude se situe entre 1500 et 2000 m. La partie Nord de la province de Kirundo correspond aux dépressions du Nord-est dont l'altitude moyenne est de 1300 m. La région du Bugesera englobe les communes de Bugabira, Busoni, Kirundo, Ntega et une grande partie de Bwambarangwe et de Gitobe. Son climat se caractérise par des températures variante entre 14,8 et 27,1°C et la pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 800 et 1.200 mm tandis que la région naturelle du Bweru englobe la commune de Vumbi, le Sud de Gitobe et une petite partie de la commune Bwambarangwe. Cette région, par rapport au Bugesera, affiche une légère différence 4 quant au climat. Elle est plus arrosée et se caractérise par une saison sèche moins longue, de 5 à 6 mois. La pluviométrie annuelle est supérieure à 1200 mm (SPAT Kirundo, 2007, 8).

Du point de vue administratif, la province de Kirundo est subdivisée en 7 communes à savoir : Bugabira, Busoni, Bwambarangwe, Gitobe, Kirundo, Ntega et Vumbi lesquelles sont subdivisées en collines soit 193 collines. L'étude a été conduite dans trois communes de ladite province à savoir Kirundo, Vumbi et Gitobe. La digitalisation de la zone d'étude (Figure 1) a été exécutée à l'aide du logiciel Arc GIS. La figure 1 qui suit nous montre une localisation de ces communes vis-à-vis des autres communes avec leurs limites administratives qui constituent ladite province.

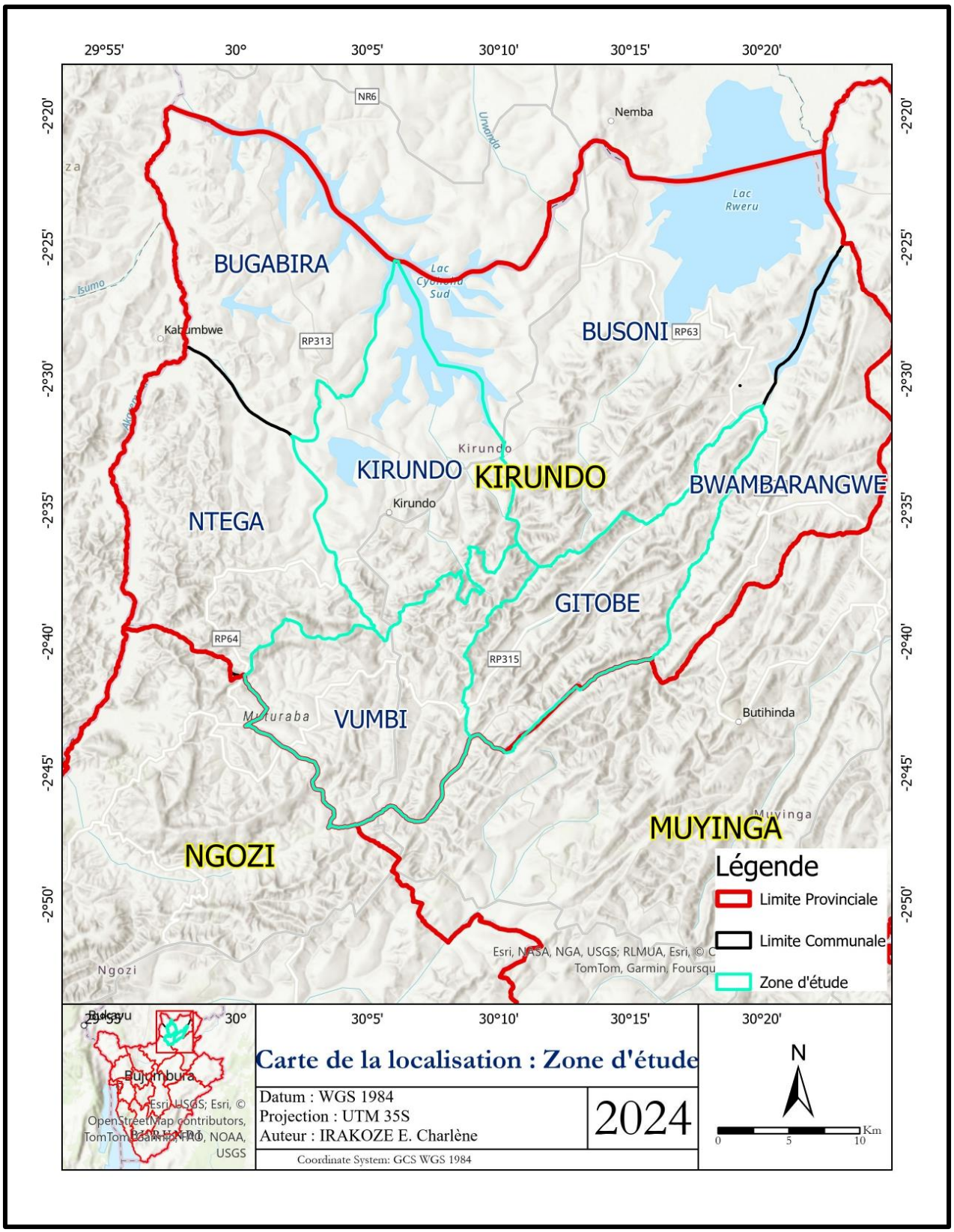


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

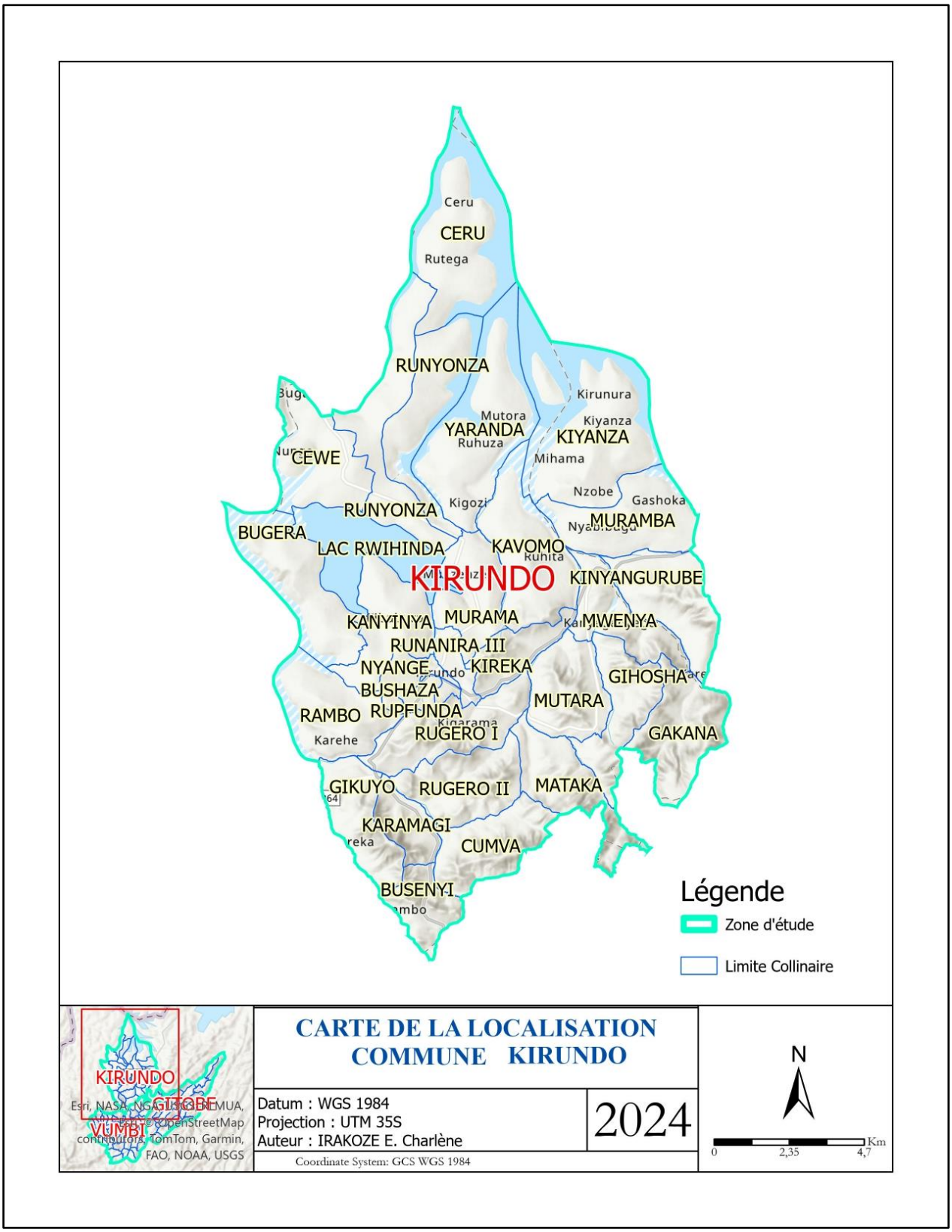


Figure 2 : Représentation géographique de Kirundo

D'une manière détaillée, nous montrons la localisation de chaque commune. La figure 2 ci-dessous montre la localisation de la commune Kirundo avec les collines qui la constituent.

Une autre commune qui a fait l'objet de notre étude est la commune Vumbi qui est représentée dans la figure 3 ci-dessous.

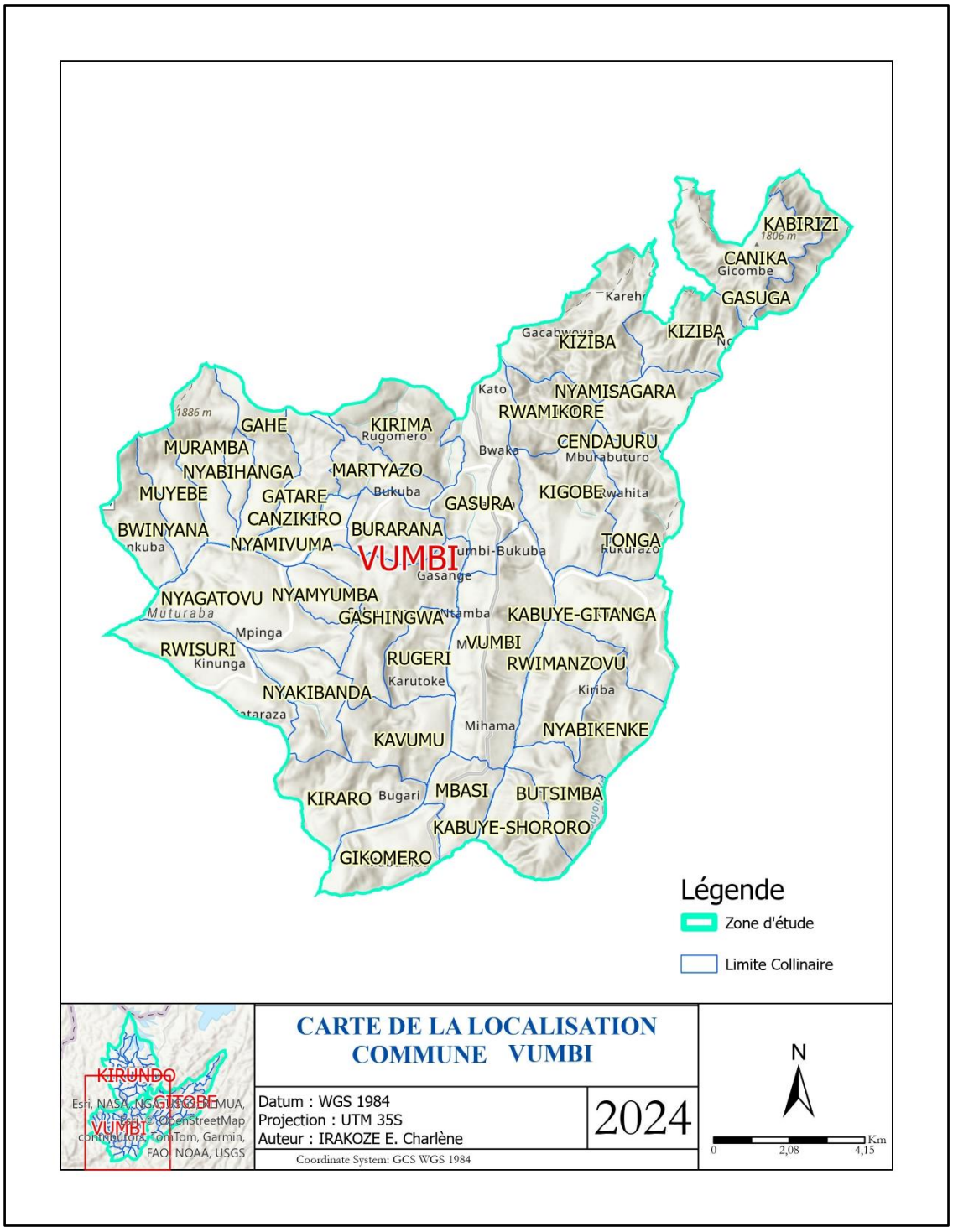


Figure 3: Localisation de la commune Vumbi

Notre zone d'étude englobe également la commune Gitobe (Figure 4) avec ses collines.

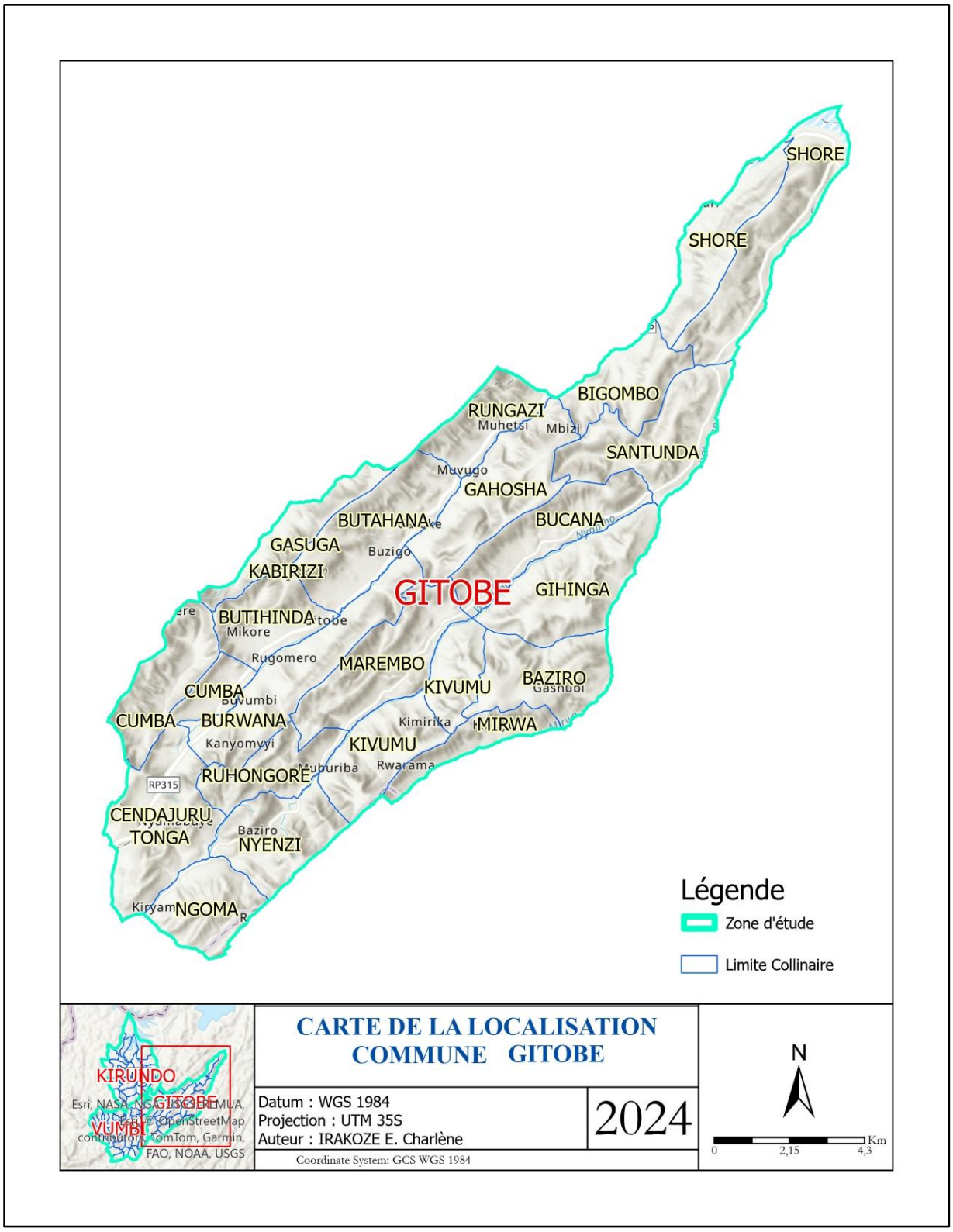


Figure 4: Localisation de la commune Gitobe

III.1.2. Organisation administrative

La province de Kirundo dont le chef-lieu porte le même nom est découpé en sept communes organisées en 195 collines de recensement. Ce découpage administratif accuse des inégalités tant en superficie qu'en nombre de collines tel que le montre le tableau n°2.

