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

Adaptation des systèmes des cultures au changement climatique : cas des systèmes des cultures vivrières en commune Kabezi

NZOHABONAYO, Eric; Sous la direction du : Dr. Ir. Patrice NDIMANYA

2023
UB
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/475

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

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES ET DE GESTION

MASTER EN ECONOMIE RURALE, SOCIALE

ET ENVIRONNEMENTALE

==========

ADAPTATION DES SYSTEMES DES CULTURES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : CAS DES SYSTEMES DES CULTURES VIVRIERES EN COMMUNE KABEZI

Par :

NZOHABONAYO Eric

Mémoire

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

Option : Economie de l'environnement et des ressources naturelles

==========

Sous la direction du :

Dr. Ir. Patrice NDIMANYA

Bujumbura, Avril 2023

COMPOSITION DU JURY

Président : Pr.Willy Marcel NDAYITWAYEKO

Directeur : Dr. Ir. Patrice NDIMANYA

Secrétaire : Pr. Diomède MANIRAKIZA

DEDICACE

A nos chers parents ;

A nos chers frères et sœurs ;

A tous nos camarades.

Nous dédions ce mémoire

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail de fin du cycle de Master, nous tenons à témoigner, en premier lieu, de notre plus grande gratitude envers DIEU, qui nous a donné force, courage, et santé tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nos vifs remerciements s'adressent à nos parents pour leur soutien tout au long de notre formation scolaire. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Nous exprimons également nos profonds remerciements à toutes les personnes sans qui ce mémoire n'a pu aboutir. Nous sommes reconnaissant à :

Notre Directeur de mémoire Dr. Ir. Patrice NDIMANYA qui a spontanément accepté d'encadrer ce travail, ses orientations, ses conseils, sa coopération à réaliser ce travail, nous ont été d'une grande importance.

Merci enfin :

- Aux enseignants de l'Université du Burundi et plus particulièrement ceux de la Faculté des Sciences Economiques et de Gestion pour la formation académique et humaine ainsi que le personnel administratif de ladite faculté, que les services qu'ils nous ont rendus n'ont pas été vains ;
- A tous nos promotionnaires pour les moments que nous avons passés ensemble au cours du cursus de formation académique.

RESUME

Le changement climatique constitue aujourd'hui un défi majeur pour la plupart des ménages ruraux du monde entier. Ainsi, les communautés agricoles du Burundi, en particulier les agriculteurs de la commune Kabezi, sont confrontés ces dernières années aux effets néfastes du changement climatique. Face à ce défi, quelles sont les stratégies adoptées par les agriculteurs ? quels sont les déterminants de ces stratégies? C'est l'intérêt de la présente étude qui cherche à répertorier les stratégies d'adaptation développées par les agriculteurs et à identifier et analyser les facteurs influençant l'adoption des stratégies d'adaptation au changement climatique par les agriculteurs. Les données utilisées dans cette étude sont des séries chronologiques sur le climat obtenues auprès de l'IGEBU, complétées par les données primaires issues de l'enquête auprès des exploitants agricoles de la commune Kabezi, un échantillon de 96 individus a été choisi aléatoirement parmi les exploitants agricoles de ladite commune. Les données collectées ont été traitées et soumises à l'analyse descriptive et économétrique. Les logiciels utilisés sont Microsoft Excel et Stata15.

Les résultats issus de notre étude, révèlent que la température a augmenté au cours de ces trente dernières années, la hauteur pluviométrique et le nombre de jours annuels de pluie ont diminué dans la commune de Kabezi. Ces résultats cohorrent avec les perceptions paysannes des manifestions du changement climatique dans la région d'étude, ils ont constaté en effet le changement climatique à travers l'apparition des évènements extrêmes tels que l'excès de chaleur et le dérèglement pluviométrique : retard des précipitations, interruption ou le départ précoce. Ces perturbations climatiques entrainent la prolifération des espèces animales nuisibles aux plantes, la disparition de certaines espèces végétales, le tarissement des rivières et la baisse de la production agricole.

Plusieurs stratégies ont été développées pour faire face aux effets néfastes du changement climatique sur les cultures. Au nombre de ces stratégies figurent : l'adoption des variétés à cycle court, l'augmentation des emblavures, la diversification des cultures, l'intensification de l'utilisation des intrants, le recours à la technique de lutte traditionnelle des ennemis des cultures ainsi que l'irrigation. Ainsi, les résultats du modèle logit prouvent que les variables début tardif, départ précoce des pluies, prolifération des ravageurs des cultures et baisse de la production agricole influencent positivement ces stratégies aux seuils respectifs de 1%,1%,1% et 5%. Les caractéristiques socio-économiques des ménages : Sexe, situation matrimoniale et superficie des espaces cultivables exercent également des effets significatifs et positifs sur l'adoption de ces stratégies d'adaptation aux seuils respectifs de 1%,1% et 5%.

Mots clés : Changement climatique, Effets, Stratégies d'adaptation

ABSTRACT

Climate change is now a major challenge for most rural households around the world. Thus, the agricultural communities of Burundi, in particular the farmers of the Kabezi commune, have been confronted in recent years with the harmful effects of climate change. Faced with this challenge, what strategies have farmers adopted? what are the determinants of these strategies? This is the interest of this study which seeks to list the adaptation strategies developed by farmers and to identify and analyze the factors influencing the adoption of climate change adaptation strategies by farmers, a sample of 96 individuals was randomly chosen from among the farmers of the said commune.

The data used in this study are time series on the climate obtained from the IGEBU, supplemented by the primary data from the survey of farmers in the Kabezi commune. The data collected was processed and subjected to descriptive and econometric analysis. The software used are Microsoft Excel and Stata15.

The results of our study reveal that the temperature has increased over the past thirty years, the rainfall and the number of annual rainy days have decreased in the commune of Kabezi. These results are consistent with farmers' perceptions of the manifestations of climate change in the study region, they have indeed observed climate change through the appearance of extreme events such as excess heat and rainfall disturbance: delay in precipitation, interruption or early departure. These climatic disturbances lead to the proliferation of animal species harmful to plants, the disappearance of certain plant species, the drying up of rivers and the decline in agricultural production.

Several strategies have been developed to deal with the adverse effects of climate change on crops. Among these strategies are: the adoption of short-cycle varieties, the increase in plantings, the diversification of crops, the intensification of the use of inputs, the use of traditional control techniques for crop enemies as well as than irrigation. Thus, the results of the logit model prove that the variables late onset, early onset of rains, proliferation of crop pests and decline in agricultural production positively influence these strategies at the respective thresholds of 1%, 1%, 1% and 5%. The socio-economic characteristics of households: gender, marital status and area of arable land also have significant and positive effects on the adoption of these adaptation strategies at the respective thresholds of 1%, 1% and 5%.

Key words: Climate change, Effects, Adaptation strategies

TABLE DES MATIERES

COMPOSITION DU JURY i
DEDICACE ii
REMERCIEMENTS iii
RESUME iv
ABSTRACT v
TABLE DES MATIERES vi
LISTE DES TABLEAUX, GRAPHIQUES ET SCHEMAS ix
LISTE DES SIGLES ET DES ACRONYMES x
AVANT- PROPOS xii
CHAP.I. INTRODUCTION GENERALE 1
I.1. Contexte général 1
I.2. Problématique 4
I.3 .Objectifs de la recherche 6
I.4. Hypothèses 6
I.5. Importance de l'étude 7
I.6. Justification du choix du sujet et du lieu d'étude 7
I.6.1. Choix des systèmes de cultures 8
I.7. Organisation d'étude 8
CHAP.II : REVUE DE LA LITTERATURE 9
II.1. Revue théorique 9
II.1.1. Généralités sur les systèmes de cultures 9
II.1.2. Mutations des systèmes agraires au Burundi 10
II.1.3. Rotations de cultures dans la région de l'Imbo 11
II.1.4. Théories sur le changement climatique 12
II.1.4.1.Variabilité climatique 12
II.1.4.2.Vulnérabilité climatique 13
II.1.4.3. Vulnérabilité des rendements agricoles 15
II.1.4.4. Causes du changement climatique 15
II.1.4.4.1. Nature 16
II.1.4.4.2. Activités Anthropiques 16

II.1.4.5. Conséquences du changement climatique 17
II.1.4.6. Caractérisation climatique au Burundi 20
II.1.5. Adaptation de l'agriculture au changement climatique 20
II.2. Revue empirique 21
II. 3. Cadre conceptuel de l'adaptation des systèmes des cultures au changement climatique 24
CHAP III : METHODOLOGIE DE RECHECHE 26
III.1. Description de la Commune Kabezi 26
III.1.1. Situation géographique 26
III.1.2. Découpage administratif 27
III.1.3. Relief 27
III.1.3.1.Végétation 27
III.1.3.2. Ressources hydriques 28
III.1.4. Climat 28
III.1.4.1. Température 28
III.1.4.2. Précipitations 29
III.1.5. Population 30
III.2. Population cible 31
III.3.Technique d'échantillonnage 31
III.4. Elaboration du modèle 32
III.4.1. Modèle de régression logistique 32
III.4.2. Spécification du modèle 33
III.5. Source des données 35
III.6. Techniques de collecte des données 35
III.6.1. Données primaires 35
III.6.2. Collecte documentaire 35
III.7. Analyse et traitement des données 36
CHAP. IV. PRESENTATION, DISCUSSION ET INTERPRETATION DES RESULTATS 37
IV.1. Caractéristiques socioéconomiques de l'échantillon 37
IV.1.1. Sexe 37
IV.1.2. Age 37
IV.1.3. Situation matrimoniale 37

IV.1.4 .Niveau d'éducation 38
IV.1.5.Taille du ménage 38
IV.1.6. Superficie des espaces cultivables 38
IV.1.7.Accès à l'information sur le changement climatique 38
IV.2. Analyse des tendances climatiques dans la commune de Kabezi 39
I V.2.1 Analyse des paramètres pluviométriques 39
IV.2.2.Analyse de l'évolution des températures (1990-2021) en Commune Kabezi 41
IV.3. Perceptions paysannes de l'évolution climatique en commune Kabezi 43
IV.3.1. Indicateurs climatologiques 43
IV.3.2. Indicateurs d'impacts du changement climatique 45
IV.3.2.1. Conséquences du changement climatique sur le milieu naturel 46
IV.3.2.2. Perturbation des systèmes des cultures 46
IV.3.2.2.1.Mutation des systèmes de cultures en commune Kabezi 46
IV.3.2.3. Modification des saisons 50
IV.3.2.4. Conséquences sur la production des cultures vivrières 50
IV.3.2.4.1. Mutations des principales cultures saisonnières 53
IV.4. Analyse descriptive des stratégies d'adaptations adoptées par les agriculteurs de la Commune Kabezi 57
IV.4. 1. Description des stratégies d'adaptation au changement climatique 58
IV.4. 2. Adoption des nouvelles variétés de cultures 58
IV.4. 3. Augmentation des emblavures 59
IV.4.4. Diversification des cultures 59
IV.4.5. Intensification de l'utilisation des intrants 60
IV.4.6.Technique de lutte traditionnelle 60
IV.4.7. Irrigation 60
IV.5. Analyse des déterminants de l'adaptation des systèmes des cultures au changement climatique 61
IV.5.1. Evaluation d'une régression 62
IV.6. Difficultés rencontrées et limites de l'étude 70
CONCLUSIONS GENERALE ET SUGGESTIONS 72
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 75
ANNEXES 82