Tableau 2: Découpage administratif de la province Kirundo

Communes	Superficie en km²	Nombre de collines
Bugabira	235,31	12
Busoni	420,89	41
Bwambarangwe	193	17
Gitobe	180,2	20
Kirundo	207,29	31
Ntega	260,82	33
Vumbi	205,82	41
PROVINCE	**1703,34**	**195**

Source: MPDR/ PNUD, 2005

Il ressort de ce tableau n°2 que la commune de Busoni est la plus grande suivie de Ntega et Bugabira. Gitobe est la plus petite de toutes les communes avec une superficie plus de deux fois moins que celle de Busoni.

III.1.3. Milieu agro-écologique et le zonage

III.1.3.1. Deux zones agro-écologiques

La plupart des sources font référence à deux zones agro-écologiques dans la Province de Kirundo. On distingue ainsi par ordre décroissant d'importance :

- Le Bugesera : zone majoritaire, caractéristique des communes de Busoni et Bugabira (selon la monographie, « le Bugesera englobe les communes de Bugabira, Busoni, une grande partie de Bwambarangwe, Kirundo et Ntega »). Il se situe dans la zone Nord de la Province, de plus basse altitude (1.400m) et de moindre pluviométrie. Cette zone souffre depuis une dizaine d'années de déficit hydrique. Les cultures principales pratiquées y sont le sorgho et le haricot. C'est également une zone ayant relativement la moindre densité démographique.
- Le Bweru : zone de plus haute altitude (1600 m) plus au Sud avec une meilleure pluviométrie, plus propice à la banane et au café. La densité de population y est plus élevée (minimum de 350 hab/km), le parcellaire y est plus exiguë, la diversité culturale plus importante.

- Les producteurs se plaignent davantage de problèmes de fertilité des sols. Selon la monographie, « le Bweru englobe les communes de Gitobe, Vumbi, et une petite partie de Bwambarangwe ».

Tableau 3: Données démographiques de la Province de Kirundo (2005)

	Bugabira	Busoni	Bwambarangwe	Gitobe	Kirundo	Ntega	Vumbi	Total province
Superficie (hectares de terres émergées)	23500	42 000	19 300	18 000	20 700	26 000	20 500	170 000
Population (estimation 2005)	74248	121 626	60 278	62 773	93 277	97 540	88 438	598 180
Densité (estimée 2005 hab/km2)	316	290	312	349	451	375	431	352
Nombre de ménages agricoles (estimés)	15 110	24 753	12 267	12 775	18 983	19 851	17 998	121 738

III.1.3.2. Les situations avantageuses de la Province

a) Les lacs

Avec une superficie globale de 160 km² de lacs pour 1.700 km² de terres émergées, ils constituent près de 10% de la surface de la Province. Le détail est donné dans le 2 ci-dessous.

Tableau 4: Répartition des 8 lacs de la Province

Lacs	**Rweru**	**Cohoha**	**Kanzigiri**	**Rwihinda**	**Gacamirindi**	**Mwungere**	**Narugazi**
Communes	Busoni, Bwamba-rangwe	Kirundo, Bugabira Busoni	Bwamba-rangwe	Kirundo	Bugabira	Ntega	Bugabira
Superficie	70 km²	78,5 km²	7,5 km²	4,25 km²	2,5 km²	0,2 km²	Nd

Les deux principaux lacs de la Province (Rweru, Cohoha) partagent une partie de leurs eaux avec le Rwanda. Ainsi, le lac Rweru a une superficie totale de 100 km² (les données concernant le lac Cohoha, très ramifié, ne sont pas disponibles). Ces lacs constituent une ressource vitale pour les

populations, car ils permettent un accès continu à l'eau, aux ressources halieutiques, et favorisent l'exploitation agricole.

Toutefois, selon l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature (INECN, 1990), l'apport de ces lacs va en diminuant du fait surtout de la surexploitation faite par l'homme. En effet, les fortes migrations issues des troubles dans la sous-région au milieu des années 1990 ont provoqué un afflux de population dans cette zone. L'exploitation anarchique qui s'en est suivie fut peu respectueuse de l'environnement : déboisements, aménagement sommaire de marais dont certains font office de canaux entre les lacs. Les déficits pluviométriques enregistrés ces dernières années accentuent ce phénomène mais n'en sont pas, selon INECN, la seule cause. La superficie de ces lacs est ainsi en diminution. De même, du fait de cette exploitation anarchique par l'homme, ces lacs ont perdu leur attrait éco- touristique, la faune et la flore qui en faisaient la richesse ont subi de grands dommages lors de ces dix dernières années. Ainsi, pour le seul lac Rwihinda, plus de 60 espèces d'oiseaux migrateurs et sédentaires furent recensées, dont certaines furent anéanties durant les périodes de famines de ces dernières années. Le potentiel lacustre est indéniable et constitue une force pour ses populations et au-delà pour la Province de Kirundo, mais la préservation de cette richesse nécessite de mettre en place des mesures de protection et d'exploitation rationnelle respectueuse de l'environnement.

Parmi celles-ci, l'accès des pêcheurs à des filets à mailles réglementaires «3 doigts » et le retrait des filets moustiquaires doit être une priorité. On notera également l'absence totale de débarcadères bien aménagés et la mauvaise organisation de la transformation et de la commercialisation des productions lacustres malgré l'existence de plusieurs associations de pêcheurs.

b) Les marais

La Province de Kirundo dispose de 152 km² de marais, soit 9% des terres émergés. 79% de ces marais sont exploités, principalement pour la culture de riz. Pourtant moins de 500 ha disposent d'aménagements « modernes » (moins de 5%).

Dans un contexte de tendance à la diminution des pluies, ces marais sont amenés à jouer un rôle de plus en plus important pour la sécurisation des rendements agricoles et sont donc des zones à forts enjeux. Pourtant : Ces marais sont assez inégalement répartis dans la Province : respectivement 21% et 20% des communes de Bugabira et Ntega sont couvertes de marais, alors que seulement 1% de Busoni est couverte.

Tous les agriculteurs n'ont pas accès aux marais : distance, manque de force de travail. La possibilité d'exploiter un marais est un facteur de différenciation entre agriculteurs, car elle permet de sécuriser les rendements, d'intégrer une culture (le riz) alliant sécurité alimentaire et source de revenus. La productivité des marais est limitée, du fait du peu 'aménagements modernes réalisés (moins de 2%), et d'une gestion le plus souvent « anarchique ». Les rendements dans ces marais sont faibles (3t/ha de riz paddy) et des progrès sont possibles en améliorant la gestion hydraulique, agricole et organisationnelle. Ce sont des zones à forts enjeux fonciers. Le fait que les marais soient des terres domaniales appartenant aux Communes crée quelques limites en termes d'exploitation, aucune garantie foncière n'est offerte aux producteurs sur ces espaces.

La plupart des ONG et projets de la zone sont principalement intervenus sur les aménagements hydrauliques et peu sur les aspects de gestion qui pourtant peuvent être améliorés à moindre coût.

III.1.4. Le climat et précipitations

Le climat observé dans la province de Kirundo est largement déterminé par les régions naturelles auxquelles appartiennent les différentes communes. Dans le Bugesera, le climat est caractérisé par des températures variant entre 14,8 et 27,1°C. La pluviométrie annuelle moyenne est comprise entre 1200 et 1300 mm. La région naturelle de Bweru, par rapport à celle de Bugesera, affiche une légère différence au point de vue climat. Les régimes thermiques et hydriques sont de nature isothermique et ustiques (IGEBU, 2001). La province de Kirundo connaît de graves perturbations pluviométriques se traduisant par des sécheresses de différentes intensités qui compromettent la vie des populations.

III.1.5. Végétation

Dans l'ensemble, on distingue la végétation du milieu terrestre et celle des zones aquatiques. La végétation terrestre importante dans la région de Bugesera est celle des bosquets xérophiles de Murehe qui, malgré les différents défis environnementaux couplés avec des actions anthropiques menaçantes porte encore quelques lambeaux tenables. Les milieux aquatiques comprennent essentiellement les marais et quelques plantes submergées au niveau des huit lacs du Nord (PATAREB, 2018).

III.1.6. Le relief et l'hydrographie

La province de Kirundo dont la majeure partie est dans le Bugesera est un plateau d'altitude inférieure à 1600m, constitué de grandes ondulations séparées par des vallées marécageuses et des lacs dont les plus importants sont Rweru et Cohoha.

Au Sud-Est. Cette zone de basse altitude est bordée de longues échines de plateau en lanière culminant vers l 800 m d'altitude, orienté généralement vers le Sud-Est/ Nord Est. La province de Kirundo a des rivières et de lacs du bassin du Nil coulant dans le cadrant Nord-Ouest vers la Kanyaru et Nord vers la Kagera (MPDR et PNUD, 2005).

III.1.7. La pédologie

Les sols de la province Kirundo sont, dans le Bugesera, des matériaux argileux à argilo-sableux avec des formations schisto-quartzitiques influencées par des roches micacées acides. Les sols sont organiques dans les fonds des vallées de Nyavamo et Kanyaru. Ils sont aussi argilo-sableux dans la zone frontalière interlacustre de Gasenyi et Murehe. Les sols du Bweru sont des ferrasols graveleux avec affleurements qui couvrent les sommets des reliefs pénéplanes de moyenne altitude. Dans l'ensemble, les sols de Kirundo sont d'une assez bonne fertilité bien que les degrés de fertilité soient différents d'un endroit à l'autre (MPDR et PNUD, 2005).

III.2. Approche méthodologique

III.2.1. Recherche documentaire

La méthodologie utilisée comprend une recherche bibliographique pour compiler un maximum de documents récents sur le sujet, particulièrement les données sur les projets qui ont été exécutés dans cette province. Cela nous a permis de bien délimiter spatialement notre travail de terrain puisque nous avons passé dans les empreintes des projets réalisés par certains organismes dans le but de contribuer à la résilience communautaire. Pour ce faire, nous avons établi une enquête qui a été menée en utilisant un questionnaire comptant une série de questions rangées dans un ordre bien précis permettant de rassembler le maximum d'informations répondant à notre sujet.

III.2.2. Techniques de collecte des données sur terrain et détermination de l'échantillon

Notre population d'étude est constituée par les personnes regroupées dans les coopératives encadrées par Union Haguruka des Coopératives Multifilières UHACOM en sigle à travers son

Programme d'Agroécologie pour la Dignité des Producteurs Agricoles du Burundi (PADIP). L'UHACOM encadre les coopératives de la commune de Kirundo, Vumbi et Gitobe.

Pour s'enquérir des données sur la résilience face aux défis environnementaux des communautés de Kirundo, nous avons constitué un questionnaire d'enquête (voir annexe 1) et un guide d'entretien (annexe 2) ainsi qu'une observation directe sur terrain pour noter les faits saillants lors de notre étude. L'enquête a été effectuée sur 3 communes de la province Kirundo à savoir la commune Kirundo, la commune Vumbi ainsi que la commune Gitobe. La population ciblée était constituée par les communautés regroupées dans des coopératives.

Notre étude porte sur un échantillon de 252 personnes enquêtées dans les 3 communes de notre zone d'étude de la province Kirundo à savoir la commune Kirundo, Vumbi et Gitobe. Cela a eu lieu après avoir déterminé la taille de l'échantillon dans une population cible de 729 personnes regroupées dans trois coopératives des communes de Kirundo, Vumbi et Gitobe. Les effectifs respectifs des coopératives des communes de Kirundo, Vumbi et Gitobe sont 144 ; 230 et 355. Mathématiquement parlant, la formule utilisée est celle de M. Réa et Richard A. Parker (1997). L'équation ci-dessous a donc été utilisée :

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

Où

n : taille de l'échantillon
N : taille de la population totale
P : probabilité qui donne la valeur maximale ici 0,5
tp : intervalle de confiance à 95% qui correspond à 1,96
Y : marge d'erreur de 5 %.

Nous avons pris l'échantillon au seuil de 95% donc à l'intervalle de confiance de 5% prenant la valeur de 1,96. Ainsi en appliquant la formule, nous avons trouvé un échantillon :

$$n = \frac{1{,}96^2 + 0{,}5(1-0{,}5) * 729}{1{,}96^2(1-0{,}5) + (729-1) * 0{,}05^2} = 252{,}01\ soit\ 252$$

Au total, nous avons 252 personnes qui constituent notre taille de l'échantillon.

En ce qui est des données d'enquêtes, une partie de la collecte des données a été réalisée sur la base d'une fiche d'enquête des ménages ciblés sur place aux lieux de notre zone d'étude. C'est l'une des étapes les plus importantes de notre étude. En effet, nous avons collecté les données et les informations à partir des différentes sources disponibles. Les données d'enquêtes ont été recueillies auprès des agri-éleveurs et des cadres locaux de la zone d'étude. Cette enquête est l'une des meilleures méthodes pour s'intégrer au niveau communautaire et ainsi pouvoir bien cerner le cas étudié.

Pour bien couvrir les trois communes dont Vumbi, Gitobe et Kirundo, nous avons utilisé la technique de stratification. Il s'agit d'une méthode utilisée lorsque le cadre d'échantillonnage met clairement en évidence différentes catégories (strates). La procédure consiste à définir la liste des individus dans chaque strate, puis choisir les unités dans chaque strate en utilisant une méthode aléatoire.

Ainsi la population à enquêter par commune a été déterminée par la formule suivante :

En vertu, la taille de notre échantillon est alors :

1°) Dans la commune Kirundo

$$n = \frac{1{,}96^2 + 0{,}5(1-0{,}5) * 144}{1{,}96^2(1-0{,}5) + (144-1) * 0{,}05^2} = 50{,}03\ soit\ 50\ personnes$$

2°) Dans la commune Gitobe

$$n = \frac{1{,}96^2 + 0{,}5(1-0{,}5) * 355}{1{,}96^2(1-0{,}5) + (355-1) * 0{,}05^2}$$

= 123,17 soit 123 personnes à enquêter

3°) Dans la commune Vumbi

$$n = \frac{1{,}96^2 + 0{,}5(1-0{,}5) * 230}{1{,}96^2(1-0{,}5) + (230-1) * 0{,}05^2}$$

= 79,04 soit 79 personnes à enquêter

III.2.3. L'entrevue

Pendant le travail de terrain (collecte des données) nous nous sommes appuyés sur l'entrevue qui nous a permis d'obtenir des renseignements supplémentaires l'endroit des autorités à la base ainsi que dans les ménages. En effet, il y avait un intervieweur, la personne qui coordonne le déroulement de la conversation et pose les questions ainsi que le répondant. Les entrevues menées ont été à la base des connaissances sur les défis environnementaux enregistrés dans la localité, les conséquences déjà manifestées ainsi que les options d'adaptation conduisant à la résilience communautaire.

III.2.4. Questionnaire d'enquête

Pour collecter les données quantifiables ou nominales présentées sous la forme d'une série, nous nous sommes servis d'un questionnaire d'enquête (Annexe1). Ce questionnaire nous a permis de recueillir un grand nombre d'informations de natures différentes et beaucoup d'avis sur les options d'adaptation.

III.2.5. Observation documentaire

Durant la période de terrain, nous avons pu faire des observations dans les ménages visités, comment les options d'adaptation sont pratiquées surtout dans les localités où certaines organisations se sont intervenues. Sur ce point, nous parlons de la mise en place des cultures résistantes aux maladies et ravageurs, des plantes agroforestières, l'utilisation des produits biopesticides, le paillage, etc.