LISTE DES TABLEAUX, DES GRAPHIQUES ET DES SCHEMAS

Tableaux

Tableau 1 : Situation démographique de la commune Kabezi 30
Tableau 2 : Répartition des enquêtés selon le sexe du chef de ménage 37
Tableau 3 : Situation matrimoniale des chefs de ménages enquêtés 38
Tableau 4 : Niveau d'éducation des chefs des ménages enquêtés 38
Tableau 5 : Accès à l'information sur le changement climatique 39
Tableau 6 : Analyse des paramètres pluviométriques 39
Tableau 7: Ecart des températures à la moyenne 41
Tableau 8: Perceptions paysannes des indicateurs du changement climatique en commune Kabezi 44
Tableau 9 : Conséquences du changement climatique 45
Tableau 10 : Situation des systèmes de cultures dans les années 1990 47
Tableau 11 : Situation actuelle des systèmes de cultures (Années 2000 à nos jours) 48
Tableau 12: Comparaison qualitative et quantitative de l'évolution du manioc 52
Tableau 13: Mutation des cultures du haricot, du maïs et de patate douce 54
Tableau 14: Illustration des écarts de production entre deux périodes 56
Tableau 15 : Stratégie d'adaptation au changement climatique 58
Tableau 16 : Description des variables indépendantes sur les variables dépendantes 61
Tableau 17 : Résultats du Modèle logistique 63
Tableau 18 : Résultats du Modèle logistique (Suite) 64
Tableau 19 : Les effets marginaux 66
Tableau 20 : Les effets marginaux (suite) 67

Graphiques

Graphique 1 : Evolution intradécennale de la température en commune Kabezi 29
Graphique 2 : Variation décennale des précipitations en commune Kabezi 29
Graphique 3 : Evolution des précipitions en mm de (1990-2021), en commune Kabezi 40
Graphique 4 : Evolution des précipitations en nombre de jours de pluie en commune Kabezi (1990-2021) 40
Graphique 5 : Evolution thermométrique en commune Kabezi (1990-2021) 42

Schémas

Schéma1 : Relation entre la vulnérabilité, l'exposition, la sensibilité et l'adaptation 14
Schéma 2 : Répartition des émissions anthropiques de GES 17
Schéma 3 : Cadre conceptuel 25

LISTE DES SIGLES ET DES ACRONYMES

ACCES : Adaptation au Changement Climatique pour la protection des ressources en Eau et Sols

CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique

CPDN : Contribution Prévue Déterminée au niveau Nationale

ETP : Evapotranspiration Potentielle

FAO : Food and Agriculture Organization

FIDA : Fonds International de Développement Agricole

FSEG : Faculté des Eciences Economiques et de Gestion

GES : Gaz à Effet de Serre

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

IAC : Indice de Stress Agronomique

IGEBU : Institut Géographique du Burundi

IH : Indice d'Humidité

IPCC : International Panel on Climate Change

ISTEEBU : Institut des Statistiques et d'Etudes Economiques au Burundi

MINATTE : Ministère de l'Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l'Environnement

MINEAGRIE : Ministère de l'Environnement, de l'Agriculture et de l'Elevage

OBPE : Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

PAGIRE : Plan d'Actions pour la Gestion Intégré des Ressources en Eau

PAM : Programme Alimentaire Mondial

PANA : Plan d'Action National d'Adaptation au changement climatique

PCDC : Plan Communal de Développement Communautaire

PNIA : Programme National d'Investissement Agricole

PRDAIGL : Projet Régional du Développement Agricole Intégré dans la région des Grands Lacs

PRRPB : Projet de Restauration de la Résilience du Paysage du Burundi

SAN : Stratégie Nationale Agricole

SNPA-DB : Stratégie Nationale et Plan d'Action en matière de Diversité Biologique

UNFCC : United Nations Forum on Climate Change

UNFCCC : United Nations Framework Convention on Climate Change

UNISDR : United Nations International Strategy for Disaster Reduction

UNOCHA : United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs

AVANT- PROPOS

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

Le sujet : **«Adaptation des systèmes des cultures au changement climatique : Cas des systèmes des cultures vivrières en commune Kabezi»** a été choisi dans la mesure où l'aspect changement climatique figure parmi les préoccupations mondiales de nos jours. A ce niveau, la réduction de la vulnérabilité du secteur agricole constitue un enjeu majeur pour la plupart des projets de résilience au changement climatique. Malgré, les efforts déployés par le gouvernement Burundais, les impacts du changement climatique continuent à se remarquer partout dans le pays avec plus d'ampleur au niveau des cultures vivrières. Dans la contribution à la connaissance des stratégies d'adaptation développées par les agriculteurs pour faire face aux impacts négatifs du changement climatique mais également leurs déterminants, une enquête a été menée auprès des exploitants agricoles de la commune Kabezi.

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

CHAP.I. INTRODUCTION GENERALE

A travers ce chapitre, nous allons présenter le contexte général du changement climatique, ses effets divers, la problématique, les hypothèses ainsi que les objectifs de recherche. Il y est également de la présentation de l'importance de l'étude et de la motivation du choix du sujet, du lieu d'étude et des systèmes des cultures.

I.1. Contexte général

La problématique du changement climatique s'est imposée progressivement comme l'un des sujets des politiques internationales les plus marquants de la fin du 20^{e} siècle, longtemps qu'il constituait des menaces économiques et environnementales. De ce fait, la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques été soumise à l'ensemble des pays du globe à la suite du sommet de la terre de Rio de Janeiro en 1992. Le poids grandissant des activités anthropiques sur les modifications climatiques observées à travers le monde éveillait la conscience de la communauté internationale. Etant donné que la qualité du climat est un bien économique particulier, un bien public global, tous les pays doivent participer. Les couts économiques de la réduction des émissions ainsi que ceux des préventions et d'adaptations négatifs des bouleversements climatiques sont inégalement distribués entre les pas de la planète[1].

A l'échelle mondiale, les effets directs des changements climatiques induisent déjà une hausse de températures moyenne dans l'atmosphère, la fonte massive de la neige, l'élévation du niveau moyen de la mer et la montée des eaux au niveau des océans. La santé, les écosystèmes terrestres et aquatiques et les systèmes socio-économiques comme l'agriculture, l'exploitation forestière, la pêche et les ressources en eau, éléments essentiels au développement et au bien-être de l'humanité, sont sensibles aux variations du climat et subissent déjà les effets induits des changements climatiques (GIEC, 2007). A ce niveau, les pays pauvres sont plus sensibles aux impacts du changement climatique du fait de la place qu'occupe le secteur agricole dans les activités économiques des pays. De même, les systèmes agricoles sont dépendants, en partie de la nature du climat (Mertz et *al.* 2009).

Au niveau de l'Afrique, de nombreux Scientifiques, suggèrent que cette partie du globe, risque d'être plus gravement éprouvée que d'autres régions. Cette région accusera des hausses de températures plus marquées, une élévation du niveau des mers préjudiciables pour la majorité des habitants, une modification du régime de précipitations ainsi qu'une grande variabilité du

[1] I Faucheux S., Joumni H.Economie et politiques des changements climatiques

climat du fait qu'elle est traversée par l'équateur. Tous les pays ne subiront pas les mêmes effets selon leur emplacement et leurs caractéristiques mais tous les pays sont exposés et ont intérêt à faire une cause commune. La capacité étant moindre en Afrique, ces effets si rien ne les modère, pourrait réduire les superficies arables et aggraver la faim chronique, voir conduire à l'agitation sociale (FPA, 2009).

Les impacts dus aux changements climatiques constituent déjà une réalité indéniable au niveau nationale. Le rapport du Ministère Burundais de l'Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l'Environnement montre en effet que les effets du changement climatiques induisent une vulnérabilité extrême qui touche un grand nombre de secteurs sur l'échelle nationale et les séquences diffèrent spatialement et temporellement d'une région à l'autre. Les périodes de manque d'eau ont induit à des sécheresses prolongées à différentes périodes et dans différents endroits du pays, depuis les années 1917 jusqu'à l'heure actuelle, provoquant des lourdes conséquences sur la vie socio-économique du pays.

Dans la région de l'Imbo, de longues sécheresses entrainent diminution progressive des ressources en eau, avec une baisse importante du niveau du lac Tanganyika, et un terrassement des ressources d'eau et une certaine tendance à la désertification. En cas de pluie intense, on assiste à des inondations graves et à une recrudescence des maladies hydriques telles que le choléra, la dysenterie bacillaire et le paludisme.

Dans la région de Mumirwa, vulnérable à l'érosion, la sécheresse entraîne une diminution des ressources en eau et une chute de la production agricole, les fortes pluies provoquent de fortes érosions et des inondations dans la plaine de l'Imbo, avec pour conséquence la destruction des infrastructures et des moyens de subsistance des agriculteurs.

Dans les plateaux centraux ; les perturbations climatique (début tardif ou une fin précoce de la saison de pluies, ou même une interruption des précipitations pendant plusieurs semaines en plein milieu de celle-ci) entraîne une désorientation de plus en plus importante de l'agriculteur dans son calendrier agricole actuel, surprennent et détruisent les cultures en pleine phase végétative, avec pour conséquence une chute souvent catastrophique des rendements agricoles. Dans les dépressions nord et de l'est, une pluviométrie faible a causé un tarissement des sources d'eau profonde et une diminution de la production agricole, corolairement, une insécurité alimentaire, une famine, une malnutrition, des maladies, l'exode, la mendicité des populations, ainsi que des vols dans les champs et dans les ménages. (MINATTE ,2007).

Des travaux de recherche antérieurs sur les effets du changement climatique au Burundi montrent également que les perturbations climatiques observées ces dernières années ont provoqué le décalage dans le calendrier agricole habituel, la disparition des espèces végétales, la baisse de la production agricole ainsi que l'incitation à la modification du cycle végétatif des plantes par adoption des nouvelles variétés (Mugisha E., 2020.). Bref, les perturbations des systèmes de cultures. A ce niveau, les systèmes des cultures de la plaine de l'Imbo seraient parmi les plus touchés par rapport à ceux des autres régions du pays. Certes, cette zone est classée parmi les régions les plus vulnérables au changement climatique.(Deuxième communication sur le changement climatique au Burundi, 2010). Des cas de graves inondations et de la sécheresse intense entrainent la disparition des cultures du riz, du manioc, du maïs, du haricot et de la patate douce, principales spéculations et base d'alimentation des ménages de cette région. La commune Kabezi n'est pas épargnée à ces graves conséquences à cause de sa situation géographique (comme d'autres régions côtières, sa position par rapport au lac Tanganyika la rend plus vulnérable) mais également son appartenance au relief de la plaine(Imbo), elle n'échappe non plus aux fortes érosions, dues à son extension sur l'autre ensemble du relief (Région de Mirwa) qui, également contribuent à la dégradation de l'environnement par la réduction de la fertilité du sol.

La poursuite du changement climatique, pourra exercer la situation conduisant à une vulnérabilité extrême des systèmes naturels et humains. Ainsi , dans la plaine de l'Imbo, les prévisions climatiques montrent une augmentation de la température maximale moyenne annuelle de 0.87°C à l'horizon 2030s et 2.02°C à l'horizon 2050s, la température minimale va varier de 0.91 °C à l'horizon 2030 et 2.12°C à l'horizon 2050, et les précipitations totales annuelles vont varier de 12.95 % à horizon de 2050. Les augmentations des précipitations totales ou de l'intensité des précipitations sont susceptibles de provoquer des inondations dans les plaines de l'ouest de l'Imbo et une érosion dans la zone sud et le plateau central exposant ainsi les habitants des collines, des marais, à une diminution considérable de la production agricole, à la disparition des infrastructures publiques, de la biodiversité, envasement des barrages hydro électrique(Burundi, Troisième communication sur le changement climatique,2015). Par ailleurs, l'absence de la pluie, handicapera le développement des plantes et le bétail mourra. Ce qui accroitra le risque de famine et l'insécurité alimentaire (Banque mondiale, 2013). Cette insécurité alimentaire affectera surtout les enfants.

Les autres groupes aussi vulnérables tels que les jeunes, les femmes et les personnes âgées seront également et gravement affectés par les impacts du changement climatique si le monde entier et plus particulièrement le Burundi ne prenne pas des mesures d'adaptation afin d'en atténuer les effets.

I.2. Problématique

Le réchauffement planétaire désigne le changement climatique observé sur le globe terrestre depuis la fin du XXème siècle (Tiana, A.T, 2018). A l'heure actuelle, les conséquences du changement climatique sont alarmantes et se ressentent autant dans les pays développés que dans les pays en développement. Les perturbations climatiques observées au cours des dernières décennies ont eu des impacts environnementaux et économiques sévères à l'échelle planétaire. Ces impacts sont plus énormes pour les pays en voie de développement, car dépendant des ressources naturelles et agricoles, qui en partie, sont dépendant de la nature du climat (Mertz et *al.* 2009). Le Burundi, pays en voie de développement n'échappe pas à ce grand défi, qui hante le secteur agricole. L'agriculture Burundaise est en effet de type pluvial, occupe 94% de la population active, fournit 95% des apports alimentaires et plus de 80% des recettes en devise, et participe à plus de 50% au PIB, les cultures vivrières contribuent quant à elles à plus de 80% du PIB agricole. Ce secteur agricole dépend donc largement des conditions climatiques saisonnières qui ne sont pas maîtrisables par l'agriculteur. Ainsi, les régimes climatiques changeants tels que, l'augmentation des précipitations et de la chaleur, sont à l'origine de beaucoup de risques liés notamment à la modification des saisons ,inondations des marais et bas-fonds, dégradation des terres et perte de la fertilité des sols ,pénurie des ressources en eaux souterraines , avènements de phénomènes climatiques extrêmes (grêle, averses violentes, vent fort, etc.), modifications des cycles végétatifs des plantes cultivées et autres sylvestres, phénomènes phytosanitaires imprévisibles (CPDN/BURUNDI , 2015). Corollairement, on assiste à une désorientation de plus en plus grave de l'agriculteur dans son calendrier agricole habituel, à la destruction les cultures en pleine phase végétative, souvent à une chute catastrophique des rendements agricoles (haricot, maïs et patate douce), principales cultures dans la composition de la ration alimentaire au Burundi. Par ailleurs l'augmentation de la température favorise le développement rapide des maladies et des ravageurs, ce qui accroît le risque de perte de récolte par conséquent une insécurité alimentaire.

Pour faire face à tous ces impacts , le Burundi a initié à partir de la fin des années 1970 des projets de développement en réponse à la dégradation des ressources naturelles et de l'environnement, plus spécifiquement aux irrégularités pluviométriques.

Au cours de ces dernières années, encore avec la relance économique, le Burundi a élaboré et adopté des plans nationaux de développement qui contiennent de nombreuses actions prioritaires qui contribuent à l'adaptation aux changements climatiques.

Il s'agit notamment du: (i) Plan d'Action National d'Adaptation au changement climatique(PANA); (ii) Plan d'Actions pour la Gestion Intégré des Ressources en Eau (PAGIRE) ; (iii) Programme Nationale d'Investissement Agricole (PNIA);(iv) Stratégie Nationale Agricole (SAN); (v) Stratégie Nationale et Plan d'Action en matière de Diversité Biologique (SNPA-DB); (vi) Stratégie Nationale et Plan d'Action de Lutte contre la Dégradation des Sols. La commune Kabezi est parmi les bénéficiaires de certains des projets d'adaptation au changement climatique à savoir le projet de restauration et de Résilience du Paysage du Burundi(PRRPB), Projet de Renforcement des capacités communautaires aux effets du changement climatique (PRCCRCC),etc. Néanmoins, les effets de ces projets ne sont pas encore visibles, les perturbations climatiques ne cessent de causer des dommages sur l'environnement physique et humain, elles affectent notamment les systèmes de cultures vivrières et entrainent par ailleurs la baisse de la production agricole. Dans ces conditions, les producteurs agricoles sont parfois obligés de développer des stratégies d'adaptation en vue d'améliorer leur production afin de garantir la sécurité alimentaire. Ainsi, de nombreux travaux effectués sur cette thématique ont abordé les systèmes d'adaptation développés par les populations (Balasha et *al*.,2021 ;Penda et *al*.,2020 ; Asayehegn et *al*. 2017; Vodounou et *al*, 2016, Abid et *al*. 2015 ;Bagula et *al.* 2013 ; Agossou *et al.*, 2012 ; Gnanglé *et al*., 2011 ; Ofuoku, 2011 ; Guibert, *et al*., 2010 ; Afouda, 1990 ; Boko, 1988).Toutefois, les travaux de recherche effectués sur les mécanismes d'adaptation au changement climatique, dans le contexte de l'agriculture Burundaise restent peu nombreux. L'étude récente sur l'analyse des impacts du changement climatique sur la production agricole a abordé également les stratégies adoptées par les agriculteurs dont certaines sont l'adoption des nouvelles variétés et l'association des cultures (Mugisha., 2020). Par ailleurs l'identification des déterminants des stratégies d'adaptation adoptées par les agriculteurs reste problématique. La connaissance de ces déterminants est importante pour la science et permettra de mieux cibler les politiques d'appui à la résilience des populations rurales face au changement climatique au Burundi.

C'est dans « **Adaptation des systèmes des cultures au changement climatique : cas des systèmes des cultures vivrières en commune Kabezi** » que nous allons développer les stratégies d'adaptation développées par les agriculteurs ainsi que leurs déterminants .

La question principale qui se pose est la suivante: « Quels sont les facteurs influençant l'adoption des stratégies d'adaptation au changement climatique par les agriculteurs de la commune Kabezi? »

A cette question principale s'ajoutent d'autres interrogations:

- Quels sont les indicateurs de l'évolution du climat dans la région d'étude?
- Quelles sont les stratégies d'adaptation mises en œuvre par les producteurs agricoles pour faire face aux effets néfastes du changement climatique?
- Quels sont les facteurs déterminants des stratégies d'adaptation mises en œuvre par les exploitants agricoles?

I.3 .Objectifs de la recherche

Globalement, il s'agit de contribuer à la connaissance des facteurs déterminants dans le choix des stratégies d'adaptation développées par les agriculteurs pour faire face aux effets néfastes du changement climatique.

De façon spécifique, nous allons:

- Analyser et identifier les indicateurs du changement climatique dans la région d'étude
- Répertorier les stratégies d'adaptation mises œuvre par les exploitants agricoles pour faire face aux effets néfastes induits par le changement climatique.
- Identifier et Analyser les facteurs déterminants des stratégies d'adaptation adoptées par les agriculteurs

I.4. Hypothèses

H_1: La hausse de température, les perturbations pluviométriques ainsi que leurs conséquences environnementales, écologiques, agronomiques sont les indicateurs de la dynamique climatique dans la commune Kabezi.

H_2 : L'adoption des nouvelles variétés, la diversification des cultures, l'intensification de l'utilisation des intrants agricoles, la lutte traditionnelle des ravageurs des cultures ainsi que l'irrigation sont des stratégies développées en réponse aux effets néfastes du changement climatique.

H_3: Les caractéristiques socioéconomiques des ménages influencent plus l'adoption des stratégies d'adaptation au changement climatiques que la perception du changement climatique.

I.5. Importance de l'étude

Ce présent travail présente divers intérêts:

Au niveau individuel: Amélioration des connaissances sur les réalités du monde rural. Dans le contexte actuel du changement climatique, cette étude nous permettra de puiser des connaissances sur la relation de cause à effet entre les stratégies d'adaptation au changement climatique, et les variables climatiques et caractéristiques socioéconomiques des ménages ruraux

Au niveau des producteurs: Prendre conscience du phénomène du changement climatique, et évaluer leur niveau de mise en œuvre des stratégies d'adaptation proposées.

Au niveau des décideurs: servir d'outils d'aide à la prise de décision. Cette étude permettra de contribuer au renforcement des capacités d'adaptation et de résilience des populations rurales face au changement climatique par la formulation de nouvelles stratégies basées sur leurs savoirs endogènes.

Au niveau Académique: Cette étude constitue un outil d'évaluation du niveau de mise en œuvre des connaissances théoriques apprises en classe. L'Université du Burundi s'en servira donc à cet effet.

Au niveau Scientifique : Cette étude servira de documentaire pour les recherches futures analogues, lorsqu'il s'agira de traiter des informations sur la corrélation entre les systèmes de cultures et le changement climatique.

I.6. Justification du choix du sujet et du lieu d'étude

Nous avons opté pour un sujet pareil pour la raison que l'adaptation au changement climatique fait partie des conditions du développement. En situation de crise engendrée par des aléas naturels, les pays les plus vulnérables tombent dans la pauvreté extrême. A ce niveau, le secteur de l'agriculture est plus vulnérable aux variabilités climatiques. L'adaptation de l'agriculture aux nouvelles conditions climatiques devient évidemment une préoccupation dans de nombreux pays du monde et plus particulièrement dans pays en voie de développement dont le Burundi n'est pas épargné.

Le choix de la commune Kabezi réside au fait qu'elle est située dans une zone sensible aux variabilités climatiques par sa situation géographique (comme d'autres régions côtières, sa position par rapport au lac Tanganyika la rend plus vulnérable) mais également son appartenance au relief de la plaine(Imbo).Cette zone est classée parmi les zones qui subissent souvent de multiples catastrophes causées à la fois par des pluies torrentielles et des vents violents. (Troisième Communication sur le changement climatique, 2015). Ces catastrophes sont entre autres les éboulements de terrain et les inondations qui induisent toutes formes de pollution, et emportent par ailleurs des cultures dans certaines localités. Parallèlement, le retard ou l'interruption momentanée de la pluie entraine une sécheresse qui conduit souvent à la disparition des cultures vivrières.

I.6.1. Choix des systèmes des cultures

Le choix des systèmes des cultures vivrières est dicté par leurs vulnérabilités au changement au regard du classement du Ministère Burundais de l'aménagement du territoire, du Tourisme et de l'Environnement (MINATTE, 2007). Les cultures du manioc (et/ou riz), patates douce, du haricot et du maïs sont les principales composantes des systèmes des cultures vivrières et constituent la base d'alimentation de la plupart des ménages de la plaine de l'Imbo, et plus particulièrement ceux de la commune Kabezi.