III.3. Collecte des données

La collecte des données de cette étude a été effectuée du 04 janvier au 15 février 2024 par une équipe constituée par l'auteur du mémoire appuyée par deux animateurs formés à cet effet sur base de leur maitrise de terrain et des concepts apparentés aux changements climatiques et le bien-être communautaire dans les communes de Kirundo. Comme indiqué dans la section III.1 et repris sur les cartes des figures 1, 2 et 3, l'étude a été conduite dans trois communes de Kirundo, Vumbi et Gitobe sur un échantillon total de 252 exploitants agricoles (voir section III.2.2.).

III.3.1. Logiciel utilisé

Pendant la collecte des données au cours de l'entrevue, le logiciel KoBo Collect a été privilégié. KoboToolbox est un logiciel de collecte de données de terrain recommandé pour des applications telles que la collecte de données de terrain au sein des organisations humanitaires. Il est basé sur l'application open-source ODK Collect et est conçu pour la collecte de données primaires dans des environnements difficiles sur le terrain, notamment en cas d'urgence humanitaire (FAO, 2017). KoboToolbox permet de collecter des données à partir d'entretiens ou d'autres données primaires, en ligne ou hors ligne, et il n'y a aucune limite sur le nombre de formulaires, de questions ou de soumissions pouvant être enregistrés sur votre appareil (Graaf et al.2015).

Kobo Collect est un logiciel de collecte de données de terrain qui offre plusieurs avantages par rapport à d'autres logiciels similaires. Tout d'abord, il permet de collecter des données sur des

smartphones ou des tablettes, ce qui facilite la saisie et la gestion des données. De plus, Kobo Collect offre une grande flexibilité dans la conception des formulaires de collecte de données, ce qui permet de personnaliser les enquêtes en fonction des besoins spécifiques de chaque projet (Donald, 2018).

Un autre avantage de Kobo Collect est sa capacité à analyser les données collectées en créant des illustrations telles que des camemberts, des histogrammes et des tableaux. Cela permet de visualiser rapidement et facilement les résultats de l'enquête, ce qui peut être particulièrement utile dans des contextes où les décisions doivent être prises rapidement. KoboCollect offre également des avantages en termes de temps et d'erreurs de saisie. En effet, il permet de gagner du temps dans la saisie des données et de réduire les erreurs lors de la collecte des données (Yoan, 2021). De plus, KoboCollect offre la possibilité de protéger des champs de questions, ce qui permet de minimiser les erreurs de saisie et de garantir la qualité de l'information collectée (FAO, 2018).

Enfin, KoboCollect offre la possibilité de visualiser les données en temps réel et de disposer des premières analyses pendant l'évolution de l'enquête. Cela permet de suivre l'évolution de l'enquête en temps réel et de prendre des décisions rapidement si nécessaire.

III.4. Matériels pour le traitement des données

Plusieurs outils ont été requis pour accomplir ce travail :

- Un ordinateur portable compatible avec les logiciels nécessaires au traitement des informations pour notre travail ;
- SPSS : il nous a permis de réaliser des analyses descriptives, statistiques inférentielles ou multivariées et d'autres informations issues de l'enquête. Il est utilisé pour déterminer chacune des questions, le nombre et le pourcentage de paysans ayant une réponse. Il permet de lire les données, les traduit en format SPSS et exécute les opérations mathématiques et statistiques. Ce logiciel permet de présenter, suite à l'analyse, les résultats sous forme de tableaux et de graphiques ;
- Arc Gis et/ou QGIS : C'est un logiciel de traitement numérique capable de réaliser et de concevoir des cartes et croquis illustrant la recherche. Il permet de faire des manipulations et traitements des données géographiques.

III.5. Modèle de détermination du degré de résilience suite aux défis environnementaux

L'augmentation du degré de résilience suite à l'adoption des nouvelles techniques est le point de vue de notre projet de recherche à long terme. Au cours de ce travail la variation du degré la résilience est la variable dépendante et sera mise en régression logistique avec une série des variables indépendantes (exogènes).

La régression logistique s'applique lorsque la variable à expliquer (Y) est qualitative. Il calcule les rapports de chances tout en précisant leur seuil de signification. Le tableau 5 montre les variables ayant été introduite dans la régression logistique.

Tableau 5:Variables incorporées dans le modèle de régression logistique

Nº	**Modèle**	**Nom de la variable**	**Nature de la variable**
1	SEX	Genre	Qualitative
2	AGE	Age	Quantitative
3	NIVEAUDU	Niveau d'éducation	Qualitative Ordinale
4	ETATCIV	Etat civil	Qualitative
5	TAILLEMEN	Taille du ménage	Quantitative
6	COMM	Commune	Qualitative
7	SUPERF HA	Superficie en hectare	Quantitative
8	POSSESSIONT	Possession des terres	Qualitative
9	DISTANCEK	Distance en Km entre le domicile et parcelle	Quantitative
10	MOYENL	Moyen de locomotion	Qualitative
11	MODED	Mode d'acquisition des terres	Qualitative
12	INTERVALLE	Intervalle de temps	Quantitative
13	TEMPSD	Temps d'occupation en année	Quantitative
14	TYPEDECULT	Types de culture	Qualitative
15	SYSTEMEDE	Système de culture	Qualitative
16	TYPES	Type de semences	Qualitative
17	TECHNIQUES	Techniques d'amendements des sols	Qualitative
18	MODEDEL	Mode de lutte contre les ennemis de culture	Qualitative
19	SENSIBILIS	Sensibilisation sur le compostage	Qualitative
20	TECHNIQUESD	Techniques d'amendements des sols	Qualitative
21	LUTTEMODE	Mode de lutte contre les ennemis de culture	Qualitative
22	STRATEGIE	Stratégies d'augmentation de la récolte	Qualitative
23	ESPECESRESI	Espèces résistantes aux changements climatiques	Qualitative

Considérant toutes ces variables, le modèle de régression linéaire à variables dépendante a été utilisé. Les résultats obtenus en utilisant ce modèle sont évalués selon les règles statistiques tels que : la significativité des paramètres estimés, le coefficient de détermination la normalité.

Soit Y_i une variable qu'on cherche à expliquer par X_i l'ensemble des variables explicatives,

Le modèle linéaire s'écrit:

$$Y_i = A_0 + X_i\beta + \varepsilon_i$$

Où β est un vecteur de coefficient à estimer

ε_i est le terme d'erreur qui représente l'effet des variables inobservées.

La régression logistique constitue alors une méthode de choix pour rechercher et déterminer les facteurs influençant les stratégies d'adaptation développées par un exploitant agricole. Ces facteurs sont des variables d'adaptation.

Le modèle de logistique se présente généralement comme suit :

$LogitY, = \ ln\ \left(\frac{Y_i}{1-Y_i}\right) = Ao\ +\ X_i\beta\ +\ \varepsilon_i \ldots\ldots$

Avec :

- A_0 : Constante
- Y_i : probabilité que la variable expliquée soit 1
- $1 - Y_i$: la probabilité que la variable expliquée est nulle
- β : $\beta_0,\ \ldots, \beta_n$: paramètres à estimer
- X_i Ensemble des variables explicatives
- ε_i terme d'erreur

Compte tenu de l'ensemble des variables jugées explicatives, le modèle théorique s'écrit

Alors :

Résilience = f (sexe, de l'Age, niveau d'éducation, de l'état civil, statut du coopérant, possession du bétail, superficie, expérience agricole et l'accès à l'information sur les défis environnementaux.)éé

CHAPITRE IV : PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

IV.1. Présentation des résultats

Dans cette section, nous présentons les données issues de l'enquête effectuée auprès de 252 enquêtés de la commune Kirundo, vumbi et Gitobe sur la résilience communautaire. Le tableau 6 concerne la description de la population en fonction des caractéristique sociodémographiques.

Tableau 6: Répartition des enquêtés selon les caractéristiques sociodémographiques

Modalités	**Effectif**	**Pourcentage**
Commune		
GITOBE	123	48,81
KIRUNDO	50	19,84
VUMBI	79	31,35
Sexe par commune		
Féminin par commune	**120**	47,62
GITOBE	63	25,00
KIRUNDO	24	9,52
VUMBI	33	13,10
Masculin par commune	**132**	52,38
GITOBE	60	23,81
KIRUNDO	26	10,32
VUMBI	46	18,25
Tranche d'âge		
20-35 ans	79	31,35
36-50 ans	120	47,62
51-65 ans	53	21,03
Niveau d'instruction		
Aucun	111	44,05
ECOFO	86	34,13
Post fondamentale	40	15,87
Université	15	5,95
Etat civil		
Célibataire	10	3,97
Marié (e)	232	92,06
Veuf(ve)	10	3,97
Taille du ménage		

1-3enfants	67	26,59
4-6enfants	164	65,08
7-9 enfants	21	8,33

Notre étude porte sur un échantillon de 252 personnes enquêtées dans les 3 communes de notre zone d'étude de la province Kirundo à savoir la commune Kirundo, Vumbi et Gitobe. Parmi les personnes ayant participé à l'enquête, 48,81 % sont de la commune Gitobe ; 31,35 % de la commune Vumbi et 19,84% de la commune Kirundo. Le sexe féminin dans cette enquête est de 25% dans Gitobe, 18,25% dans Vumbi et de 9,52% dans Kirundo. Le taux de participation femmes est majoritaire en général. Quant à la tranche d'âge, nous avons trouvé une prédominance dans la tranche d'âge de 36-50 ans à 47,62 % et la moins représentée est celle de 51-65 ans à 21,03%. Le niveau d'instruction des individus enquêtés est très bas car les non-instruis représentent 44,05%, tandis que ceux qui ont pu terminer l'université sont représentés à 5,95%. Les individus mariés sont majoritaires à 92,06% et la plupart des ménages avaient 4 à 6 personnes par ménage à 65,08%.

Tableau 7: Répartition des enquêtés selon les caractéristiques des ménages

Modalités	Effectif	Pourcentage
Possession des terres agricoles appartenant au ménage		
Oui	252	100,00
Non	0	0,00
Distance (en km) entre le domicile et la parcelle		
Moins de 1 km	102	40,48
Moins de 2Km	46	18,25
Moins de 3Km	76	30,16
Moins de 5km	28	11,11
Moyen de locomotion		
A pied	252	100,00
Bicyclette	51	20,24
Moto	100	39,68
Intervalle de temps		
Moins de 15 min	102	40,48
Moins de 30 min	46	18,25
Moins de 45 min	76	30,16

Moins de 60 min	28	11,11
Temps d'occupation		
Moins de 5 ans	50	19,84
5-15 ans	61	24,21
16-25 ans	31	12,30
25-30 ans	23	9,13
30 ans et plus	87	34,52
Types de cultures		
Céréales	252	100,00
Légumes	186	73,81
Oléagineux	25	9,92
Pluriannuelles	79	31,35
Système de culture		
Mixte (association de cultures)	252	100,00
Type de semences		
Local	252	100,00
Tout venant	52	20,63
Amélioré	96	38,10
Mixte	26	10,32
Mode d'acquisition des semences		
Coopérative	228	90,48
Boutiques d'intrants	121	48,01
Marché local	96	38,09
Propre production	252	100,00

Les résultats de ce travail montrent que tous les ménages possèdent des terres leur appartenant à 100%. La distance séparant les parcelles à leur lieu d'habitation est de moins de 1km pour 40,48% et pour d'autres, elle est située à moins de 3 km avec une proportion de 30,16% avec comme moyen de locomotion dominant à pied. Le temps d'accéder aux parcelles est de moins de 15 min pour 40,48% contre 30,16% pour les moins de 45 min. Le temps d'occupation des parcelles dominantes est 34,52% pour 30 ans et plus.

Les céréales et les légumes sont les types de cultures les plus dominantes avec comme système de culture qui est mixte (association de cultures) avec des semences locales et ou améliorées. La grande majorité s'approvisionne dans les coopératives car ils en sont membres.

IV.1. 1. Perception du changement climatique et des indicateurs de l'évolution des risques environnementaux

IV.1.1.1. Saison des pluies

Selon les résultats de notre travail, les enquêtés ont affirmé que dans le passé, on observait deux grandes saisons de pluies débutant au mois de septembre et février de chaque année couplée à une seule saison sèche. Actuellement, on observe deux grandes saisons de pluies débutant au mois de Novembre et Mars de chaque année couplée à deux saisons sèches. La durée des saisons de pluies est trop courte mais le nombre de jours de pluies fortes a augmenté suivi d'une séquence des saisons sèches plus longues avec des vents trop violents pendant la saison pluvieuse caractérisé par une augmentation de la température. Face aux changements climatiques remarqués dans les communes de notre étude, la population a été consciente de ces changements et s'est adapté progressivement.

IV.1.1.2. Saison sèche

Quant à la saison sèche, les enquêtés ont affirmé que cette période est trop longue avec une chaleur pendant la journée et pendant la nuit.

IV.1.1.3. Indicateurs de l'évolution des risques environnementaux

Dans le passé, la population affirmait qu'il existait des indicateurs de l'arrivée proche de la saison des pluies. Certains parlent des arbres et des oiseaux migrateurs dans la province de Kirundo et ces indicateurs sont valables actuellement. La population enquêtée s'est rendu compte de l'évolution des indicateurs des RE et a commencé à pratiquer l'agriculture résiliente.

IV.1.2. Connaissances sur les techniques relatives à l'agriculture résiliente face aux changements climatiques

Pour faire face à l'agriculture résiliente face aux changements climatiques, la population a été sensibilisée sur le compostage, les changements climatiques, la lutte contre l'érosion, la conservation des sols, la préparation des pépinières, des plantations, agroforesterie et gestion d'arbres.

IV.1.3. Impacts des défis environnementaux

Tableau 8: Distribution de la variabilité des paramètres climatiques selon les communes

Commune	Victime d'une variabilité des paramètres climatiques		Total
	Oui	Non	
GITOBE	67	56	123
KIRUNDO	38	12	50
VUMBI	53	26	79
	158 (62,70)	**94(37,30)**	**252(100,00)**

Le tableau 8 montre que 158 enquêtés soit 62,70% ont été victimes d'une variabilité des paramètres climatiques contre 37,30 % qui affirment n'avoir pas été touché dans les trois communes.

Dans toutes les communes de notre étude, il existe plus de ravageurs que dans le passé ainsi que plus d'érosion hydrique des sols. Les principales sources pendant la contre saison sont les cours d'eau dans toutes les communes sauf une seule personne qui possède un forage appartenant au projet mais ces derniers tarissent le plus tôt. Les sols sont moins fertiles actuellement contrairement au passé. Dans la contre saison, certains ont irrigué leur parcelle au moins deux fois par semaine

IV.1.3.1. Impacts sur la végétation

On observe une détérioration de la couverture végétale par rapport au passé avec des espèces en disparition comme « Amateke » due aux ravageurs ; ignamme (ibisunzu) ; « amatugu » ; le manioc (imyumbati) mais d'autres espèces sont apparus suite aux changements climatiques notamment le riz ; bananier amélioré (dit sohoka unkorere) ; bananier dit « gisasu ».

La survenue des RE dans la province de Kirundo a poussé les ménages à cultiver des plantes et cultures résilientes en vue de remplacer certaines espèces en disparition.