I.7. Organisation d'étude

Notre travail de recherche comporte cinq chapitres. Le premier chapitre présente l'introduction générale composée du contexte général, problématique, objectifs, hypothèses, importance de l'étude, justification du choix du sujet et du système de cultures, délimitation de l'étude ainsi que l'organisation de l'étude. Le second chapitre traite la revue de la littérature, il y est de la revue théorique mais aussi empirique. Le troisième chapitre décrit la méthodologie d'étude. Le quatrième chapitre parle de l'interprétation et la discussion des résultats. En fin, le cinquième chapitre porte sur la conclusion et les recommandations.

CHAP.II : REVUE DE LA LITTERATURE

Le présent chapitre est consacré à la présentation des concepts clés liés au système de cultures et au changement climatique. Il y est également de la représentation empirique des résultats trouvés par différents auteurs ayant travaillé sur ce thème, exclusivement sur l'adaptation au changement climatique dans le domaine agricole.

II.1. Revue théorique

II.1.1. Généralités sur les systèmes de cultures

Le concept de système de cultures apparaît à la fin du XVIIIe siècle avec Duhamel du Monceau puis l'abbé Rozier (1783), ainsi parlent-ils du « système de culture de M. Tull ,1731 » qui accorde l'importance au nombre de labours faits pour assurer la fertilité du sol, sans aucun apport d'engrais.

Sebillotte (1970) définit le Système de culture «comme un ensemble d'itinéraires techniques, c'est-à-dire une combinaison logique et ordonnée de techniques qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production donnée. » (Sebillotte, 1974). Chaque système se définit donc par la nature des cultures et l'ordre de succession (itinéraire technique) appliquée à ces différentes cultures, ce qui inclut le choix des variétés. Mazoyer (1985) désigne le système de culture par le terme générique de « systèmes agricoles », l'ensemble des notions et concepts par lesquels on prétend appréhender les processus de production agricole, leurs transformations et leurs variations : opération technique, itinéraire technique, système de culture et d'élevage, système de production, système agraire.

Selon Mémento de l'agronome, un système de culture se définit, au niveau de la parcelle ou d'un groupe de parcelles traités de manière homogène, comme l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur ces parcelles (Mémento de l'agronome, P351)

Un système cultural adopté par un agriculteur résulte du choix des techniques qu'il opère en fonction des objectifs qu'ils lui sont propres et du jeu des contraintes dans lequel il se trouve placé. (Jacques Wouters ,1985). Dans le contexte du changement climatique, le système de culture peut être définit, Selon Doukpolo, B. (2014), Récité par MUGISHA, E. ,2020 ; comme l'ensemble de techniques de combinaison des espèces cultivées, tenant compte des conditions climatiques, en vue d'obtenir le maximum de rendement possible avec un minimum d'intrants.

II.1.2. Mutations des systèmes agraires au Burundi

Le système agraire burundais a connu de nombreuses transformations depuis la période précoloniale à nos jours. Le système agraire précoloniale était dominé par les cultures céréalières à savoir : le sorgho, l'éleusine et le maïs qui constituaient la base de l'alimentation des Burundais, les légumineuses comme les haricots du genre vigna, certains ignames, plusieurs variétés de courges et quelques légumes-feuille (l'aubergine africaine, l'épinard amer, la tétragone). Il existait un grand nombre de variétés de sorgho et d'éleusine répondant l'hétérogénéité du milieu (altitude, températures, volume des précipitations et durée de la saison des pluies) et contribuant à l'étalement des récoltes (existence des variétés précoces et tardives). La bananeraie n'occupait pas une place importante, elle se cultivait uniquement dans les régions les plus chaudes de l'Imbo et Kumoso.

Les assolements étaient dominés par le sorgho et éleusine, fumées grâce aux bouses de vaches collectées chaque matin dans l'enclos où le bétail passait la nuit. Le transfert de fertilité se faisait grâce à la récupération des déjections nocturnes et leur épandage sur les terres assolées (Transfert latéral de fertilité) et à l'enracinement et la chute des feuilles des ficus plantés autour de l'enclos (le transfert vertical de fertilité).

Les systèmes de culture dominants à cette époque sont des systèmes à labour ou les cycles de culture sont séparés les uns des autres par des périodes sans culture, permettant la reconstitution d'une friche herbacée de courte durée (quelques mois à deux ou trois années au plus).

Plus tard, l'agriculture Burundaise a connu une transformation innovatrice avec la généralisation des plantes d'origine américaine : maïs et haricot du genre phaseolus (à partir du XVIIIe- XX siècle). Il s'agit d'une "Révolution Agricole." L'association et la multiplication des cycles de cultures donnaient à l'agriculture burundaise une complexité déconcertante .La plupart des champs mises en cultures étaient dominés par l'association de plusieurs légumineuses (haricot, petits pois), céréales (maïs, sorgho) et les deux à la fois (Manioc, haricot, mais),et parfois avec une succession de plus en plus complexe des cultures au cours d'une ou plusieurs années (Une récolte de maïs + haricots en première saison, une récolte de sorgho en deuxième saison ; deux récoltes de haricots par an et une de petits pois : maïs + haricot en première saison et haricot petits poids en deuxième saison). Cette rotation de culture sur une longue durée conduit au développement d'une friche herbeuse de plus ou moins longue durée (une "jachère") et des cultures d'ouvertures.

Cette transformation innovatrice reste dominante dans les principaux systèmes de cultures vivrières au Burundi mais l'image ancienne des exploitations agricole tend à disparaître à cause des aléas attribuables au changement climatique. En effet, avant les années 2000 les principaux systèmes agraires se composaient des associations plus ou moins complexes des colocases, patate douce et manioc. Ces associations permettent à la terre de retrouver sa fertilité grâce à la restitution des matières organiques sur le sol, due essentiellement à l'allongement de la durée de vie des plantes au niveau du champ. Au cours de ces deux dernières décennies, on observe une modification dans la composition des systèmes de cultures. Le changement climatique a provoqué la disparition de certaines cultures, la banane à bière n'existe plus dans certaines systèmes. Les nouvelles variétés des colocases en provenance d'Ouganda « Amaganda »sont pratiquées au détriment des anciennes variétés autochtones, les variétés de manioc à cycle long disparaissent au détriment des nouvelles variétés à cycle court (1année).Cette mutation s'accompagne parfois d'une dégradation de l'environnement par usage des fertilisants chimiques afin d'augmenter la production.

II.1.3. Rotations des cultures dans la région de l'Imbo

La plaine de l'Imbo a une spécificité culturale qui la différencie des autres régions du pays. La majeure partie de la région reste dominée par le manioc, en association avec les autres cultures saisonnières. Le palmier à huile occupe 20% et la riziculture 8%.La riziculture est surtout pratiquée dans sa partie centre à Gihanga, le palmier à huile dans la province de Rumonge et sur quelques terres de l'Imbo-Nord et des Mirwa.

Dans sa partie centre caractérisée par la dominance du système rizicole, on y trouve d'importantes rotations : Riz/Patate douce, Riz/haricot, Riz/Riz, etc. En moyenne altitude, le bananier est associé aux arbres agroforestiers et fruitiers. L'intensification des cultures en dehors des plaines touchées par la maladie est constituée de l'association de banane-fruits, banane, patate-douce, et surtout les cultures industrielles (café) et annuelle(Manioc) en association avec les légumineuses.

La présente étude s'intéresse aux cultures vivrières pratiquées dans cette région, où est située la commune Kabezi. Ces cultures sont le manioc, le haricot, le maïs et la patate douce. Malgré son extension sur deux régions (plaine, Mirwa), sur l'ensemble de la commune, ces cultures sont pratiquement les mêmes.

II.1.4. Théories sur le changement climatique

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

Le changement climatique se définit, selon (GIEC ,2007) comme un changement qui est attribué directement ou indirectement à une activité humaine, qui altère la composition de l'atmosphère mondiale et qui s'ajoute à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables.

II.1.4.1.Variabilité climatique

La variabilité climatique se réfère à la variation naturelle intra et interannuelle du climat, et les changements climatiques quant à eux, désignent un changement du climat attribué directement ou indirectement aux activités humaines, les quelles altèrent la composition de l'atmosphère globale et s'ajoutent à la variabilité climatique naturelle observée sur des périodes de temps comparables (UNFCCC, 1992). Les variabilités et changements climatiques désignent, dans le contexte africain, la modification ou variation significative du climat, qu'elle soit naturelle ou due aux facteurs d'origine anthropique (Niasse M., Afouda A. et Amani A., 2004). Le rapport entre les précipitations annuelles et l'évapotranspiration possible déterminent les zones arides, semi-arides et subhumides.

Au Burundi, les variabilités climatiques s'expliquent par l'existence des régions climatiques différentes, lesquelles sont déterminées par le relief. On distingue ainsi :

- Le climat tropical humide d'altitude dans la zone montagneuse, crête Congo-Nil caractérisé par des précipitations abondantes et des températures moins élevées.
- Le climat tropical sec dans la plaine de l'Imbo et les dépressions (basses terres) caractérisé par des températures élevées et des précipitations faibles
- Le climat tropical humide des plateaux centraux (climat intermédiaire) caractérisé par des températures et des précipitations moyennes.

A l'échelle temporelle, il s'agit de déterminer les écarts des précipitations et des températures, dans la zone d'étude, au cours de deux périodes différentes. L'une de 1990 à 2005 et l'autre de 2006-2021.

II.1.4.2.Vulnérabilité climatique

La Convention cadre des nations Unis pour le changement climatique désigne la vulnérabilité à la susceptibilité d'un système naturel ou humain à être affecté par les effets négatifs du changement, de la variabilité et des extrêmes climatiques. Par conséquent, elle induit toute capacité à anticiper, résister ou s'adapter aux impacts négatifs du climat ou à se remettre de ces impacts (UNFCCC, 1992).