IV.1.3.2. Impacts sur les éléments du système de cultures

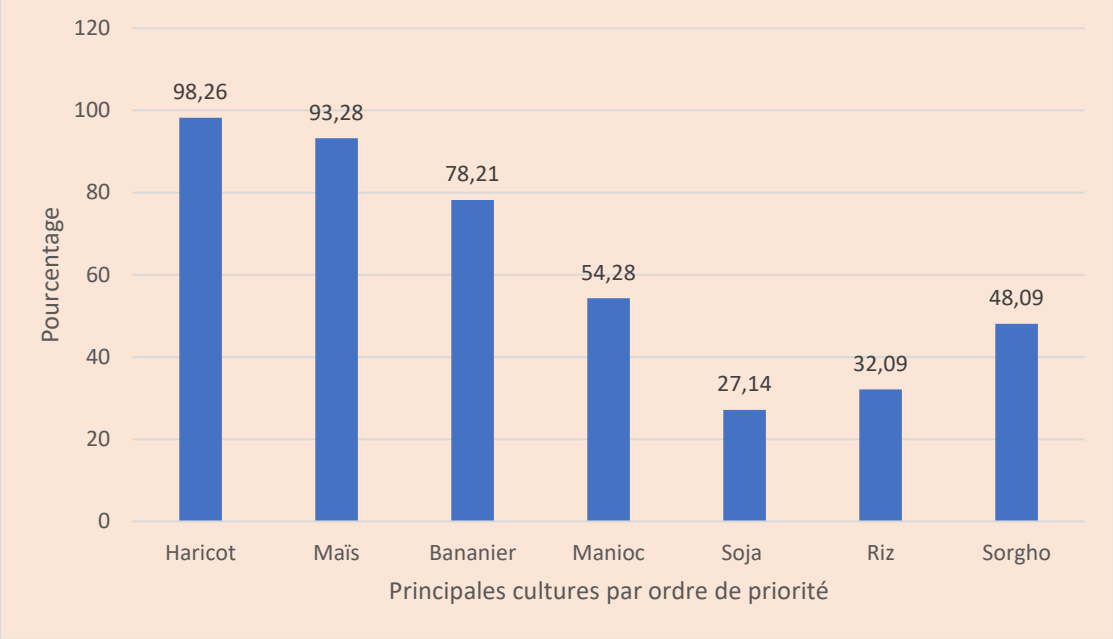


Figure 5: Principales cultures par ordre de priorité

La figure 5 montre les principales cultures que la population des communes de Kirundo, Vumbi et Gitobe cultivent par ordre de priorité. Ces cultures sont les haricots (98,26%) ; le mais (93,28%), le bananier (78,21%) ; le manioc (54,28%) et le sorgho (48,09%).

IV.1.3.3. Principales cultures d'adaptation

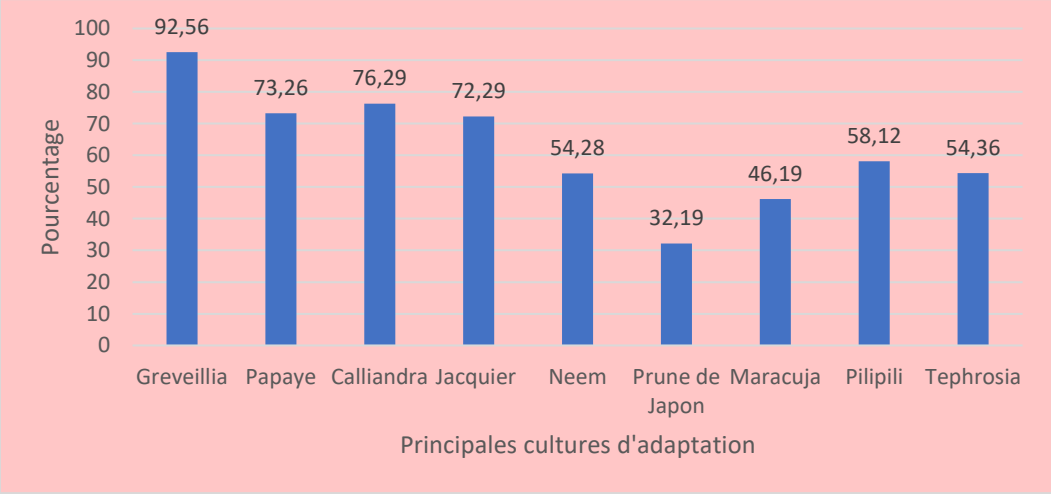


Figure 6: Principales cultures d'adaptation au changement climatique

La figure 6 montre les principales cultures d'adaptation aux changements climatiques adoptées par la population de Vumbi, Kirundo et Gitobe. Ces cultures sont dominées par le Grevillea robusta (92,56%), Calliandra sp (76,29%) ; papaye (73,26%) ; le jacquier (72,29%) et pilipili (58,12%).

Quelques illustrations sur ces nouvelles plantes d'adaptions



Figure 7: Plantation du Calliandra dans les champs agricols



Figure 8: Plantation du Grevellia avec d'autres plantes dans les champs

Lors de l'entretien avec la population de notre étude, ils ont affirmé que la quantité récoltée a changé par rapport au passé ainsi que la période de semis. La densité de semis a été changée et la plupart de fois, on fait le ressemis. Les plantes sont attaquées par les parasites/prédateurs et le rendement est médiocre suite à la dégradation du sol. La superficie cultivée varie de 100 m² à 3 hectares. Personne ne laisse pas la parcelle en jachère.



Figure 9: Pépinière agro écologique

IV.1.3.4. Identification du sol

Les sols cultivés sont très secs avec une topographie en pente. Tous les champs connaissent des problèmes d'érosion.

IV.1.3.4.1. Les causes de l'érosion dans les communes de Vumbi, Gitobe et Kirundo

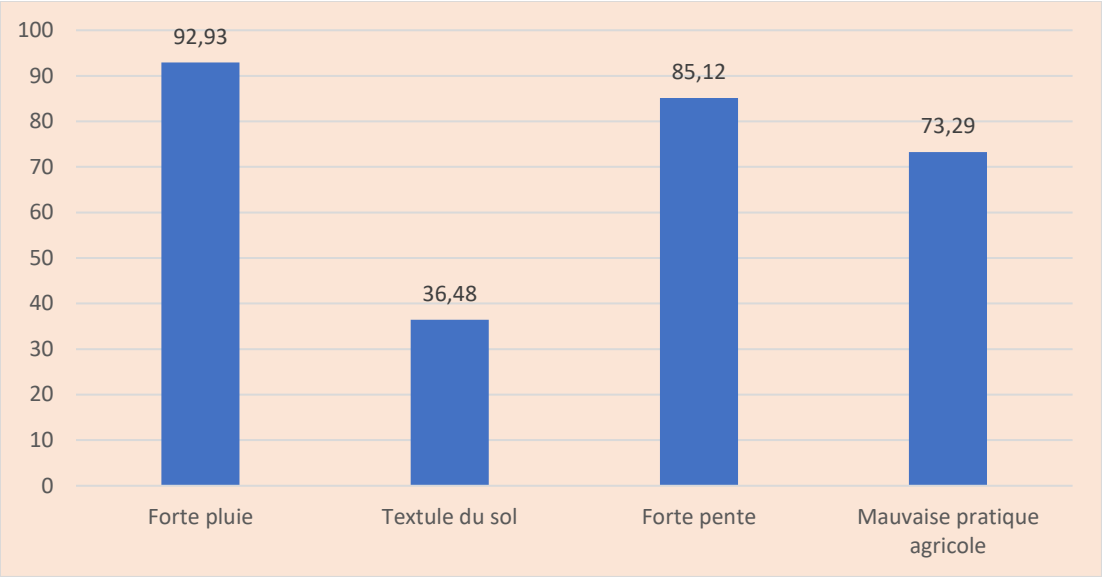


Figure 10: Les principales causes de l'érosion dans les communes de Vumbi, Gitobe et Kirundo

Ce graphique 10 montre que les causes de l'érosion cités par nos enquêtés sont les fortes pluies (92,93%), les fortes pentes (85,12), les mauvaises pratiques agricoles (73,29%) et la texture du sol (36,48%).

IV.1.3.4.2. Ouvrage pour lutter contre les problèmes d'érosion

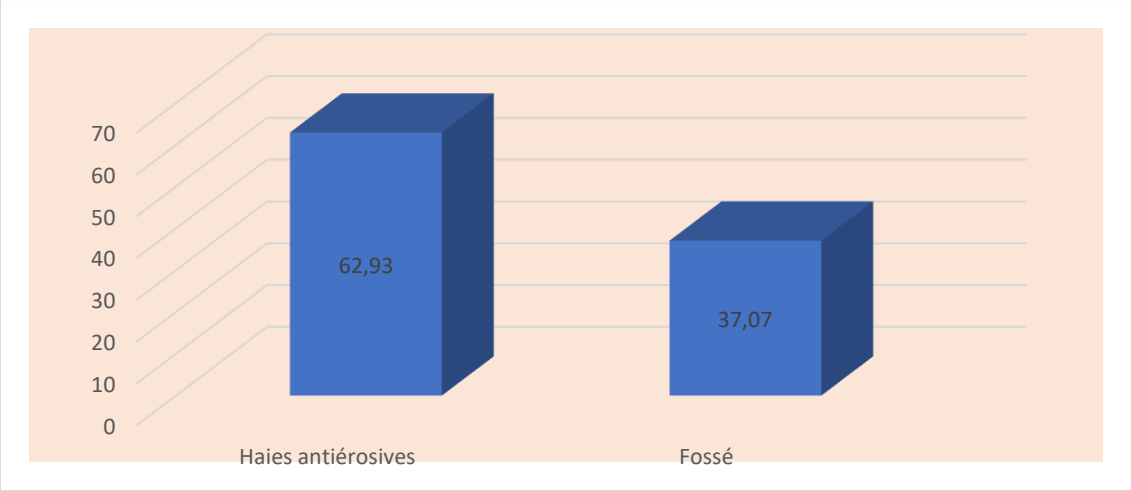


Figure 11: Ouvrages de lutte contre l'érosion pratiquée par les agriculteurs

Pour lutter contre l'érosion, la population a dû construire des haies antiérosives à 62,93% et des fossés à 37,07%

IV.1.3.5. Impacts socio-économiques

IV.1.3.5.1. Les conséquences non satisfaction des besoins par les revenus de l'agriculture

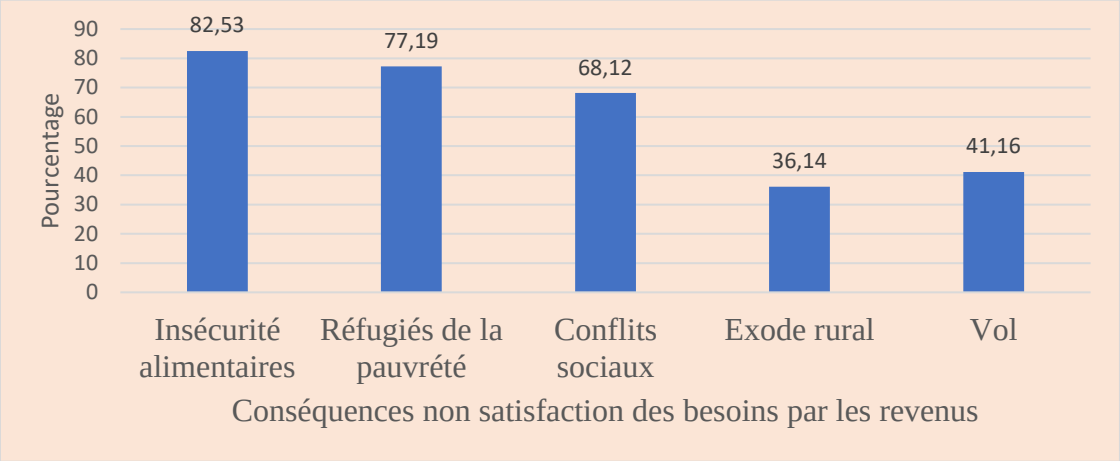


Figure 12: Conséquence de la non satisfaction des besoins par les revenus de l'agriculture

Des conséquences liées à l'insatisfaction des besoins comme l'insécurité alimentaires, refugiés de la pauvreté, conflits sociaux, exode rural et vol ont été cités par nos enquêtés par ordre de priorité.

IV.1.3.5.2. Modes d'acquisition des terres cultivables

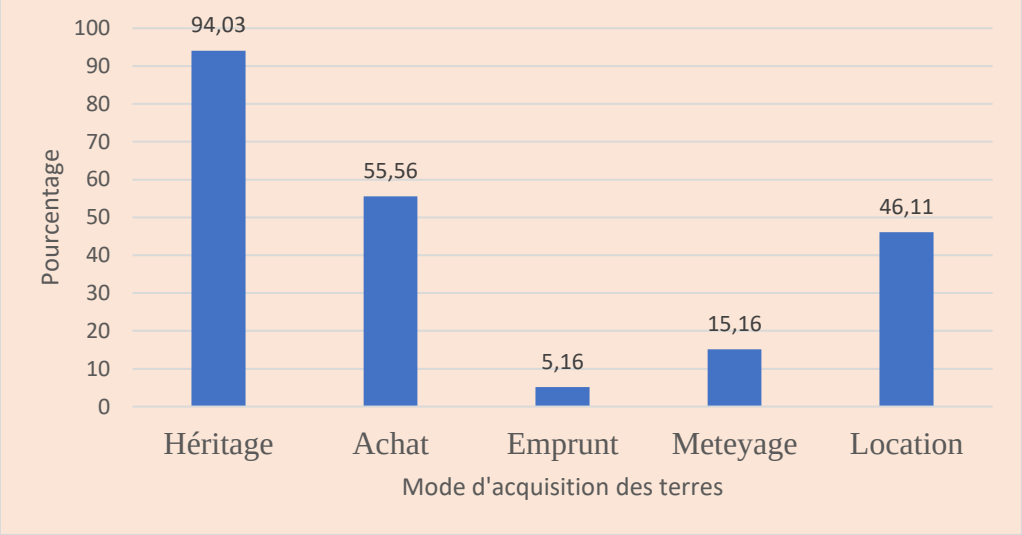


Figure 13: Mode d'acquisition des terres cultivables

De la figure 13, nous constatons que le mode d'acquisition des terres cultivables est dominé par l'héritage familiale (94,03%) ; l'achat des parcelle (55,56%) et la location des terres cultivables avec 46,11%.

IV.1.3.5.3. Infrastructures sociales de base dans le village

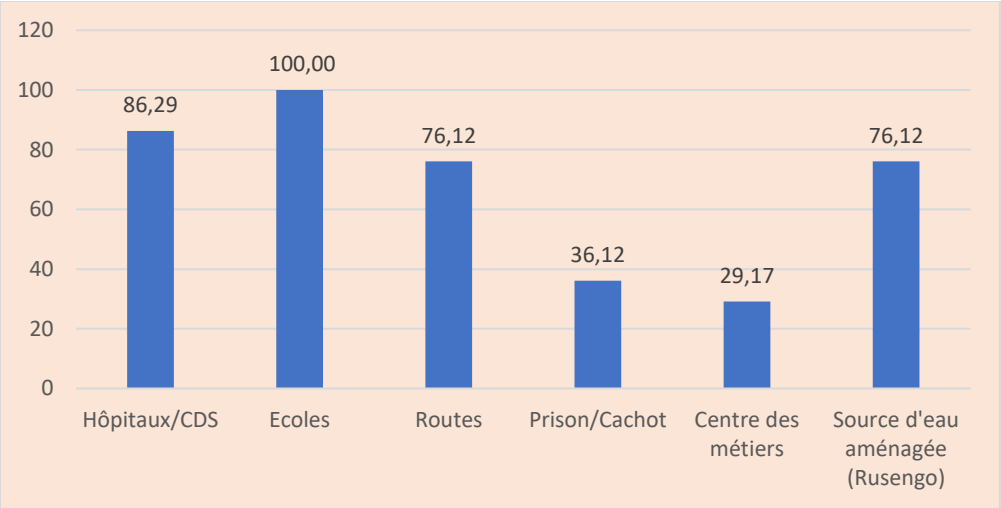


Figure 14: Infrastructures sociales de base existantes dans le village

La figure 14 montre les infrastructures sociales de base qui existe dans le village. Nous pouvons citer par ordre de priorité les hôpitaux/CDS ; les écoles, les routes et les sources d'eau aménagée.

Tableau 9: Natures des aides de la part du gouvernement ou des ONG pour faire face aux effets néfastes des défis environnementaux

Natures des aides de la part du gouvernement ou des ONG pour faire face aux effets néfastes des défis environnementaux	Effectif	Pourcentage
Aliments de première nécessité (eau, lait, etc.)	179	71,03
Matériel de reconstruction	71	28,17
Argent	145	57,54
Vêtement	36	14,29
Installation sanitaire	71	28,17

Les personnes enquêtes ont affirmé que les aliments de première nécessité suivis de l'argent figurent parmi les aides que le gouvernement ou les ONG les offrent pour faire face aux effets néfastes des défis environnementaux.