La« vulnérabilité» se rapporte selon (MSP, 2008 : 81) à « une condition résultant de facteurs physiques, sociaux, économiques ou environnementaux, qui prédispose les éléments exposés à la manifestation d'un aléa à subir des préjudices ou des dommages» Il exprime les caractéristiques et les circonstances d'une communauté ou d'un système qui le rendent susceptible de subir les effets d'un danger (UNISDR., 2009 : 32). La littérature sur le management des risques et des catastrophes, utilise la vulnérabilité dans le sens de degré de pertes (0 à 100) résultat d'un phénomène potentiellement néfaste (glossaire UNOCHA)»

L'IPCC (1994), Issa (1995), Ogouwélo(2001) et Rodrigue 2008, recommandent une définition de la vulnérabilité presque exclusivement reliée au changement climatique. «La vulnérabilité est la magnitude ou le degré selon lequel un système naturel ou humain est susceptible d'être détériorée ou de subir des dommages sévères en raison des changements climatiques »

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

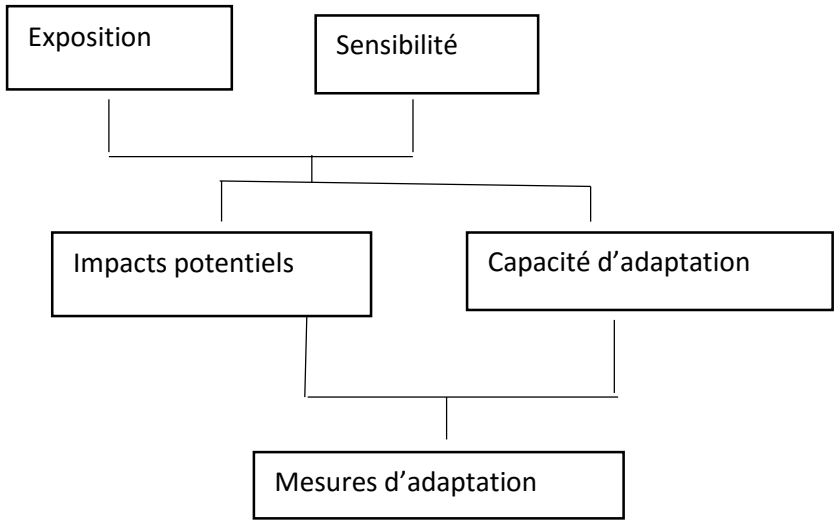
- ✓ La vulnérabilité biophysique qui est focalisée sur les processus écologiques, l'exposition et la susceptibilité à des processus de changements environnementaux. Elle se mesure à l'aide des indicateurs comme: extension de la période de croissance, saison sèche ou pluvieuse, risque d'inondation, etc.
- ✓ La vulnérabilité sociale est focalisée sur les déterminants politiques, socioéconomiques, culturels, institutionnels de la vulnérabilité.

Cette vulnérabilité se mesure avec des indicateurs comme: L'éducation, revenu, pauvreté et autres données comme le capital social, la diversification des moyens d'existence, le foncier. Etc. (IPCC 1994).

La vulnérabilité agricole désigne alors l'influence ou les effets directs ou indirects d'un climat modifié sur la physiologie des cultures, l'environnement cultural, les rendements ainsi que la magnitude de leur auto-ajustement. (MUGISHA, E., 2020).

Selon ces différentes définitions, il ressort qu'il y a une relation entre la vulnérabilité, l'exposition, la sensibilité et l'adaptation.

Schéma1 : Relation entre la vulnérabilité, l'exposition, la sensibilité et l'adaptation.



L'exposition : L'exposition au changement climatique est liée en grande partie à la situation géographique. Les communautés dans les régions semi- arides loin des côtes peuvent être exposées à la sécheresse tandis que les communautés côtières seront plus exposées aux cyclones et aux ouragans, tout, comme les cultures se trouvant dans les marais ou dans le bas fond sont exposées à des inondations, les cultures se trouvant sur la colline sont confrontées à l'érosion ou à la sécheresse.

Sensibilité : La sensibilité est le degré auquel un système ou une communauté est affecté par des stress en lien avec le climat. Une culture comme le café de climat assez tempéré sera plus sensible à une augmentation de la température qu'une espèce nécessitant plus de chaleur comme la banane.

Impact: Selon GIEC,2001 a défini l'impact comme toute modification quantitative, qualitative et fonctionnelle, positive ou négative, subie par tout ou une partie d'un système (cible) à la suite d'un choc ou d'un stress externe(d'origine anthropique, artificielle ou naturelle),et dont la magnétique dépend de la valeur et de la vulnérabilité du système cible.

Adaptation : Elle se réfère à tout ajustement dans les systèmes naturels ou humains pour répondre aux impacts réels ou prévus du changement climatique (IPCC, 2001).On distingue plusieurs types d'adaptation :

- L'adaptation anticipative : prise avant que les impacts initiaux aient lieu

- L'adaptation réactive : conçue et mise en œuvre en réponse aux impacts initiaux .Elle permet de réduire la vulnérabilité à la variabilité et au changement climatiques.
- L'adaptation planifiée (Selon le dernier rapport du GIEC 2007), résultat d'une décision politique délibérée, basée sur une prise de conscience des changements en cours et à venir.

Capacité d'adaptation : La capacité d'adaptation est un ajustement d'un système face au changement climatique afin d'atténuer les effets potentiels, d'exploiter les opportunités, ou de faire face aux conséquences. (GIEC, 2001)

Mesure d'adaptation: L'adaptation au changement climatique désigne les stratégies, initiatives et mesures visant à réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains contre les effets(présents et attendus) des changements climatiques (Glossaire de l'IPCC ,Glossary Working Group III, p. 809)

II.1.4.3. Vulnérabilité des rendements agricoles

La détermination des indicateurs de vulnérabilité des rendements agricoles est faite à partir des paramètres de précipitations et d'évapotranspiration potentielle ou combinant les deux avec des coefficients dérivés empiriques des cultures (Bootsma et *al*, 2005 ; Ogouwalé, 2006 ; Bertrand 2012).Les indicateurs calculées sont l'indice d'humidité et l'indice de stress agro climatique :

L'indice d'humidité(IH) permet de mesurer le rapport de hauteurs des pluies(P) à l'évapotranspiration potentielle(ETP) sur une période déterminée. Son expression mathématique est : $IH = (\Sigma P/\Sigma TP)*100$, Il évalue l'efficacité des précipitations par rapport à la demande climatique. Plus les valeurs sont fiables, plus les périodes sont sèches et moins les cultures se trouvent dans des conditions favorables (Franquin et *al*, 1988).

L'Indice de stress agronomique(IAC) est le rapport du déficit d'évaporation à l'évapotranspiration potentielle(ETP).Il est donné par : $IAC = (\Sigma ETP- \Sigma TR /\Sigma ETP)*100$.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.1.4.4. Causes du changement climatique

Le changement climatique est attribuable à deux causes: L'une d'origine naturelle, l'autre anthropique c'est-à-dire imputable à des activités humaines.

II.1.4.4.1. Nature

Selon la première attribution (origine naturelle).Le réchauffement climatique en cours est un processus lié à la fois à la position de la terre par rapport au soleil et aussi à des phénomènes purement terrestres. Ils s'appuient essentiellement sur la théorie astronomique du climat de Milankovitch. Selon cette théorie, le climat est directement relié à trois phénomènes terrestres : l'excentricité de la terre, son obliquité et la précession des équinoxes.

Les principaux éléments naturels qui influent sur le climat sont :

-L'albédo : il correspond au rapport énergie solaire réfléchie sur énergie solaire incidente.

- Les cycles solaires : l'activité du soleil varie. Cela crée divers phénomènes qui se répètent dans le temps suivant une sorte de périodicité

-Les tâches solaires : elles expliquent les petits changements climatiques ayant une périodicité d'environ 11 ans ;

- La dérive des continents ou déplacements des continents: elle est responsable des modifications ou de la création de nouveaux courants marins qui influencent le climat ;

-Les concentrations de gaz à effets de serre : l'effet de serre est un phénomène naturel et non humain. Les gaz à effet de serre (GES), peuvent donc se concentrer naturellement dans l'atmosphère.http://www.linternaute.com/science/environnement/dossiers/07/rechauffement/1.shtml

II.1.4.4.2. Activités Anthropiques

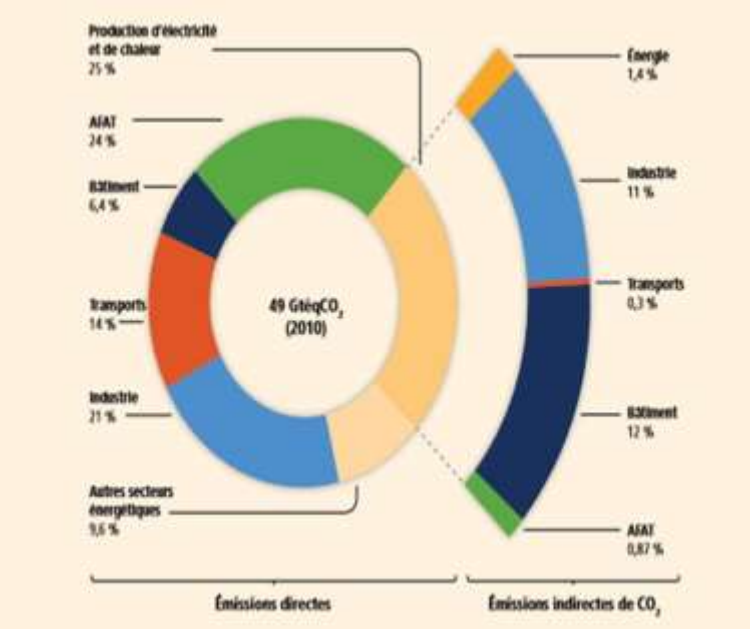
Selon GIEC (2007), les causes du réchauffement climatique sont attribuables à 90% aux activités humaines, et en particulier à la production massive de gaz à effets de serre. Le principal GES (le dioxyde de carbone ou CO2), qui représente près de 70 % des GES est d'origine humaine. Six milliards de tonnes proviennent de la combustion des énergies fossiles ; 1,6 milliards proviennent de la déforestation dans les dans les pays du sud. Les activités agricoles participent aussi à l'effet de serre par émission du méthane (CH4), qui est le second GES le plus important.

D'un côté, les activités agricoles sont responsables d'environ 30 % des émissions totales de gaz à effet de serre, principalement en raison de l'utilisation d'engrais chimiques, de pesticides et de déchets d'origine animale. De l'autre côté, ces gaz à effet de serre comprennent de l'oxyde nitreux (N_2O), du dioxyde de carbone (CO2) et du méthane (CH4), qui contribuent tous aux changements climatiques et au réchauffement de la planète, et ont donc une forte incidence sur la

durabilité des systèmes de production agricole. L'agriculture contribuerait pour 75% des émissions en N_2O Par la transformation des produits azotés dans le sol, et 70% des émissions de CH_4 dont la production est liée aux phénomènes anaérobiques de la fermentation des matières végétales notamment les rizières et lors du transit digestif des ruminants.

Schéma 2 : Répartition des émissions anthropiques de GES

Répartition de l'ensemble des émissions anthropiques de GES (GtéqCO2/an) entre les secteurs économiques.



Source : GIEC, Changement Climatique, 2014.p9

La couronne montre les parts (en pourcentage des émissions anthropiques totales de GES) des émissions directes de GES attribuées en 2010 à cinq secteurs économiques. L'arc agrandi sur la droite indique la répartition des émissions indirectes de CO2 découlant de la production d'électricité et de chaleur entre les secteurs qui consomment l'énergie finale. Les émissions directes issues de l'AFAT (Agriculture Foresterie et autres affectations de terre) sont de 24%, ses émissions indirectes représentent 0.87%.

II.1.4.5. Conséquences du changement climatique

Le changement climatique modifie l'équilibre thermique de la Terre et a de nombreuses conséquences sur l'homme et l'environnement.

Selon le sixième rapport du GIEC (GIEC, 2021), les changements largement répandus et rapides se sont manifestés dans l'atmosphère, l'océan, la cryosphère et la biosphère».