Tableau 10 : Impacts des aides sur les activités socio-économiques

Impacts des aides sur vos activités socio-économiques	Effectif	Pourcentage
Amélioration de la santé	143	56,75
Amélioration de l'alimentation	199	78,97
Amélioration de l'éducation	167	66,27
Amélioration de l'intégration communautaire	171	67,86

Les aides que les ONG/gouvernement octroient à la population ont des impacts d'amélioration de l'alimentation (78,97%), d'amélioration de l'éducation (66,27%), d'amélioration de l'intégration communautaire (67,86%) et l'amélioration de la santé (56,75%).

Comme les RE ont entrainé des impacts socioéconomiques, la population des communes de Vumbi, Kirundo et Gitobe a cherché des activités et autres sources de production pour satisfaire certains besoins d'où la résilience communautaire a été perçue au niveau socioéconomique en s'adaptant aux circonstances du moment.

IV.1.3.5.4. Raisons du désintéressément des jeunes non scolarisés à l'agriculture

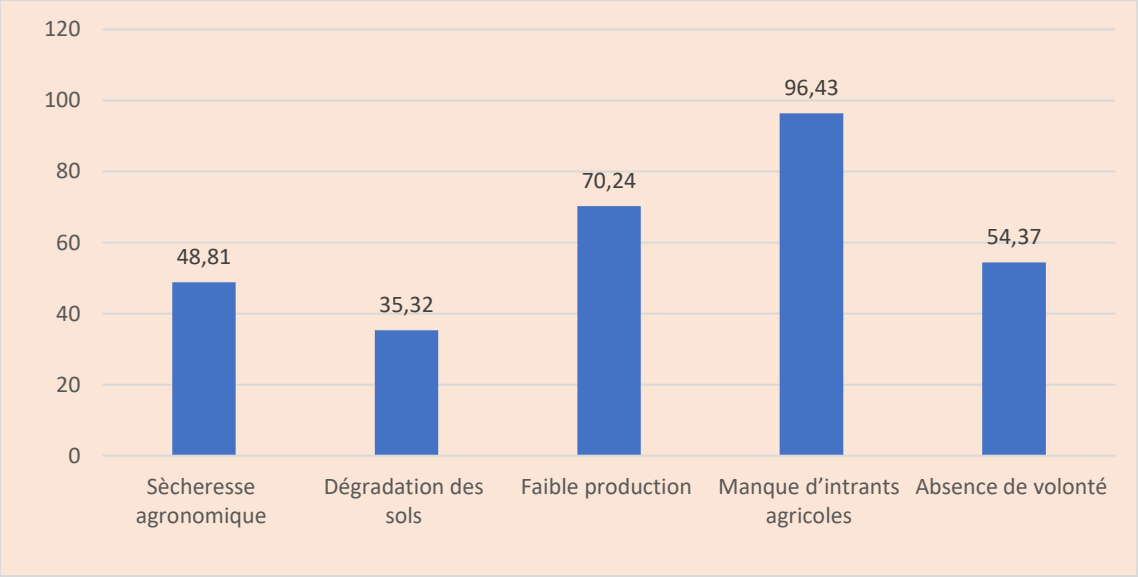


Figure 15: Raison du désintéressément des jeunes non scolarisés à l'agriculture

Le graphique 15 montre les raisons du désintéressément des jeunes à l'agriculture. Ces raisons sont dominées par les manques d'intrants agricoles avec 96,43% suivi de la faible production des champs (70,24%) ; l'absence de volonté des jeunes avec 54,37%.

IV.1.4. Techniques et stratégies d'adaptation aux défis environnementaux

IV.1.4.1. Techniques d'adaptation aux défis environnementaux

Pour faire face aux défis, la population fait des techniques de régénérescence des sols comme le couvert végétal et la rotation des cultures.

Tableau 11:Types d'amendements faits pour enrichir les sols cultivables

Types d'amendement faites-vous pour enrichir vos sols	Effectif	Pourcentage
Matière organique	148	58,73
Engrais chimique	209	82,94
Engrais biologique	43	17,06

Les amendements des sols ont été dominés par les engrais chimiques avec 82,94%. L'utilisation de la matière organique (produit des compostages) a été signalée à 58,73%. Enfin, les engrais biologiques ont été utilisés à faible proportion.

Tableau 12: Moyens de luttes contre les ennemis des cultures

Lutte contre les ennemis des cultures	Effectif	Pourcentage
Lutte culturale (Élagage, Semis propres, Sarclage, Fertilisation, Rotation des cultures)	179	71,03
Lutte mécanique /physique (Pièges collants jaunes, Ramassage, Pièges à phéromones, Pièges lumineux,	32	12,70
Lutte intégrée (Biopesticide)	123	48,81
Lutte chimique	141	55,95

Pour faire face aux ennemis des cultures, les agriculteurs des communes de Kirundo, Vumbi et Gitobe ont adopté des techniques de lutte contre ces ennemis. Ils ont privilégié la lutte culturale en faisant l'élagage, le semis propre, sarclage, fertilisation, et rotation des cultures avec 71,03%. La lutte intégrée avec l'usage des biopesticides a été faite à 48,81%. Notons que la lutte chimique a été aussi adoptée en utilisant les produits chimiques pour lutter contre les ennemis des cultures. L'adoption des techniques de régénérescence des sols comme le couvert végétal et la rotation des cultures, l'amendements des sols et les moyens de lutte contre les ennemis des cultures sont des techniques d'adaptation que la population a adopté pour faire face aux risques environnementaux d'où la résilience communautaire a été atteinte.

IV.1.4.2. Analyse de la relation entre les techniques d'adaptation et les autres facteurs

Le tableau 13 montre une analyse statistique faite pour voir s'il y'aurait une relation entre les techniques d'adaptation pour faire face à la résilience communautaire et les facteurs socio-démographiques.

Tableau 13: Analyse de la relation entre les techniques d'adaptation et les facteurs socio-démographiques

Modalités	**Techniques d'adaptation aux défis environnementaux**			
	Adapté	**Non adapté**	**Total**	**Probabilité**
Commune				
GITOBE	98(79,7)	25(20,3)	123(100,00)	0,0001
VUMBI	65(76,0)	14(24,0)	79(100,00)	
KIRUNDO	38(82,3)	12(17,7)	50(100,00)	
Tranche d'âge				
20-35 ans	61 (77,2)	18(22,8)	79(100,00)	0,001
36-50 ans	98(81,7)	22(18,33)	120 (100,00)	
51- 65 ans	42(79,2)	11(20,8)	53(100,00)	
Niveau d'instruction				
Aucun	89(80,2)	22(19,8)	111(100,00)	0,0001
ECOFO	66(76,7)	20(23,3)	86(100,00)	
Post fondamentale	35(87,5)	5(12,5)	40(100,00)	
Université	11(73,3)	4(26,7)	15(100,00)	
Sexe				
Féminin	94(78,3)	26(21,7)	120(100,00)	0,0001
Masculin	107(81,1)	25(18,9)	132 (100,00)	
Etat civil				
Célibataire	6(60,0)	4(40,0)	10(100,00)	0,001
Marié	188(81,0)	44(19,0)	232 (100,00)	
Veuf (ve)	7(70,00)	3(30,00)	10(100,00)	
Taille de ménage				
1-3 enfants	52(77,6)	15(22,4	67(100,00)	0,0001
4-6 enfants	132(80,5)	32(19,5)	164 (100,00)	
7- 9 enfants	17(81,00)	4(19,00)	21(100,00)	

Le tableau 13 montre une analyse des déterminants de techniques d'adaptation aux défis environnementaux. Le niveau d'instruction des agriculteurs enquêtés a une influence significative seulement sur techniques d'adaptation aux défis environnementaux.

Ainsi, les agriculteurs n'ayant pas aucun niveau d'étude, et ceux ayant un niveau ECOFO suivi de ceux ayant un niveau post fondamentale ont tendance à adopter des techniques d'adaptation (p <

0,05). Une augmentation du nombre d'années d'étude ne favorise pas l'adoption de des techniques d'adaptation aux défis environnementaux parce que l'agriculture n'est pas leur priorité.

Le sexe de l'enquêté a une influence positive et significative sur l'adoption des techniques d'adaptation aux changements climatique $p < 0,0001$). Ces résultats stipulent que, pour faire face aux effets néfastes des changements climatiques, les hommes sont plus impliqués que les femmes en adoptant les pratiques comparativement aux femmes.

Les résultats ont également révélé l'influence positive et significative de l'âge du producteur sur la probabilité d'adopter techniques d'adaptation aux défis environnementaux ($p< 0,001$). Autrement dit, plus la personne est âgée, plus grande est la probabilité qu'il adopte techniques d'adaptation au défis environnementaux.

Quant au Commune, les communes de Kirundo et de Gitobe ont développé des techniques d'adaptation aux changements climatique par rapport à la commune Vumbi. La situation des communes a une influence positive et significative sur l'adoption des techniques d'adaptation aux changements climatique $p < 0,0001$).

Enfin, concernant les résultats de notre analyse, nous avons trouvé que la taille des ménages a une influence significative sur l'adoption des techniques d'adaptation aux défis environnementaux ($p< 0,001$). Plus on a beaucoup de personnes à prendre en charge, plus on est confronté à des problèmes de changements climatiques d'où l'adoption des techniques est obligatoire pour faire face à l'insécurité alimentaire.

IV.1.4.3. Stratégies d'adaptation aux défis environnementaux

Tableau 14: Stratégies d'adaptation mise en place par la population

Stratégies adoptez-vous pour augmenter les chances de réussite de vos culture	**Effectif**	**Pourcentage**
Plantes complémentaires entre ells	239	94,84
Plantations successives pour une récolte continue	232	92,06
Amendement des sols	243	96,43

Lors de l'enquête, nous avons trouvé que les agriculteurs ont adopté des stratégies comme la plantation des plantes complémentaires entre elles à 94,84% ; amendements des sols (96,43%) et la plantation des plantes successives pour une récolte continue (92,06%).

Tableau 15: Types de plantes (Espèces) que vous cultivez pour faire face aux changements climatiques

Types de plantes (Espèces) que vous cultivez pour faire face aux changements climatiques/	**Effectif**	**Pourcentage**
Grevillea	222	88,10
Maracuja	192	76,19
Papaye	172	68,25
Neem	132	52,38
Prune de Japon	142	56,35
Calliandra	212	84,13
Theprosi	65	25,79
Piripiri	82	32,54

Comme les enquêtés étaient regroupés dans les coopératives, ces derniers ont cultivé des plantes comme la Grevillea (88,10%), maracuja (76,19%), papaye (68,25%), prune de japon (56,35%), neem (52,38%), calliandra(84,13%), theprosi(25,79%) et piripiri(32,54%) pour faire face aux changements climatiques.

Tableau 16 : Analyse de la relation entre les stratégies d'adaptation et les facteurs socio démographiques

Modalités	**Stratégies d'adaptation aux défis environnementaux**			
	Adapté	**Non adapté**	**Total**	**Probabilité**
Commune				
GITOBE	108(87,80)	15(12,20)	123(100,00)	0,0001
VUMBI	66(83,54)	13(16,46)	79(100,00)	
KIRUNDO	46(92,00)	4(8,00)	50(100,00)	
Tranche d'âge				
20-35 ans	67 (84,81)	12(15,19)	79(100,00)	0,002
36-50 ans	108(90,00)	12(10,00)	120 (100,00)	
51- 65 ans	45(84,90)	8(15,16)	53(100,00)	
Niveau d'instruction				
Aucun	93(83,78)	18(16,22)	111(100,00)	0,001
ECOFO	80(93,02)	6(6,98)	86(100,00)	
Post fondamentale	33(82,50)	7(17,50)	40(100,00)	
Université	14(93,33)	1(6,67)	15(100,00)	
Sexe				
Féminin	108(90,00)	12(10,00)	120(100,00)	0,00001
Masculin	112(84,84)	20(15,16)	132 (100,00)	
Etat civil				
Célibataire	7(60,0)	3(40,0)	10(100,00)	0,17
Marié	204(80,95)	28(19,05)	232 (100,00)	
Veuf (ve)	9(90,00)	1(10,00)	10(100,00)	
Taille de ménage				
1-3 enfants	55(82,08)	12(17,92)	67(100,00)	0,0001
4-6 enfants	147(89,63)	17(10,37)	164 (100,00)	
7- 9 enfants	18(85,71)	3(14,29)	21(100,00)	

Les Stratégies d'adaptation développé par les enquêtés ont été faite en fonction des communes.

Nous avons trouvé que la commune Kirundo et Gitobe ont développé des stratégies d'adaptation face aux changements climatique par rapport à la commune Vumbi. De plus, nous avons trouvé qu'il y a une liaison significative entre les stratégies développées et la situation de la sécheresse dans la commune. Dans notre travail, nous avons trouvé une liaison significative entre le niveau d'instruction des agriculteurs enquêtés et les stratégies d'adaptation face aux changements climatiques. Egalement, l'implication des intervenant dépendant du niveau de sensibilisation et d'instruction des enquêtés.

Le sexe de l'enquêté a une influence positive et significative sur l'adoption des stratégies d'adaptation aux changements climatique $p < 0,0001$).

En fonction du degré de vulnérabilité, plus la personne est âgée, plus grande est la probabilité qu'il adopte stratégies d'adaptation au défis environnementaux. Ces stratégies sont basées sur son expérience par rapport aux années passées d'où il y a une liaison statistiquement significative entre l'âge et l'adoption des stratégies d'adaptation aux changements climatiques.

Bref, pour faire face aux RE, les agriculteurs ont adopté des stratégies comme la plantation des plantes complémentaires entre ; amendements des sols, la plantation des plantes successives pour une récolte continue, le paillage, le traçage des courbes de niveaux, les biofertilisants, la lutte contre les ennemis de culture afin de renforcer la résilience communautaire. Nous pouvons confirmer que la population a été résiliente face aux risques environnementaux qui ont touché leur localité.

IV.2. Discussion des résultats de l'étude

IV.2.1. Caractéristiques socio-économiques et démographiques des enquêtés

L'étude porte sur un échantillon de 252 personnes enquêtées dans les trois communes de notre zone d'étude de la province Kirundo à savoir la commune de Kirundo, Vumbi et Gitobe.48,81% des personnes enquêtées sont de la commune Gitobe, 31,35 % de Vumbi et 19,84 % de Kirundo. Les femmes représentent 25 % des répondants de Gitobe, 18,25 % de Vumbi et 9,52 % de Kirundo.

Quant à la tranche d'âge, nous avons trouvé une prédominance dans la tranche d'âge de 36-50 ans à 47,62 % et la moins représentée est celle de 51-65 ans à 21,03%. Les résultats ont également révélé l'influence positive et significative de l'âge du producteur sur la probabilité d'adopter techniques d'adaptation aux défis environnementaux ($p< 0,001$). Autrement dit, plus la personne est âgée, plus grande est la probabilité qu'il adopte techniques d'adaptation au défis environnementaux.

Nos résultats ont été confirmés par d'autres auteurs. Adegbola (2007) ;Oloumilade (2019), dans leur travail ont trouvé qu'il y a une influence significative entre l'âge et l'adoption des variétés améliorées de maïs. Ces travaux avaient montré que les producteurs plus âgés adoptent plus facilement les technologies que les plus jeunes (Adegbola (2007) ; Oloumilade (2019).

Par contre, Hussein (2015) avait abouti à des résultats contraires. Pour eux, les producteurs relativement moins âgés sont plus disposés à essayer de nouvelles technologies que ceux d'un certain âge. Cette catégorie de producteurs développe plus l'esprit associatif favorable à l'acquisition des informations et de nouvelles connaissances sur les nouvelles technologies (Bindish,1997, Adekambi, 2020).

Nos résultats sont comparables à ceux faite au Benin. L'âge des enquêtés varie entre 25 et 90 ans. La proportion des tranches d'âge de moins de 30 ans et plus au sein de l'échantillon des producteurs enquêtés. Le niveau d'instruction des individus enquêtés est très bas car les non-instruis représentent 44,05%, tandis que ceux qui ont pu terminer l'université sont représentés à 5,95%. Les individus mariés sont majoritaires à 92,06% et la plupart des ménages avaient 4 à 6 personnes par ménage à 65,08%.

IV.2.2. Victimes de changements climatiques

Les résultats de notre enquête ont montré que 158 ménages soit (62,69% ont été victime des changements climatiques. Certains ont été touchés par les phénomènes d'érosion hydrique des sols, d'autres par les ravageurs.

Selon les autres chercheurs, l'érosion des terres engendre la destruction des infrastructures économiques et socio-culturelles telles que les restaurants, les plages, les hôtels, les habitats, les cimetières etc. d'une part et la perte de la biodiversité marine, la pollution des eaux et la dégradation du cadre de vie d'autre part.

Les études réalisées par (Robin et al 2019 ; Hauhouot 2000, 2008, 2010) enregistrent des érosions exceptionnelles depuis les années 1984, 1986, 2007, 2011 avec un recul spectaculaire du trait de côte allant de - 6 à - 12 mètres lors des marées de tempête.

Les principales sources pendant la contre saison sont les cours d'eau dans toutes les communes sauf une seule personne qui possède un forage appartenant au projet mais ces derniers tarissent le plus tôt. Les sols sont moins fertiles actuellement contrairement au passé. Dans la contre saison, certains ont irrigué leur parcelle au moins deux fois par semaine

Une étude faite en 2011 par INRA au Maroc a révélé que 57% personnes enquêtées affirment que la situation vécue pendant 30 dernières années était des sécheresses sévères alors que seulement 20% sont considérées comme bonnes face au changement climatique dans la zone de Lamzoudia. Ce changement climatique a occasionné des performances de l'activité économique du ménage très

faibles. Les rendements sont bas et le revenu agricole ne dépasse guère 8694 dirhams. Par contre les revenus non-agricoles sont de plus en plus élevés en situation de sécheresse par comparaison aux années normales. Les revenus non-agricoles peuvent atteindre jusqu'à 17000 dirham/an, soit plus de 2500 dirham par rapport à la normale (INRA, 2011).

IV.2.3. Perception du changement climatique par la population de la Province Kirundo

Selon les résultats de notre travail, les enquêtés ont affirmé que dans le passé, on observait deux grandes saisons de pluies débutant au mois de septembre et février de chaque année couplée à une seule saison sèche. Actuellement, on observe deux grandes saisons de pluies débutant au mois de Novembre et Mars de chaque année couplée à deux saisons sèches.

La durée des saisons de pluies est trop courte mais le nombre de jours de pluies fortes augmente suivi d'une séquence des saisons sèches plus longues avec des vents trop violents pendant la saison pluvieuse caractérisé par une augmentation de la température.

Ces résultats sont comparables avec ceux des autres chercheurs. Au Bénin, en 2016, Reeves et al ont rapporté des changements climatiques tels que les inondations, les sécheresses, la modification du calendrier agricole, les vagues de chaleur, la faible productivité sont des effets les plus tangibles qui affectent les ménages agricoles (Reeves et al., 2016).

A cela, s'ajoutent la dégradation des sols, l'érosion côtière, la déforestation, la faible diversification culturale entrainant la dégradation des bas-fonds et bassins qui menacent la sécurité alimentaire et amplifient la pauvreté (Breumier et al., 2018).

IV.2.4. Stratégies et techniques d'adaptation face au changement climatiques

Dans notre série, pour faire face aux changements climatiques, les enquêtés ont adopté des stratégies d'adaptation pour augmenter les chances de réussite des cultures comme les plantes complémentaires à 78,96% ; plantes successives pour une récolte continue à 68,25% et les amendements des sols à 76,58%. Shrestha et al. (2018) ont analysé les stratégies d'adaptation au changement climatique dans l'agriculture dans quatre villages du Myanmar et du Cambodge. Ils concluent que des variétés de cultures, des équipements de culture et des modifications de la superficie cultivée sont les stratégies utilisées par les agriculteurs de la zone d'étude pour s'adapter au changement climatique du moment.

Nos résultats sont contraires à ceux des autres auteurs comme Idoma (2017) au Nigéria dans la région d'Agatu qui a rapporté que les principales stratégies d'adaptation utilisées par les riziculteurs étaient la diversification d'activités non agricoles, le paillage de rizières pour palier au changement climatique des riziculteurs sur la production du riz (Idoma et al. 2017).

Par contre, Khanal et al. (2018) au Népal, dans leur travail sur les facteurs qui influencent la prise de décision des agriculteurs lors de l'adoption de stratégies d'adaptation au changement climatique et l'impact de ces adaptations sur les rendements agricoles, ils ont montré que les stratégies d'adaptation pratiquées sont : l'utilisation des variété à cycle court, la modification du lieu de plantation des variétés, l'augmentation de la quantité de semence, le semis direct, la levée de la dormance, l'amélioration et l'augmentation de l'irrigation, la construction de cours d'eau lors de fortes pluies, la réduction du travail du sol, l'augmentation du désherbage, les techniques de conservation des sols, l'amélioration et l'augmentation de l'utilisation d'engrais chimiques, l'amélioration et l'augmentation de l'utilisation de fumier, l'utilisation davantage de pesticides.

L'analyse de l'impact de l'adaptation au changement climatique sur la productivité des cultures annuelles dans les municipalités de Pencahue, Cauquenes, San Clemente, Parral au Chili par Roco et al. (2017) a révélé des méthodes comme l'utilisation de goutte à goutte et arroseurs, le boisement, le zéro labour, l'utilisation de systèmes d'accumulation d'eau, l'utilisation d'engrais vert, l'utilisation de paillage, l'utilisation de cultures de couverture, l'utilisation de tuyaux et de pompes pour l'irrigation, la mise en place de tranchées d'infiltration, le nettoyage de canaux.

Les personnes enquêtées dans les communes de Kirundo, Vumbi et Gitobe perçoivent les changements climatiques à travers le changement des périodes de début de pluies, passant de septembre et février à Novembre et Mars ainsi que sur la durée des saisons de pluies qui est trop courte mais le nombre de jours de pluies fortes augmente suivi d'une séquence des saisons sèches plus longues avec des vents trop violents pendant la saison pluvieuse caractérisé par une augmentation de la température.

Nous partageons les mêmes idées que Yegbemey et al. (2014) qui avaient trouvé qu'au Nord-Bénin les producteurs du maïs percevaient le changement climatique à travers le retard dans le démarrage des pluies, les poches de sécheresse au cours de la saison pluvieuse, la mauvaise répartition spatiale des pluies, les vents violents et la chaleur excessive.

Ces changements climatiques induisent la baisse des rendements, de la fertilité des sols, la fréquence l'ajustement du calendrier agricole par la modification des dates de semis ainsi que

l'irrigation de complément pour faire face à des sécheresses trop longues dans la les communes de Kirundo.

Ce résultat est confirmé par les travaux de Baudoin et al. (2014) et de Amegnaglo et al. (2018). Ils sont parvenus à la conclusion selon laquelle l'agriculture irriguée n'est pas une bonne stratégie d'adaptation aux changements climatiques pour les exploitations agricoles car cette stratégie engendre des coûts très élevés en ce qui concerne l'acquisition des équipements (motopompes) créations des barrages ou forages sur les sites de production

Selon d'autres chercheurs, l'information du public ou de la population sur les probables survenus des changements climatiques par des alertes précoces est un facteur important affectant l'adaptation aux changements climatiques (Eisenack & Stecker, 2010).

D'autres ont préconisé la fourniture des informations météorologiques aux producteurs leur permettent de prendre des décisions concernant l'allocation des ressources de production et aussi de connaître réellement les jours pluvieux afin de programmer les activités champêtres (Yegbemey et al. (2019).

L'adoption des cultures résistants contre la sécheresse, l'association des cultures, le paillage, le traçage des courbes de niveaux, les biofertilisants figurent parmi les moyens d'adaptation que la population a adopté pour faire face aux risques environnementaux d'où la résilience communautaire a été atteinte.

IV.2.5. Adaptation aux changements climatiques et les effets résiduels ressentis selon le genre

Dans notre travail, le sexe féminin dans cette enquête est de 25% dans Gitobe, 18,25% dans Vumbi et de 9,52% dans Kirundo. Le taux de participation femmes est majoritaire en général.

En général, 94(78,3) des femmes ont pris des techniques d'adaptation face au changement climatiques. Les périodes d'excès de pluie entraînent une perturbation des programmes quotidiens d'activités des femmes. Ces périodes interviennent chaque année pendant les mois de Juillet - Septembre, coïncidant avec la période de récolte des produits de la grande saison des pluies.

Or, cette opération culturale qu'est la récolte est essentiellement exécutée par les femmes qui subissent les fortes pluies qui caractérisent la période. C'est aussi elles qui s'occupent du séchage de ces produits pour leur stockage

IV.2.6. Impacts du changement climatique sur la végétation et les nouvelles cultures ou variétés

Lors de notre enquête, nous avons observé une détérioration de la couverture végétale par rapport au passé avec des espèces en disparition comme « Amateke » due aux ravageurs ; igname (ibisunzu) ; « amatugu » ; le manioc « imyumbati ». Pour pallier à ce problème de disparition d'espèces, la population a introduit de nouvelle culture suite aux changements climatiques notamment le riz ; bananier amélioré (dit « sohoka unkorere ») ; bananier dit « gisasu ».

Egalement, cette introduction de nouvelle culture a été faite pour faire face à la baisse des rendements des cultures et pour répondre aux nouvelles données climatiques, les agriculteurs ont fait le choix d'adopter dans leur système de cultures de nouvelles spéculations et variétés de cultures. Comme nouvelle culture introduite dans la province de Kirundo, on peut citer du soja, du riz, du bananier dit « Sohoka unkorere ».

En effet, ces cultures sont en pleine expansion et la diffusion s'effectue à travers les coopératives grâce à l'appui du Programme d'Agroécologie pour la dignité des producteurs agricoles du Burundi (PADIP-Burundi) via l'UHACOM. Concernant l'introduction du riz à Kirundo, cette culture est cultivée dans les coopératives de Vumbi et Busoni.

L'agriculture se trouve vulnérable aux changements climatiques du fait de sa forte dépendance des ressources naturelles, en l'occurrence les pluies, qui subissent de fortes variabilités contribuant ainsi à davantage maintenir les productivités des exploitations à des niveaux plus faibles (IPCC,2014 ; PANA, 2008).

IV.2.7. Perception de la population sur l'érosion

Notre travail montre que les causes de l'érosion cités par nos enquêtés sont les fortes pluies (92,93%), les fortes pentes (85,12), les mauvaises pratiques agricoles (73,29%) et la texture du sol (36,48%). Nous partageons les mêmes idées que Dugué (2012) qui a souligné que les phénomènes de dégradation du milieu sous l'effet conjugué des changements climatiques et de facteurs environnementaux sont l'intensification de l'érosion résultant de pluies intenses ou de vents violents sur des sols nus à faible stabilité structurale, ou de crues brutales de cours d'eau dont les berges sont déboisées. L'érosion entraîne des pertes de surfaces cultivables et/ou une baisse de fertilité.

Dans les communes de Kirundo, Vumbi et Gitobe, pour lutter contre l'érosion, la population a dû construire des haies antiérosives à 62,93% et des fossés à 37,07%.

Pour prévenir les phénomènes d'érosion ou récupérer des surfaces dégradées, la construction de terrasses peut constituer une solution. En diminuant la vitesse des eaux de ruissellement (pente réduite) elle favorise également leur stockage. Toutefois elle suppose des investissements relativement importants en énergie, travail humain ou engins.

CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS

Conclusion générale

Le présent travail de recherche avait pour objectif principal d'étudier et analyser les facteurs déterminants de la résilience communautaire au Burundi particulièrement dans la province Kirundo dans le contexte des risques environnementaux.

Ce travail avait également le but de permettre aux acteurs impliqués dans le développement de différents secteurs socioéconomiques de mettre en place les méthodes de production répondant à l'évolution des risques environnementaux, en tenant compte des caractéristiques des ménages, du mode de vie et des systèmes de cultures pratiqués.

Au cours de ce travail, nous avons remarqué que les changements climatiques ont des impacts significatifs sur la production agricole et la sécurité alimentaire de la population locale de la province Kirundo. Les changements climatiques entraînent des variations et des fluctuations imprévisibles des conditions météorologiques, telles que des périodes de sécheresse.

Ces variations météorologiques ont entraîné des conséquences négatives sur les cultures en réduisant la disponibilité de l'eau, en compromettant les rendements des cultures et en augmentant le risque de maladies et de ravageurs. Pour faire face à ces changements, la population a dû adopter des stratégies et techniques permettant de faire face à ces changements climatiques.

Parmi ces stratégies, la population à travers les coopératives a fait la promotion de pratiques agricoles durables telles que l'agriculture de conservation, l'utilisation d'engrais naturels et le stockage de l'eau. S'appuyant sur le programme PADIP, l'agriculture agroécologique a été mise en place comme moyen de résilience face aux risques environnementaux que connait la province de Kirundo.

D'autres techniques agroécologiques comme la couverture végétale, la rotation des cultures et le compostage contribuent à la préservation de la fertilité des sols, limitant ainsi l'érosion et la dégradation des terres agricoles. L'utilisation durable des ressources naturelles en évitant l'utilisation excessive des produits chimiques et en favorisant des pratiques respectueuses de l'environnement, les agriculteurs regroupés dans les coopératives, préservent la qualité de l'eau, de l'air et des sols contribuant ainsi la résilience des écosystèmes. La résilience face aux risques environnementaux a été faite en favorisant la diversité des cultures, elle permet aux agriculteurs de s'adapter aux risques environnementaux.

Partant des résultats de notre recherche nous pouvons confirmer que les objectifs spécifiques dont l'identification des indicateurs de l'évolution des risques environnementaux et la perception communautaire, l'évaluation des impacts sociaux, économiques et environnementaux et la détermination des techniques et stratégies d'adaptation face des risques environnementaux ont été atteints.

Suggestions à l'endroit des différents intervenants

Aux décideurs politiques

- ✓ Donner à la communauté des matériels agricoles renforçant leurs capacités de réhabilitation des terres dégradées.
- ✓ Faciliter l'accès aux semences biologiques et aux ressources naturelles locales ;
- ✓ Construire des barrages permettant des initiatives de conservation de l'eau et de lutte contre l'érosion
- ✓ Mettre en place des dispositifs de suivi et d'évaluation pour mesurer les progrès et l'impact des pratiques agroécologiques.

Au Responsable de l'UHACOM à travers le PADIP

- ✓ Améliorer des ressources hydriques pour permettre l'irrigation des champs pendant la saison sèche ;
- ✓ Aider dans la construction des réservoirs de collecte des eaux pluviales dans toutes les collines pour pratiquer l'irrigation des champs pendant la période de sécheresse ;
- ✓ Introduction de techniques d'amélioration de l'efficience de l'utilisation de l'eau ;
- ✓ Approvisionner les coopératives en semences sélectionnées et plants d'arbres et arbustes résistant à la sécheresse ;
- ✓ Sensibilisation des agriculteurs du rôle des associations et coopératives

A la communauté

- ✓ Continuer la pratique du couvert végétal par plantation en arbres et arbustes
- ✓ Donner de l'information climatique à la population pour leur permettre d'augmenter leur production agricole en vue d'atteindre la sécurité alimentaire.

Limites de l'étude et perspectives de recherche

Comme limite de notre recherche, nous avons travaillé sur trois communes de la Province de Kirundo en abordant la résilience communautaire face aux RE. Nous avons voulu travailler sur toute la province mais nous avons manqué de moyens techniques et financiers pour pouvoir couvrir toute la province. Nous n'avons pas abordé la quantification pluviométrique pour confirmer si les RE ont affecté réellement la communauté sur base des calculs scientifiques

Comme perspectives d'avenir, les autres chercheurs pourront compléter ce travail en couvrant les autres communes non faites en abordant la quantification pluviométrique et toutes les questions y relatives liées aux changements climatiques. Par ailleurs, ce travail pourrait être mené dans toutes les provinces du Burundi pour évaluer le niveau de résilience communautaire face aux risques environnementaux qui hantent notre pays.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aho, N., Aho, S., Agbokou, I., Kaffo, B. A., Seni, S., & Loconon, D. Z. (2018). Introduction à la résilience aux changements climatiques en Afrique de l'Ouest : Répertoire des dates prédéterminées des saisons pluvieuses dans les villages et quartiers de ville du Bénin. *Ministère de l'Energie, de l'Eau et des Mines-PNUD Bénin, Cotonou*.