Au niveau environnemental, le réchauffement climatique potentiel entraînera des actions brusques et irréversibles à savoir :

- La hausse du niveau de la mer et des océans due essentiellement à leur réchauffement et aux apports des eaux issues de la fonte des glaces avec un risque accrue d'inondations côtières et d'érosion(en raison des tempêtes
- La hausse des concentrations de CO2 dans les océans qui provoquera leur acidification en raison des concentrations élevées de HCO3.
- L'apparition des précipitations exceptionnelles, avec deux tendances opposées : l'augmentation dans les régions à forte altitude et la diminution dans les régions à faible altitude (les régions subtropicales)
- La pollution accrue de l'atmosphère due à l'érosion hydrique et éolienne
- Changement du mode d'affectation des sols : déforestation, barrage, urbanisation, surexploitation des ressources naturelles.
- Pollution atmosphérique
- Apparition accrue des évènements extrêmes : Inondations, sécheresse, insectes acidification des océans.
- Disparition progressive des espèces animales et végétales de 40 à 70 %, selon le 4ème rapport du GIEC.

Sur l'homme,

Les conséquences prévues dans le cadre du GIEC ,6ème rapport, sont les suivantes :

- Une baisse des rendements agricoles et l'augmentation des crises alimentaires surtout dans les pays en voie de développement.
- Des crises de l'eau dans les régions sèches
- L'utilisation exceptionnelle des combustibles (forte consommation d'énergie pour la climatisation).
- Augmentation des phénomènes extrêmes tels que les inondations, la sécheresse, et les érosions (éolienne et hydrique)
- Augmentation des périodes d'aridité et de sécheresse

Sur l'agriculture et la sécurité alimentaire,

Le changement climatique amène de nouvelles conditions, qui rendent certaines zones actuelles peu à peu inexploitables pour l'agriculture. Les modèles climatiques montrent de manière constante que les phénomènes extrêmes de précipitations deviendront plus fréquents dans les nombreuses zones et les risques de sécheresses seront plus importants dans les régions continentales en été. Des régions exposées à la sécheresse risquent de connaitre des périodes sèches plus longues et plus rigoureuses, l'humidité des sols sera affectée par l'évolution du régime de précipitations, (Anonyme, 2001, cité par AIT Bennour, 2017).

D'après le GIEC, 8 % des terres agricoles actuelles deviendront climatiquement inadaptées à la fin du siècle (2100), et jusqu'à 30% selon le scénario le plus pessimiste et les rendements des principales cultures telles que le maïs, le soja, le riz et le blé sont déjà impactés.

Le changement climatique amènerait d'autres conséquences notamment : Les floraisons précoces des arbres fruitiers le développement de certaines maladies touchant les végétaux ou les animaux, ou encore la prolifération d'insectes nuisibles.

Les résultats de l'analyse d'un modèle agricole global suggèrent que l'agriculture et le bien-être de l'humanité seront négativement affectés par le changement climatique d'ici 2050.

Dans les pays en développement, dépendant des ressources naturelles et agricoles, le changement climatique provoquera une baisse de la production des cultures les plus importantes et amplifiera la hausse des prix des principaux produits agricoles : riz, blé, maïs et soja.

- La montée accélérée du prix du fourrage qui entrainera une augmentation des prix de la viande et conséquemment un léger ralentissement de la croissance de la consommation de viande, et une accélération substantielle de la diminution de la consommation de céréales.
- La disponibilité en calories sera non seulement inférieure à celle d'un scénario sans changement climatique: en fait elle sera inférieure aux niveaux de l'an 2000 dans l'ensemble du monde en développement
- La baisse de la disponibilité en calories augmentera la malnutrition infantile de 20 % par rapport à un scénario sans changement climatique. De plus, le changement climatique éliminerait une grande partie des gains qui auraient pu être réalisés en matière de malnutrition infantile en l'absence de changement climatique.

II.1.4.6. Caractérisation climatique au Burundi

Le Burundi, comme d'autres pays est touché par le changement climatique. La répartition des grands ensembles du relief reflète de celle de la diversité climatique qui se manifeste à travers la répartition inégale des précipitations dans le temps et dans l'espace .La quantité de précipitation augmente avec l'altitude, et varie entre 1618,7 et 768,5 mm .Les régions les plus élevées connaissent les températures les plus froides que les basses terres. Cette répartition explique les particularités d'affectation des écosystèmes par des évènements météorologiques extrêmes lies au changement climatique.

Les zones basses de plaine de l'Imbo et de la Ruzizi à l'ouest et au nord Est reçoivent des précipitations les plus faibles avec des moyennes de 773,52 mm/an, cette région est plus sensible à la sécheresse. Les précipitations pour les zones de moyenne attitudes sont respectivement de 789,62 mm ; 837,6mm et 914,35 mm pour Musasa, Kirundo et Gitega. Les zones de hautes terres du bassin versant du bassin du Congo- Nil reçoivent des précipitations de plus de 1350 mm/an.

Quant aux températures, le Burundi présente également des variations thermiques selon les zones géographiques. Les régions les plus basses connaissent en moyennes des températures les plus chaudes que les hautes terres. Les températures sont respectivement de 30,35 et 18,55^{0}C pour la plaine de l'Imbo et celui de la Ruzizi. Les températures les plus froides varient entre 20,92 et 11,66 ^{0}C dans les régions de hautes altitudes.

II.1.5. Adaptation de l'agriculture au changement climatique

L'adaptation de l'agriculture devient aussi importante, autant que les effets du changement climatique ont été démontrés. De nombreuses options d'adaptations sont offertes à cet effet. La majorité d'options concerne les ressources hydriques, le secteur transversal de l'activité économique et véritable clé de voute de performances de l'agriculture.

D'autres options concernent directement le secteur agricole et ses pratiques, avec notamment la refonte du calendrier agricole traditionnel par l'optimisation des dates de semis en fonction de l'évolution du climat , la reconversion et le repositionnement des cultures selon l'évolution du climat, l'adoption des méthodes de production propres à préserver les ressources naturelles et l'environnement notamment les pratiques qui permettent de réduire les émissions de GES ou de séquestrer le carbone atmosphérique (atténuation) tout en diminuant la vulnérabilité aux effets des changements climatiques.

A cet effet, les pratiques agricoles qui favorisent l'augmentation de la teneur en matière organique des sols sont bénéfiques autant pour l'atténuation des GES par séquestration du carbone dans le sol, que pour l'adaptation aux changements climatiques (meilleure infiltration de l'eau lors d'épisodes de pluies intenses) (Janowiak et al., 2016; Blondot, 2018).

Dans le cadre de l'agriculture Burundaise, des mesures d'atténuation ainsi prises consistent à la réduction des émissions de CH4 (émissions dues au processus de fermentation entérique chez les ruminants d'une part et de la riziculture d'autre part), la capture de CH4 grâce à une meilleure gestion du fumier, la réduction des émissions d'Azote. (MINEAGRIE & OBPE,2022).

II.2. Revue empirique

Dans cette partie nous allons développer les différents travaux faits sur le changement climatique, ses conséquences sur l'agriculture ainsi que les stratégies développées par les agriculteurs pour s'y adapter. De nombreuses études ont mis en exergue les perceptions du changement climatique par les populations locales.

Dans les régions côtières du Bangladesh, les agriculteurs perçoivent le changement climatique à travers la récession pluviométrique, des hausses de températures, des sécheresses, des inondations et des cyclones plus fréquents depuis les 30 dernières années (Uddin et *al*. 2017). Au Burkina Faso, les études montrent que les populations locales perçoivent le changement climatique à travers la baisse et les irrégularités pluviométriques, le démarrage tardif de la saison des pluies, l'arrêt précoce des pluies et la fréquence plus élevée des poches de sécheresse (Sarr et *al*. 2015 ; Nielsen et Reenberg, 2010 ; Ouédraogo et *al*, 2010 ; West et *al*. 2008).

Au Kenya, les agriculteurs constatent également la variabilité climatique à travers l'augmentation des températures moyennes, la réduction pluviométrique, le démarrage tardif de la saison des pluies, des périodes de sécheresse ou des séquences sèches plus longues. (Bryan et *al*. 2013), tarissement précoce des retenues d'eau, et la dégradation du couvert végétal sont imputables aux effets néfastes des changements climatiques (Bambara et *al*. ,2013) et aux fortes pressions anthropiques.

Ces manifestations ne sont sans effets .Certaines études ont mis en exergue les impacts réels du changement climatiques sur la production agricole d'autres encore montrent les conséquences potentiels du changement climatique sur l'environnement et la productivité des systèmes de culture**.**

Les études réalisées par Moron(1993) et Morel et *al*(2008) montrent que les précipitations ont diminué de façon relativement brutale vers 1970, entrainant ainsi une baisse de la production. Sarr et salack (2007) montrent que les rendements de cultures vivrières (Mil, sorgho, maïs) ont baissé de plus de 60% à cause des variations pluviométriques.

Les conséquences potentiels du dérèglement climatique ont été répertoriées dans la thèse de Bertrand Dukpolo, défendu en 2014 sur changement climatiques et productions dans l'ouest de la République Centre Africaine.

Il montre que les effets attendus du changement climatique seront les modifications la durée des saisons de cultures, la perturbation des cycles biologiques des cultures et autres microorganismes utiles à l'environnement, des stress hydriques et thermiques plus intenses sur des périodes plus longues. Ce dysfonctionnement des saisons agricoles aura une grande influence sur la capacité des agriculteurs à planifier leurs activités.

Les cinq risques climatiques majeurs sont perçus par les producteurs, notamment : le retard dans le démarrage des pluies, des poches de sécheresses, de la mauvaise répartition spationo-temporelle des pluies des vents violents et des fortes chaleurs. Les conséquences de ces risques sont notamment : l'assèchement des cours d'eau, les inondations soudaines et l'augmentation du niveau d'attaque des plantes, l'augmentation des maladies, virales, la baisse des revenus et de la disponibilité alimentaire (à cause du baisse de la production) (PNUD, 2008).

Pour faire face aux conséquences néfastes du changement climatique, les paysans ont adopté des stratégies d'adaptation tant endogènes qu'exogènes. Beaucoup de ces stratégies sont répertoriés dans de nombreuses études. Les travaux recensés sur les stratégies d'adaptation indiquent que l'utilisation des semences résistantes à la sècheresse associée à l'agroforesterie, le décalage des dates de semis et l'irrigation (Abid et *al.* , 2015 ; Sarr et *al*., 2015 ; Ofuoku, 2011), la gestion efficiente de l'eau et des fertilisants (Bagula et *al*., 2013) ainsi que la diversification des cultures sont parmi les options d'adaptation privilégiées (Torquebiau, 2017 ; Makate et *al*., 2016 ; Bele et *al.*, 2014) .

Néanmoins, les stratégies adoptées varient d'un système de production à l'autre, des opportunités, des facteurs socio-économiques ainsi que de la perception des agriculteurs du changement climatique (Asayehegn et *al*. 2017; Abid et *al*. 2015 ; Ofuoku, 2011).

Dans une étude faite par Balasha et *al*, 2021 ,sur Perceptions et stratégies d'adaptation aux incertitudes climatiques par les exploitants agricoles des zones marécageuses au Sud-Kivu, l'utilisation du paillage du sol(95 %), est la stratégie courante pour limiter l'émergence des mauvaises herbes et l'évaporation d'eau pendant la saison sèche et protéger les légumes des fortes chaleurs ainsi que des boues pendant l'arrosage ou la pluie.