Aiginger, K. (2009). Strengthening the resilience of an economy: Enlarging the menu of stabilisation policy to prevent another crisis. Intereconomics , 44(5), 309.

Amegnaglo, K., Béssan, Dourma, M., Akpavi, S., et al. (2018). Caractérisation des formations végétales pâturées de la zone guinéenne du Togo : typologie, évaluation de la biomasse, diversité, valeur fourragère et régénération. International Journal Biological and chemical sciences. Int. J. Biol. Chem. Sci. 12(5): 2065-2084, October 2018 ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

Andres L. et Lebailly Ph., (2013). Le sésame dans le département d'Aguié au Niger : analyse d'une culture aux atouts non-négligeables dans une zone agricole à forte potentialité. Tropicultura, volume 31, no.4. 238-246.

Andres, L., Sambo, B., Saidou, L., Yamba, B., & Lebailly, P. (2016, June). La résilience des ménages face aux changements climatiques dans la région de Maradi au Niger : le cas de la Régénération Naturelle Assistée. In *XXXII ème Journées du développement ATM 2016 : Catastrophes, vulnérabilités et résiliences dans les pays en développement*.

AUGMENTATION DE LA RÉSILIENCE (2016), Guide théorique pour CARE International, Décembre 2016

BAD, (2014), Stratégie africaine sur les changements climatiques, Mai 2014

Banque Mondiale (2022), Programme d'opération stratégique pour le pays, 2022-2027

Boudoin, R. (2004). Théorie du choix rationnel ou individualisme méthodologique ? Revue du MAUSS, n o 24(2), 281-309. doi:10.3917/rdm.024.0281.

Breumier, P., Ramarosandratana, A., Ramanantsoanirina, A., Vom Brocke, K., Marquié, C., Dabat, M. H., & Raboin, L. M. (2018). Evaluation participative des impacts de la recherche sur le riz pluvial d'altitude à Madagascar de 1980 à 2015. Cahiers agricultures, 27(1).

Chérif, S. (2013) « La résurgence des anciens rituels de demande de la pluie en contexte de réchauffement climatique : des paroles chantées pour s'adapter en pays Goh (Ouest de la Côte d'Ivoire). » EIC Climate Change Technology Conference 2013.

Claude SENE (2013), Etude diagnostique des lacunes et contraintes de la gouvernance des aires marines protégées de Joal-Fadiouth, Cayar et Bamboung, Rapport Final, Projet USAID/COMFISH PENCOO GEJ Gestion concertée pour une pêche durable au Sénégal

CNEDD, (2018). Etude sur les indicateurs de vulnérabilité aux changements climatiques dans la zone d'intervention du Projet de Développement de l'Information et de la Prospective Climatiques (PDIPC), 90p

Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable (CNEDD), PNUD (2022), Plan national d'adaptation aux changements climatiques, SECRETARIAT EXECUTIF, 275p.

De Graaf, G.J., Nunoo, F., Ofori Danson, P., Wiafe, G., Lamptey, E. et Bannerman, P. (2015). Cours international de formation en statistiques et collecte de données relatives aux pêches. Circulaire de la FAO sur les pêches et l'aquaculture N° 1091. Rome, FAO. http://www.fao.org/3/a-i3639f.pdf

Donald Romarick Rotimbo Mbourou , (2015), Collecte de données de terrain au sein d'une ONG : utilisation du logiciel KoBoToolbox, 2015D

Eisenack, K. et Stecker, R. (2010). An Action Theory of Adaptation to Climate Change. Berlin Conference on the Human Dimensions on Global Environmental Change.

FAO (2009), Climate change implications for fisheries and aquaculture

FAO. (2017). OPEN ARTFISH et l'application de téléphonie mobile ODK de la FAO : Une trousse à outils pour la collecte systématique de données relatives aux pêches artisanales. Rome. Italie. http://www.fao.org/fishery/static/OpenArtfish/Toolkit.pdf •

FSIN (2014b). Principes de la mesure de la résilience, vers un programme pour la conception de la mesure, Food Security Information Network.

Gemenne, F., Blocher, J. M. D., De Longueville, F., Vigil Diaz Telenti, S., Zickgraf, C., Gharbaoui, D., & Ozer, P. (2017). Changement climatique, catastrophes naturelles et déplacements de populations en Afrique de l'Ouest. Geo-Eco-Trop: Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Écologie Tropicales, 41(3).

Groupe de la Banque Afrique de Développement (BAD (2017)., Projet d'Appui à la Transformation de l'Agriculture dans la Région naturelle de Bugesera/Burundi (PATAREB), Bujumbura, 2017

Groupe de la Banque mondiale (2020). Stratégie du Groupe de la Banque mondiale Fragilité, conflits et violence 2020–2025

Hamilton, B. A. (2004). Redefining the Corporate Governance Agenda. From Risk Management to Enterprise Resilience. URL: http://www.boozallen.Com

Hauhouot C Asseypo Célestin, (2008). Morphologie et dynamique du trait de côte en Côte d'Ivoire, IGT, Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire), in Géographie du littoral de Côte d'Ivoire,Elément de réflexion pour une politique de gestion intégrée, pp.37-

Hauhouot C Asseypo Célestin, (2010). Le littoral d'Assinie en Côte d'Ivoire : dynamique côtière et aménagement touristique, Les Cahiers d'Outre-Mer, 251, pp 305-320

Hauhouot C., (2000). Analyse et cartographie de la dynamique du littoral et des risques naturels côtiers en Côte d'Ivoire, Thèse de Doctorat Université de Nantes, 289p.

Heinzlef, C. & Serre, D. (2019). Dérèglement climatique et gestion des risques en Polynésie française : conception d'un Observatoire de la résilience. Les Cahiers d'Outre-Mer, 280, 531-563. https://doi.org/10.4000/com.10666

Idoma, K., Ikpe, E., Ejeh, L., et Mamman, M., (2017). Farmers Adaptation Strategies to the Effect of Climate Variation on Rice Production: Insight from Benue State, Nigeria. Environment and Ecology Research 5(4): 289-301, 2017. DOI: 10.13189/eer.2017.050406

Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) (2011). Mécanismes d'adaptation aux changements climatiques des communautés rurales dans deux écosystèmes contrastés en plaine et montagne du Maroc Rapport final Subvention du CRDI n° : 104153 Pays : Maroc Centre Régional de la Recherche Agronomique de Settat, Période du Rapport : Avril 07 – Mars 2011

IPCC (2001). Climate change 2001, Synthesis Cambridge University Press

IPCC, "Climate Change (2014): Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R. K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]", In IPCC (Ed.), Kristin Seyboth (USA) (2014)

Julien Salava, Holimalala Randriamanampisoa, Thierry Razanakoto, Pierre Lazamanana, Aina Andrianjakatina et Mahefasoa Randrianalijaona (2021). « Évaluation de la résilience communautaire : L'Indice Multidimensionnel de Résilience », Communication, technologies et développement [En ligne], 9 | 2021, mis en ligne le 26 mars 2021, consulté le 31 mars 2021. URL : http://journals.openedition.org/ctd/3881 ; DOI : https://doi.org/10.4000/ctd.3881

Khanal, U. K., Wilson. C., Wilson, Hoang, V. H., Boon, Lee. (2018). Farmers' Adaptation to Climate Change, Its Determinants and Impacts on Rice Yield in Nepal. Ecological Economics

Oloumilade M. O et Yabi J. A. (2019), Facteurs explicatifs de l'adoption des varietes ameliorees de soja dans le département du Borgou au Nord du Benin. les cahiers du cread, 35(1), (2019) 51 -76

Marie-Josèphe Dugué (2012). Caractérisation des stratégies d'adaptation au changement climatique en agriculture paysanne Etude de capitalisation réalisée sur les terrains de coopération, Agronomme et veterinaire sans Frontière, Paris, Mai 2012

Mathevet, R., & Bousquet, F. (2014). Résilience & environnement: penser les changements socioéconomiques. Paris, French: Buchet Chastel.

Médoune, N. D. (2009). Evaluation de l'impact des stratégies socio-économiques des exploitants agricoles : cas des CR de Fandéne et de Notto Diobass. Dakar, ENEA, Maitrise.

Ministère de l'aménagement du territoire, du tourisme et de l'environnement (2007). Plan d'Action National d'Adaptation au Changement climatique (PANA). Bujumbura.

Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme (2019): Troisième communication Nationale sur les changements climatiques (2019)

Mounir Jarraya, « Déterminants socio-environnementaux des disparités de l'asthme dans l'agglomération de Sfax (centre-est de la Tunisie) », *Revue francophone sur la santé et les territoires* [En ligne], Miscellanées, mis en ligne le 17 avril 2018, consulté le 20 avril 2024. URL :http://journals.openedition.org/rfst/715 ; DOI : https://doi.org/10.4000/rfst.715

Mugisha E., (2020). Analyse des impacts du changement climatique sur la production agricole dans la plaine de l'Imbo : Cas des principaux systèmes de cultures à Gihanga. Université du Burundi.

Ndiglembaye A. (2022). Impacts socioéconomiques et environnementaux liés à la gestion des déchets solides ménagers à Moundou 1er (TCHAD), Mémoire présenté et soutenu le 04 juillet 2022 en vue de l'obtention du diplôme de Master en Géographie Spécialité : dynamique urbaine et rurale Option : dynamique urbaine

Ngendakumana S (2016). Forest policy and institutional dimensions of REDD+ in Cameroon. PhD thesis, Faculty of Bioscience Engineering, University of Ghent, Belgium. ISBN 978-90-5989-937-7. 287p. (https://biblio.ugent.be/publication/8124551/file/8124554.pdf).

Ngendakumana S, Minang PA, Feudjio PM, Speelman S, Van Damme P and Tchoundjeu Z (2014). Institutional dimensions of the developing REDD+ process in Cameroon. Climate Policy Journal. Vol. 14, No. 4, 1–20, http://dx.doi.org/10.1080/14693062.2014.877221

Ngendakumana S, Niyongabo E, Habonimana J.B, Nimenya N, Ndimubandi J, Niragira S et Nijimbere S. (2023) Mécanismes financiers de gestion des risques agro-économiques pour faire face aux changements climatiques dans le Bugesera. Présenté durant la semaine de l'Université du Burundi/Summer school tenue du 11 au 15 Septembre 2023.

Ozer, P., Hountondji, Y. C., Niang, A. J., Karimoune, S., Laminou Manzo, O., & Salmon, M. (2010). Désertification au Sahel: historique et perspectives. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, *54*.

Adegbola P. Y. and Gardebroek C.(2007), The effect of information sources on technology adoption and modification decisions. Agricultural Economics, 37(1) (2007) 55 -65

PANA-Benin (2008). "Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques. Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques du Bénin. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature (MEPN)", Programme d'action National d'adaptation aux Changements Climatiques du Benin. Rapport, (2008), http://unfccc.int/resource/docs/napa/ben01f.pdf

Populin M., Oumarou I., Maman M., (2015). Etude sur l'agriculture familiale dans la zone d'intervention du ProDAF (Zone agricole des régions de Tahoua, Maradi et Zinder. Niger, Niamey : Rapport provisoire, Programme FIDA Niger, GATE, PPI Ruwanmu, PASADEM.

Quenault, B. (2013). Retour critique sur la mobilisation du concept de résilience en lien avec l'adaptation des systèmes urbains au changement climatique. EchoGéo, (24). https://doi.org/10.4000/echogeo.13403

Reeves, T. G., Thomas, G. et Ramsay, G. (2016). Produire plus avec moins en pratique : le maïs, le riz, le blé. Guide pour une production céréalière durable

République du Burundi, Plan National de Développement du Burundi (2017), PND Burundi 2018-2027, 149p

République du Burundi, Stratégie Nationale de Réduction des Risques de Catastrophe 2017-2030 et Plan d'actions 2017-2021, Bujumbura, 92p

Robiglio V, Ngendakumana S, Yemefack M, Tchienkoua M, Gockowski J, Tchawa P, and Tchoundjeu Z (2010). *Options for Reducing emissions from all land uses in Cameroon*, 110P.

Robin, M., Juigner, M., Luquet, F., & Audère, M. (2019). Assessing surface changes between shorelines from 1950 to 2011: The case of a 169-km sandy coast, Pays de la Loire (W France). Journal of Coastal Research, 88(SI), 122-134.

Roco, L. R., Bravo-Ureta, B., Engler, A. et Jara-Rojas, R. (2017). The Impact of Climatic Change Adaptation on Agricultural Productivity in Central Chile: A Stochastic Production Frontier Approach. Sustainability 2017, 9, 1648

S. A. Adekambi, J. J. Okello, S. Rajendran, K. Acheremu, Carey E. E., Low J and Abidin P. E., (2020) "Effect of varietal attributes on the adoption of an orange-fleshed sweetpotato variety in Upper East and Northern Ghana", Outlook on Agriculture, 49(4), (2020) 311 - 320

Hussein S, Abukari A and Katara S.,(2015) "Determinants of farmers adoption of improved maize varieties in the Wa municipality", American International Journal of Contemporary Research. Vol. 5, No. 4.

Sadia Chérif (2014). Construire la résilience au changement climatique par les connaissances locales : le cas des régions montagneuses et des savanes de Côte d'Ivoire. (halshs-01081449).

Shrestha, R. P., Raut, N., Swe L., Maung, M. et Tieng T. (2018). Climate Change Adaptation Strategies in Agriculture: Cases from Southeast Asia. Sustainable Agriculture Research; Vol. 7, No. 3; 2018. doi:10.5539/sar.v7n3p39

SPAT (2007) Schéma provincial de l'aménagement du territoire de Kirundo, Ministère de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et des Travaux Publics, Bujumbura, Burundi.

Stratégie mondiale pour l'amélioration des statistiques agricoles (2017). Directives pour améliorer les statistiques relatives à la pêche artisanale et l'aquaculture par le biais d'une approche axée sur les ménages. http://gsars.org/en/guidelines-to-enhancesmall-scale-fisheries-and-aquaculture-statistics-through-a-household-approach/

UNICEF (2013), Actions for Children and Youth Resilience - Guide for Governments, 2013.

UNISDR, 2011. Rapport sur l'examen à mi-parcours du Cadre d'action de Hyogo 2005-2015. United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva, Switzerland, 113 p. VAN DER GEEST, K., 2011. North–South migration in Ghana: what role for the environment? International Migration, 49 : e69-e94.

UNISDR. (2005). Building the resilience of nations and communities to disaster: An introduction to the Hyogo Framework for Action. 2005-2015. UNISDR [Online]. Available from www.unisdr.org/wedr/intergover/official-doc/Ldocs/Hyogo-fram

Bindlish V and Evenson R. E.(1997), "The impact of T&V extension in Africa: the experience of Kenya and Burkina Faso (English)", The World Bank research observer. Vol. 12 (2), (1997) 183 -201

World Economic Forum. (2024). The Global risks report 2024: 19th Edition. Repéré à https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2024/.

Yegbemey, R. N., Aihounton, G. B. D. et Aloukoutou, A. M. 2019. Providing Smallholder Farmers with Weather-Related Information to Build their Resilience to Climate Variability: A Qualitative Exploration. Tropentag, September 18 - 20, 2019 in Kassel. "Filling gaps and removing traps for sustainable resources development"

Yoan Labrousse, Laura March (2021). KoboToolBox, l'outil numérique idéal de collecte de données en SHS ?. Semaine Data-SHS, Dec 2021, Aix-en-Provence, France. ffhal-03577119f

ANNEXE 1 : Questionnaire d'enquête

Etude de la résilience communautaire face aux risques environnementaux en province de Kirundo.