Les méthodes utilisées par les producteurs pour s'adapter aux changements climatiques dans le bassin du Nil en Ethiopie sont entre autres, l'utilisation de différentes variétés de cultures, les plantations d'arbres, la conservation des sols, les plantations tardives et précoces et les systèmes d'irrigation (Temesgen et *al*., 2008).En Ethiopie, 90% des agriculteurs de céréales interrogés dans la vallée du Grand Rift, et 96% de ceux de la vallée de Kobo adoptent de nouvelles variétés ou de nouvelles cultures comme stratégie principale face au réchauffement du climat.(Kessie, B. T.,2013).

Pour l' enquête réalisée au Mexique auprès de 291planteurs de café, 75% affirment par exemple avoir eu recours à des variétés différentes, ou avoir adopté de nouvelles cultures pour faire face à leurs perceptions du changement climatique (Shinbrot .X. A.et *al*,.2019).Au Sud-Kivu, la pratique de diversification des cultures telles que les associations bananiers -haricots-maïs-maniocs, bananiers-taros est une pratique ancrée dans les habitudes agricoles de Bashi (Ntamwira et *al*., 2014 ; Civava et *al*., 2013 ; Cox, 2011).

L'étude réalisée par Penda et al , 2020 , sur perceptions paysannes des impacts du changement climatique sur les ressources et les systèmes de production: cas du cercle de Yélimané au Mali, montre que les stratégies d'adaptation développées par les communautés face aux risques climatiques sont le développement des cultures de décrue , l'introduction de variétés précoces aux origines diverses, le développement du maraîchage , le billonnage pour réduire les ruissellements, la confection de diguettes pour retenir l'eau et le drainage des petits points d'eau sur les champs.

Ouédraogo et *al.,* 2010 ; Woodfine, 2009 ; Clot, 2008 ; USAID, 2014, dans les études réalisées sur les stratégies d'adaptation au changement climatique au Sahel montrent que la gestion de l'eau et de la terre, la lutte contre les nuisibles des cultures, l'utilisation des intrants, l'adoption de nouvelles variétés et de nouvelles techniques de production font partie des stratégies d'adaptation.

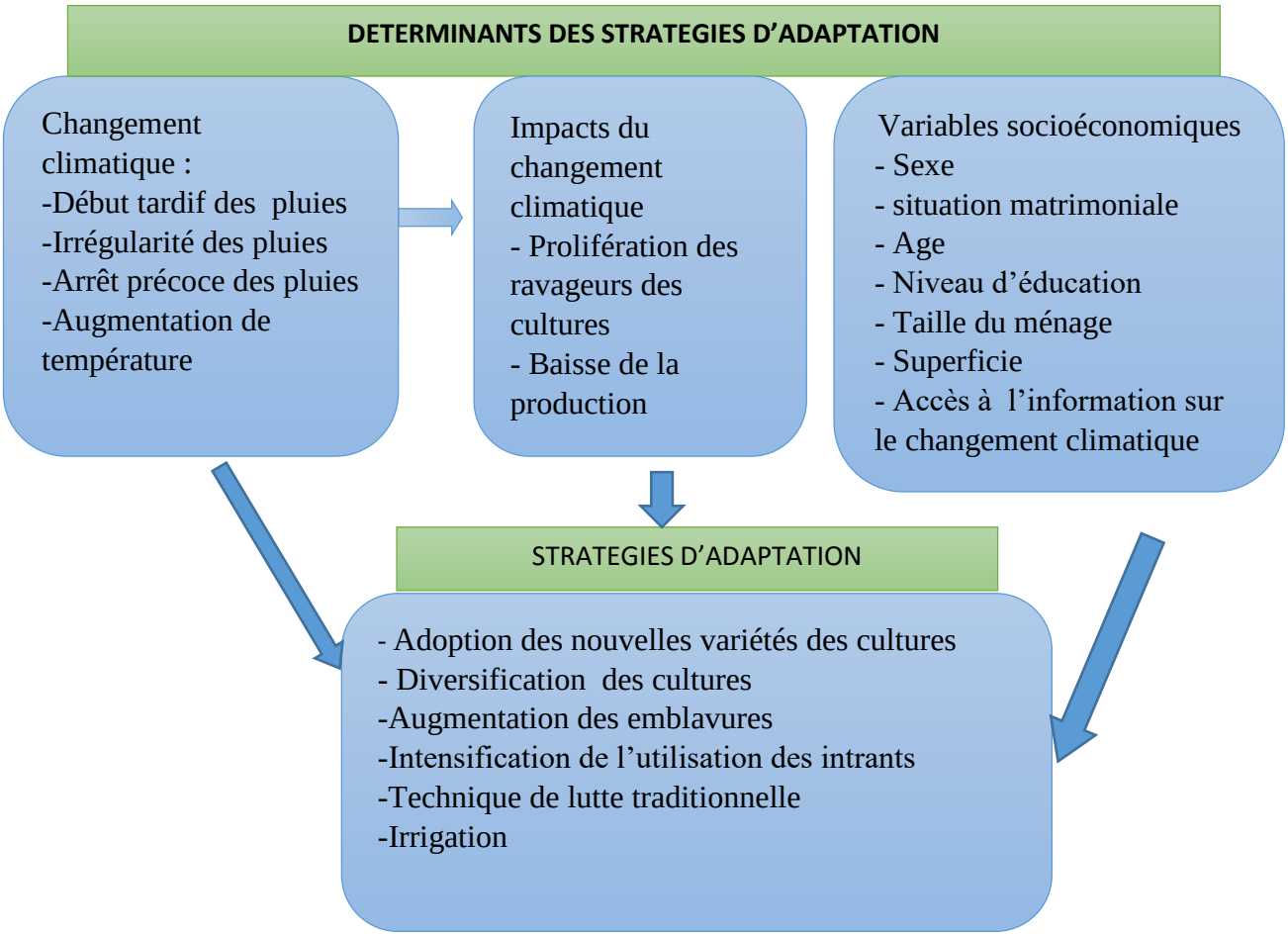
Au Pakistan, une étude auprès de 600 agriculteurs de 4 régions différentes place à nouveau le changement de variété ou de culture en tête des choix réalisés pour contrer les effets climatiques perçus (respectivement 88 et 81% des personnes interrogées (Fahad, S. et Wang, J., 2018).

L'étude menée au Burundi, sur l'analyse des impacts du changement sur la production agricole dans la plaine de l'Imbo (cas des principaux systèmes de cultures de Gihanga), constate une adaptation des systèmes de cultures par les agriculteurs. Parmi les stratégies développées par les agriculteurs figurent : L'intensification de l'utilisation des intrants, la pratique des cultures à cycle court, l'augmentation des emblavures et semis échelonnés (75% des enquêtées), l'association des cultures, adoption des nouvelles variétés de cultures (30%), forment des stratégies endogènes .Les stratégies exogènes développées sont la diversification des activités génératrices de revenu et la pratique d'irrigation.

II. 3. Cadre conceptuel de l'adaptation des systèmes des cultures au changement climatique

Les éléments nécessaires à la construction d'un cadre conceptuel faisant objet de notre sujet d'étude ont été développés. Les uns portent les déterminants des stratégies d'adaptation adoptées par les agriculteurs (variables de perception du changement climatique et de ses indicateurs d'impacts, et des caractéristiques sociodémographiques des ménages), les autres portent sur les options d'adaptation développées par les agriculteurs pour y faire face.

Schéma 3 : Cadre conceptuel



Source : Auteur

CHAP III : METHODOLOGIE DE RECHECHE

A travers ce chapitre nous allons décrire d'une part le lieu d'étude et d'autre part les différents outils analytiques utilisés pour l'acheminement de ce travail .La description des outils analytiques portent sur l'étude elle-même et sur l'ensemble des données. De façon détaillée, cette étude décrit les méthodes et les outils de collecte de données, le cadre théorique et les variables prises en compte.

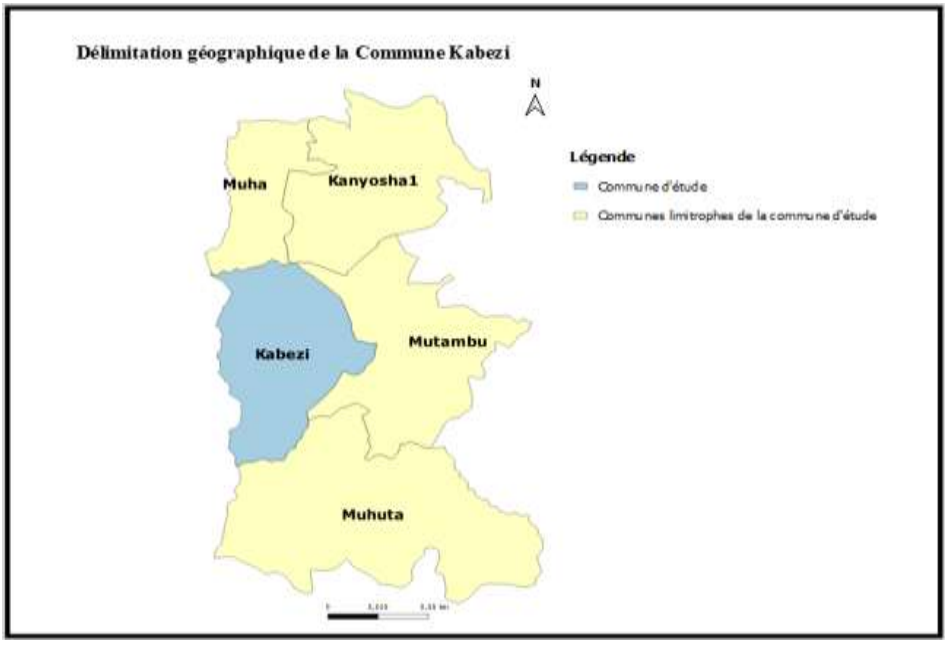
III.1. Description de la Commune Kabezi

III.1.1. Situation géographique

Kabezi est une des neuf communes de Bujumbura rural. Sa superficie est de 160 km². Elle est située à l'ouest de la dite province et est délimitée par la commune urbaine de Muha au nord et Kanyosha au Nord-Est par intermédiaire de la rivière Mugere, commune Mutambu à l'est, commune Muhuta de la province Rumonge au sud par intermédiaire de la rivière Karonke, le lac Tanganyika à l'Ouest. Elle connait deux régions naturelles, à savoir les Mirwa et Imbo.

Géographiquement, elle est située à -3.53936 de latitude nord et 29.35988 de longitude Est

Carte : Délimitation géographique de la commune Kabezi



Source : A partir des données géographiques de l'IGEBU

III.1.2. Découpage administratif

La commune Kabezi est subdivisée en trois zones et 12 collines administratives à savoir la zone Migera, située au sud, avec 4 collines dont :Migera,Kabezi,Masama et Mwaza ; Zone Ramba située au nord avec 4 collines : Ramba, Gakungwe, Kiremba et Mena ; et zone Mubone, située à l'est avec les collines : Mubone,Rugembe,Kimina et Gitenga

III.1.3. Relief

La commune Kabezi est située à l'ouest du lac Tanganyika. Elle est caractérisée par un relief de plaine(Imbo) avec des pentes très faibles, elle jouit également du relief de mumirwa. L'Imbo constitue sa partie principale. L'altitude moyenne est comprise entre 775 et 1100 m dans l'Imbo et la topographie est plane tandis que dans le Mirwa, elle est comprise entre 1100 – 2000m avec des pentes très fortes variant de 40 à 70 %. La pluviométrie varie également avec l'altitude. La quantité de précipitations varie de 800 à 1900 m dans ces deux ensembles du relief. Cette diversification de relief détermine celle de la composition des sols. Les terres basses (A proximité du lac Tanganyika) sont constituées du sable, et d'argile (les marais). Les sols des hautes terres sont en générales graviollonaires.