I. IDENTIFICATION

I. 2. Identification et caractéristique du chef du ménage

Question	Réponse	Code de la réponse
Commune		
Colline		
Genre	/__/	1.Masculin 2. Féminin
Age	/__/__/ années	
Niveau d'instruction	/__/	1 = Aucun 2 = ECOFO 3 = Post fondamentale 4 = Université
Etat-civil	/__/	1 = Célibataire 2 = Marié(e) 3 = Divorcé 4= Veuf (ve)

Question	Réponse	Code de la réponse
Quelle est la taille de ménage ?	/__/__/	1/2/3/4/5/6/7/8/9/…
Est-ce que le ménage, ou un de ses membres possède des terres agricoles qui lui appartiennent ?	/__/__/	1.Oui 2. Non
A quelle distance (en km) du domicile familial se situe la parcelle ? :	/_____/	Km
Quel moyen de locomotion utilisez-vous généralement pour y aller ? /…../	/__/__/	1=A pied 2=Bicyclette 3=Moto 4=Voiture 5=Charette 6= A dos d'animaux 7 = Autre (Préciser)
Combien de temps (en minutes) faut-il pour aller du domicile familial à cette parcelle ? :	/____/	Min
Depuis combien d'années occupez-vous cette parcelle ?	/_____/	Années

Quel type de culture cultivez-vous sur cette parcelle ?	/__/__/	1. Céréales 2. Oléagineux 3. Légumes 3. Annuelles 4. Pluriannuelles 5. Autre
Quel type de Système de culture avez-vous utilisé ?	/__/__/	1= Pur (monoculture) 2 =Mixte (association de cultures)
Quel type de semences avez-vous utilisé ? :	/…../	1= Local 2=Tout venant 3= Améliorées 4=Mixte
Où avez-vous acquis la plupart de ces semences ?	/…../	1=Coopérative 2=Boutique d'intrants 3=Marché local 4=Auprès d'un paysan apparenté 5=Auprès d'un autre paysan non parent 6=Propre production 7=Autres (à préciser)

III. PERCEPTION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

A. Saison des pluies

Question	Réponse	Code de la réponse
Quelles sont les différentes saisons observées dans votre localité dans le passé ?	/____/	1.Deux grandes saisons des pluies et 2 saisons sèches 2. Une saison des pluies et 1 saison sèche
Quelles sont les différentes saisons observées dans votre localité actuellement ?	/____/	1.Deux grandes saison des pluies et 2 saisons sèches 2.Une saison des pluies et 1 saison sèche
En quel mois la saison des pluies démarrait-elle dans le passé ?	/____/	1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12
En quel mois démarre-t-elle actuellement ?	/____/	1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12
Les saisons des pluies sont-elles de plus en plus longues ?		1.Oui 2. Non
Les saisons des pluies sont-elles de plus en plus pluvieuses ?	/____/	1.Oui 2. Non

Les nombres de jours de pluies fortes augment-ils ?	/____/	1.Oui 2. Non
Les vents sont –ils plus forts pendant la saison des pluies ?	/____/	1.Plus fort 2.Moins fort 3.Sans changement
Les séquences sèches sont-elles de plus en plus longues ?	/____/	1.Oui 2. Non
Les vents violents sont-ils de plus en plus fréquents pendant la saison des pluies ?	/____/	1.Oui 2. Non
La température vous semble –il avoir augmenté ou diminué ?	/____/	1. Augmenté 2. Diminué 3. Sans changement

B. Saison sèche

Question	Réponse	Code de la réponse
La saison sèche est-elle de plus en plus longue ?	/____/	1.Oui 2. Non
Fait-il de plus en plus chaud dans la journée pendant la saison sèche ?	/____/	1.Oui 2. Non
Fait-il de plus en plus froid la nuit au début de la saison sèche ?	/____/	1.Oui 2. Non 3. Sans changement

C. Indicateurs des saisons

Question	Réponse	Code de la réponse
Aviez-vous dans le passé des indicateurs de l'arrivée proche de la saison des pluies ?	/____/	1.Oui 2. Non
Si oui lesquels ?	/____/	1.Astres 2. Oiseaux 3. Arbres 4. Autres (préciser)
Ces indicateurs sont-ils encore valables actuellement ?	/____/	1.Oui 2. Non
Aviez-vous dans le passé des indicateurs d'une bonne saison des pluies ?	/____/	1.Oui 2. Non
Si oui lesquels ?	/____/	1.Astres 2. Oiseaux 3. Arbres 4. Autres (à préciser)

Ces indicateurs sont-ils encore valables actuellement ?	/____/	1.Oui 2. Non

D. Connaissances sur les techniques relatives à l'agriculture résiliente face aux changements climatiques ?

Question	**Réponse**	**Code de la réponse**
Avez-vous des connaissances sur le compostage ?	/__/	1. Oui 2.Non
Sensibilisation au changement climatique	/__/	1. Oui 2.Non
Connaissances sur la conservation des sols	/__/	1. Oui 2.Non
Pépinière, plantation, agroforesterie et gestion d'arbres	/__/	1. Oui 2.Non
Avez-vous des connaissances sur la lutte contre l'érosion des sols ?	/__/	1. Oui 2.Non

IV. IMPACTS DES DEFIS ENVIRONNEMENTAUX

A. Impacts sur les ressources en eaux et les sols

Question	Réponse	Code de la réponse
Avez-vous déjà été victime d'une variabilité des paramètres climatiques/ou autres ?	/____/	1.Oui 2. Non
Y a-t-il de plus en plus des ravageurs actuellement par rapport au passé ?	/____/	1.Oui 2. Non
Y a -t- il de plus en plus d'érosion hydrique des sols ?	/____/	1.Oui 2. Non
Quelle est la principale source d'eau de cette parcelle pendant la contre-saison ?	/____/	1= Cours d'eau 2=Puits 3=Forage 4=Barrage, retenue d'eau 5=Autre 6=Non concerné
Les puits tarissent-ils plus tôt ou plus tard ?	/____/	1.Plus tôt 2. Plus tard 3. Sans changement
Fertilité des sols dans le passé et actuellement ?	/____/	1. Plus fertile 2. Moins fertile 3. Pas de changement

Combien de fois avez-vous irrigué cette parcelle au cours de la dernière campagne de contre-saison	/____/	1/2/3/4/5/…

B. Impacts sur la végétation

Question	Réponse	Code de la réponse
Etat de la couverture végétale dans le passé et actuellement ?	/____/	1. Détérioration 2. Sans changement 3. Amélioration
Y-a-t-il des espèces en disparition ?	/____/	1.Oui 2. Non
Si oui, lesquelles ?	/____/	1.Arbres 2. Herbes 3. Autres (à préciser)
Y-a-t-il des espèces en apparition ?	/____/	1.Oui 2. Non
Si oui, lesquelles ?	/____/	1.Arbres 2. Herbes 3. Autres (à préciser)

C. Impacts sur les éléments du système de cultures

Question	Réponse	Code de la réponse
Quelles sont les principales cultures que vous pratiquez par ordre de priorité ?		A ordonner par l'enquêté (haricot, maïs, riz, blé, sorgho, soja bananier, manioc, etc.)
La quantité récoltée a-t-elle changé par rapport au passé ?	/____/	1. Oui 2. Non
Votre période de semis a-t-elle changé par rapport au passé ?	/____/	1.Oui 2. Non
Conservez-vous la même densité de semis que dans le passé ?	/____/	1.Oui 2. Non
Faites-vous plus ou moins de ressemis par rapport au passé ?	/____/	1.Oui 2. Non
Vos cultures sont plus attaquées par les parasites/prédateurs que par le passé ?	/____/	1.Oui 2. Non
Comment trouvez-vous les rendements de vos cultures par rapport au passé ?		Appréciation de l'enquêté
Superficie cultivée par rapport au passé ?		En hectare

Avez-vous plus de personnes qui vous aident dans vos travaux par rapport au passé ?	/____/	1.Oui 2. Non
Durée de la jachère actuellement par rapport au passé ?		1.Six mois 2. Un an 3. Deux ans 4. Autre (à préciser)
Pendant combien de temps cette parcelle est laissée en jachère ?		1.Six mois 2. Un an 3. Deux ans 4. Autre (à préciser)

D. Identification du sol

Question	Réponse	Code de la réponse
Quel est le type de sol de cette parcelle ?		1.Sol sableux 2. Sol limoneux 3. Sol argileux 4. Sol sec 5. Autre (à préciser)
Quelle est la topographie de cette parcelle ?		1. Plane 2. Vallée 3. Pente 4. Autre à préciser
Avez-vous connu des problèmes d'érosion ?		1. Oui 2. Non
Si oui, quelle était la cause ?		1.Fortes pluies 2. Forte pente 3. Texture du sol 4. Mauvaises pratiques agricoles 5. Autre
Avez-vous bâti un ouvrage quelconque pour lutter contre les problèmes d'érosion sur ton parcelle ?		1. Oui 2. Non
Si oui, lequel ?		1.Haies antiérosives 2. Fossés 3. Découpage parcellaire 4. Autre (préciser)
Etat actuel de l'ouvrage ?		1. Excellent 2. Bon 3. Moyen 4. Mauvais

V. Impacts socio-économiques

Question	Réponse	Code de la réponse
Parvenez-vous à couvrir vos besoins avec les revenus de votre activité		1. Oui 2. Non
Si non quelles sont les conséquences ?		1.Insecurité alimentaire 2. Refugiés de la pauvreté 3. Conflits sociaux 4. Exode 5. Vol.6. Autres
Avez-vous d'autres sources de revenus ?		1. Oui 2. Non
Si oui lesquels ?		A préciser par l'enquêté
Quelles sont vos modes d'acquisition des terres ?		1.Héritage 2. Achat, 3. Emprunt 4. Métayage, 5. Location 6. Don 7. Appropriation collective 8. Autres (à préciser)
Quelles sont les infrastructures sociales de base dont dispose votre village ?		1. Hôpitaux 2. Ecoles 3. Universités 4. Logements communautaires 5. Routes 6. Prison 7.Autre
Recevez-vous des aides de la part du gouvernement ou des ONG pour faire face aux effets néfastes des défis environnementaux ?		1. Oui 2. Non
Si oui quelles sont les natures de ces aides ?		1.Argent 2. Vêtements 3. Aliments de première nécessité (eau, lait, etc.) 4. Matériel de reconstruction 5. Médicaments ou matériel médical 6. Installations sanitaires 7. Autre (à préciser)
Quelles sont les impacts de ces aides sur vos activités socio-économiques ?		Amélioration : 1. de la santé 2. De l'alimentation 3. De l'éducation 4. De l'intégration communautaire 5. Autre
Les jeunes déscolarisés s'intéressent-ils à l'agriculture ?		1. Oui 2. Non

Si non, pourquoi ?		1.Secheresse agronomique 2. Dégradation des sols 3. Faible production 4. Manque d'intrants agricoles 5. Absence de volonté 6. Absence de la mécanisation agricole 7. Autres
Les prix de vente de vos produits vous conviennent-ils ?		1. Oui 2. Non

VI. STRATEGIES D'ADAPTATION AUX DEFIS ENVIRONNEMENTAUX

A. TECHNIQUES

Question	Réponse	Code de la réponse
Quelles sont les techniques de régénérescence des sols que vous pratiquez ?		1. Jachère 2. Couvert végétal 3. Rotation des cultures
Quels types d'amendement faites-vous pour enrichir vos sols ?		1. Matière organique 2. Engrais chimique 3. Engrais biologique 4. Autre
Comment luttez-vous contre les ennemis des cultures ?		1. Lutte culturale (Élagage, Semis propres, Sarclage, Fertilisation, Rotation des cultures) 2. Lutte biologique (Lâcher de parasitoïdes, Allelopathie, Variété résistante, Semis précoces, Utilisation des prédateurs ou Lâcher de masse) 3. Lutte mécanique /physique (Pièges collants jaunes, Ramassage, Pièges à phéromones, Pièges lumineux, Rotation des cultures, Pièges alimentaires, Elagage des arbres fruitiers) 4. Lutte traditionnelle (plantes répulsives, soleil, utilisation des matières inertes) 5. Lutte intégrée 6. Lutte chimique

B. STRATEGIQUES

Question	Réponse	Code de la réponse
Quelles stratégies adoptez-vous pour augmenter les chances de réussite de vos cultures ?		1.Plantes complémentaires entre elles 2. Plantations successives pour une récolte continue 3. Amendement des sols
Développez-vous plus le maraîchage par rapport au passé ?		1. Oui 2. Non
Que faites-vous pour augmenter vos récoltes ?		1.Amendement des sols 2. Culture résiliente 3. Association des cultures 4. Programmation des successions des cultures 5. Autre
Quelles sont les mesures d'adaptation que vous pratiquez ?		1. Limiter l'érosion des sols et le ruissellement des éléments nutritifs dans les cours d'eau 2. Irrigation et drainage 3. Améliorer la santé des sols, restaurer les terres ou limiter la désertification (techniques de labour préservant les sols, gestion de l'humus, etc.) 4. Promotion de la diversité (rotation des cultures, préservation de l'agro biodiversité, etc.) 5. Système agroécologique 6. Mécanismes d'assurance pour prendre en charge les risques climatiques 7. Lutte contre les ravageurs, les maladies et les espèces envahissantes 8. Utilisation des semences sélectionnées ou utilisant moins d'eau 9. La protection et la gestion durable des forêts naturelles 10.La gestion durable et la restauration des zones humides 11. Autre (à préciser)

Merci pour votre participation

ANNEXE 2 : Guide d'entretien

Date	……./……./2024
Présentation de la recherche	Le sujet de notre mémoire est **l'étude de la résilience communautaire face aux risques environnementaux en province de Kirundo**. Avec cette étude, nous voudrions faire une analyse statistique entre les réponses récoltées lors de plusieurs entretiens pour trouver des réponses aux thèmes abordés.
Coordonnées de la personne interrogée	• Genre : • Age : • Niveau d'instruction : • Etat-civil : • Commune et colline :
Thèmes	**Questions**
1. L'évolution du climat	• Le climat se dégrade-t-il plus vite qu'au siècle précédent ? (OUI, NON, PAS DE CHANGEMENT) • Le réchauffement climatique se stabilise-t-il ? (OUI, NON, PAS DE CHANGEMENT) • Quels sont les indicateurs de l'évolution du climat dans votre région ?
2. Perception des risques environnementaux	• Les saisons agricoles se déroulent de la même façon qu'auparavant ? OUI OU NON (pouvez-vous nous expliquer comment et pourquoi ?). • Quel est le facteur qui a le plus d'effet sur la production agricole de votre région ? (Irrégularité des pluies, fortes précipitations, sécheresse, dégradation du sol, vents violents, autres).
3. Impacts sur l'environnement	• Quels sont les impacts de ces risques sur les ressources en eaux et les sols ? (Tarissement des sources, infertilité des sols, pollution, autres). • Quels sont les impacts de ces risques sur la végétation ? (Espèces en disparition/apparition, état de la couverture végétale en général). • Impacts sur les éléments du système de cultures ? (maladies, ravageurs, période de semis, cultures non plus adaptées, etc.).
4. Impacts socio-économique	• Parvenez-vous à bien couvrir vos besoins alimentaires par rapport au passé. Si non, pourquoi ?

	• Recevez-vous des aides de la part du gouvernement ou des ONG pour faire face aux effets néfastes des défis environnementaux ? si oui, de quelle nature ? • Quelles sont les infrastructures sociales de base touchés et/ou susceptibles d'être touchés par ces risques ?
5. La résilience communautaire	• Pensez-vous des mesures d'adaptation face à ces risques environnementaux ? si oui, lesquelles ? • Pensez-vous qu'il y a d'autres mesures d'adaptation que vous êtes actuellement incapable de réaliser ? Si oui, lesquelles et quels sont les facteurs empêchant leur réalisation ? • Quelle est la technique d'agriculture utilisez-vous pour se résilier face aux risques environnementaux ? (Fertilisation, irrigation, rotation des cultures, mise en jachères, plantes résistantes, autres à préciser). • Pourriez-vous faire un commentaire sur les conséquences des risques environnementaux sur votre système de culture dans votre région ? • Le gouvernement du Burundi (ou les ONG) vous fait elle assez de soutien pour faire face à ces risques environnementaux ? (OUI, NON, PAS DE CHANGEMENT et expliciter).
6. Votre expérience	• Avez-vous peur de ces risques ? • Croyez-vous les scientifiques qui alertent sur la gravité de la situation ? OUI ou NON ? si non pourquoi ? • Vous sentez-vous responsable de ces risques ? • Que faites-vous s'il y a perturbation des saisons ? changez-vous votre manière de vivre ? comment ?