Les risques climatiques associés à cette répartition du relief sont en effet différentes. La zone basse (partie plaine) est confrontée à la perte de la production agricole due notamment aux inondations. La chute de la production agricole dans la zone de Mumirwa est la conséquence des fortes érosions provoquées par des fortes pluies. Sur l'ensemble du territoire, une longue sécheresse entraîne par ailleurs, une diminution des ressources en eau, et se traduit quelquefois par la disparition des cultures si celle survient au cours de la saison pluvieuse.

III.1.3.1.Végétation

La plus grande superficie est dominée par des cultures pérennes comme le bananier et le caféier ; les cultures saisonnières comme le manioc, le haricot, la tomate, le maïs ; les cultures maraichères et fruitières comme les mandariniers et les orangers. Le manioc constitue la base des cultures pratiquées par la plus grande partie de la population. Elle est présente en association avec d'autres cultures. La culture du riz est moins dominante et occupe des espaces situées près du lac Tanganyika profitant ainsi des eaux des rivières Mugere et Karonke, obtenue par drainage. Dans la région de Mirwa, on y trouve également quelques espaces boisés:

La commune dispose d'un boisement communal situé sur la colline Gakungwe, lequel est constitué des eucalyptus et des pinus ; et d'un boisement domanial constitué d'eucalyptus, grevilea et pinus.Le paysage de la commune est fortement accidenté

III.1.3.2. Ressources hydriques

La commune renferme de nombreuses ressources hydriques. Elles sont constituées par des rivières et des cours d'eau qui se jettent dans le lac Tanganyika, à savoir la rivière Mugere, Karonke. Ces deux premières sont utilisées d'une dans l'irrigation des champs de la culture du riz (récemment pratiquée dans la région) mais également les cultures fruitières associées à certaines cultures vivrières comme le manioc et la patate douce.

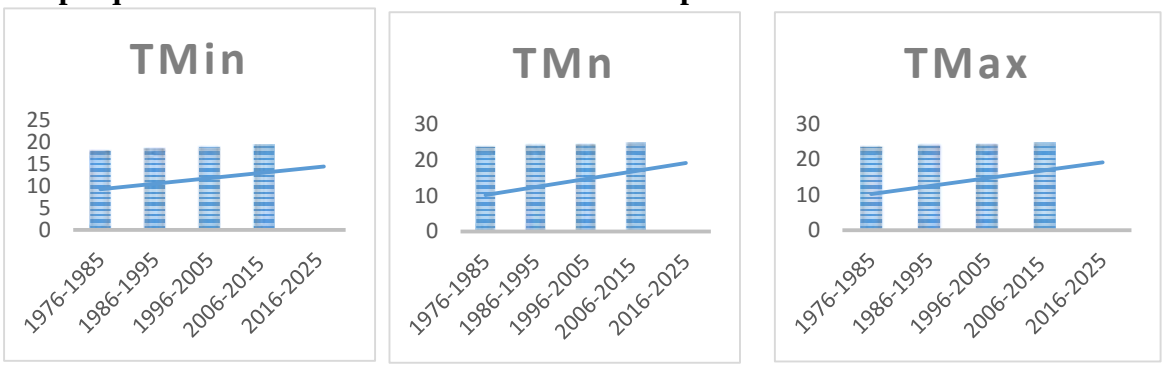
III.1.4. Climat

La commune Kabezi est située dans la plaine de l'Imbo, et connaît un climat tropical sec. La commune connait des variations climatiques liées au perturbations de la circulation des masses d'airs chaudes et sèches par subsistance de l'air sur les versants ouest de la crête Congo-Nil et soumise aux flux d'air plus humide) ainsi que l'effet des brises diurnes et nocturnes liées au lac Tanganyika. Cette subsistance de l'air se traduit par des chaleurs plus importante le jour et une ascendance des masses d'air sur le lac pendant la nuit avec pour conséquences des pluies de convergence thermique.

III.1.4.1. Température

Les températures moyennes maximales varient autour de 23 °C dans sa partie de l'Imbo, et les températures moyennes minimales varient autour de 18°C dans les zones des hauteurs (Mirwa). Les moyennes mensuelles des températures maximales sont les plus élevées en fin de saison sèche (Septembre-Octobre) alors que les moyennes mensuelles des températures minimales sont les plus faibles pendant la saison sèche (juin- septembre). A l'échelle intrannuelle, l'analyse de l'évolution de la température moyenne, maximale et minimale décennale dans la zone d'étude montre une augmentation progressive des températures au cours de ces dernières années. Le réchauffement climatique était apparu au cours de la période (1996-2005), le record de la moyenne maximale des températures enregistrée était de 30,2°C.La moyenne de la température minimale record était enregistrée pendant la décennie 2006-2015 à 19,4 °C. La courbe de tendance montre une progression à la hausse des températures au cours de la décennie 2016-2025.

Graphique 1 : Evolution intradécennale de la température en commune Kabezi

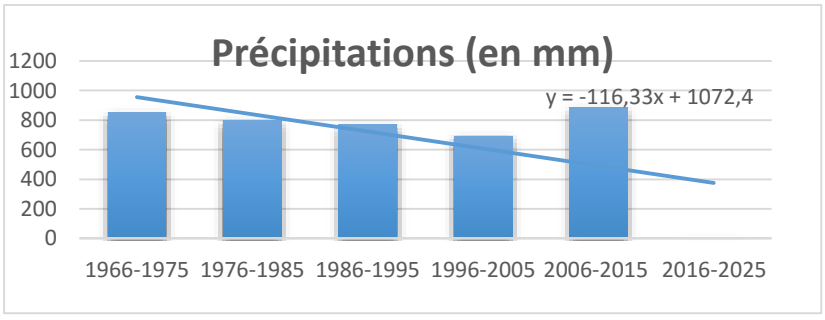


Source : Auteur à partir des données de l'OBPE in IGEBU

III.1.4.2. Précipitations

Cette région connait des variabilités pluviométriques liée à son relief. La moyenne annuelle des précipitations est comprise entre 800-1100m dans sa partie de plaine alors qu'elle varie entre 1100 – 1900mm dans sa partie de Mumirwa. Par ailleurs, sur l'ensemble du territoire (commune), les changements climatiques continuent à modifier le niveau de pluviométrie au cours du temps. Ainsi, l'analyse décennale de l'évolution des précipitations dans cette zone montre une diminution progressive des précipitations en hauteurs et en nombre annuel de jours des précipitations au cours de ces dernières décennies .La hauteur pluviométrique est passée de 851.9 mm pour la période de 1966-1975 à 706.9mm pour la période de 2006- 2015 La moyenne décennale du nombre de jours moyen de précipitation est passée de 158 jours pour la période 1966-1975 à 133 jours pour la période 2006-2015.La courbe de tendance pour la décennie en cours montre une progression négative. Ce qui témoigne d'une diminution progressive des hauteurs pluviométriques et du nombre de jours de jours de pluie. Les conséquences potentielles de cette diminution est la baisse des rendements des cultures.

Graphique 2 : Variation décennale des précipitations en commune Kabezi



Source : Auteur à partir des données de l'OBPE in IGEBU

III.1.5. Population

Elle compte une population de 76736 habitants répartie inégalement sur une superficie 160 km². (RGHP, 2008)**.** La densité moyenne est de 320hab/ km².

Tableau 1 : **Situation démographique de la commune Kabezi**

Colline	**Nombre de ménages**	**Population masculin**	**Population féminin**
Masama	1273	2999	3255
Gakungwe	1862	2141	2791
Gitenga	764	2195	2383
Kabezi	1986	5151	5930
Kimina	1138	423	2906
Kiremba	792	2353	2644
Mena	1338	2689	2704
Migera	1941	6490	6712
Mubone	1990	4859	4911
Mwaza	591	1162	1217
Ramba	1006	1780	2234
Rugembe	1494	2786	3323
Total	**15875**	**37028**	**39708**

Source : Service d'état civil de la commune Kabezi

Avec un taux d'accroissement naturel annuel de 2.4, la commune compterait actuellement 106938 personnes. Cette population tend à augmenter au fur des années. Les conséquences de cette progression démographique en effet double les impacts néfastes des changements climatiques à savoir:

- La dégradation des sols cultivables accélérés par les excès ou les déficits pluviométriques.

- De très hauts risques d'érosion dans le contexte actuel du changement climatique

- La multiplication des conflits fonciers

- La dégradation des écosystèmes naturels et sa défaillance dans la régulation du climat local

- Le refuge vers les infrastructures privées et communautaires.

III.2. Population cible

Notre étude porte sur les exploitants agricoles de la commune Kabezi. Les critères de sélection et le nombre d'exploitants agricoles faisant partie de notre échantillon sont identifiés en dessous.

III.3.Technique d'échantillonnage

Le choix d'une méthode d'échantillonnage est souvent dicté par deux facteurs principaux à savoir: les objectifs visés et les moyens dont on dispose. Faute d'une base de sondage des acteurs, nous avons opté pour la méthode d'échantillonnage de référence « boule de neige ». Par cette méthode l'échantillon représentatif a été constitué à partir du nombre d'exploitants agricoles recommandés par les personnes déjà enquêtées. De plus, les différentes personnes enquêtées de la Commune Kabezi, ont été sélectionnés sur base d'un échantillonnage aléatoire à choix raisonnée en tenant compte de l'âge réel et du nombre d'années vécu dans la région. Sur base du premier critère, les exploitants de l'âge réel est inférieur à 50 ans, ont été exclus. Par le deuxième critère, sont inclus les exploitants dont le nombre d'années vécu dans la région excèdent 30 ans.

La taille de l'échantillon a été déterminée sans faire intervenir la population d'étude (Benoit, 2002). La formule utilisée est la suivante :

$$n = \frac{z^2 \pi.(1-\pi)}{\varepsilon^2}$$

n : La taille de l'échantillon voulue, il varie en fonction de la précision voulue par le chercheur.

« Z » est le coefficient de fiabilité, pris dans la table statistique de la loi normale en fonction de l'intervalle de confiance choisi par le chercheur.

A l'intervalle de confiance de 95%, la valeur de Z est de 1,96 avec une probabilité,

«π» est la probabilité soit 0,5

« Ɛ » est la précision, elle est égale à 10% (0 ,1)

A l'aide de cette formule, la taille de l'échantillon a été déterminée :

$$n = \frac{1{,}96^2.0{,}5(1-0{,}5)}{0{,}1^2} = 96{,}04$$

Nous avons donc retenu 96 enquêtés. La répartition de l'échantillon a suivi le critère du découpage administratif .La commune, compte 3 zones administratives et 12 collines de recensement. Nous avons donc enquêtés 8 exploitants agricoles par colline de recensement.

III.4. Elaboration du modèle

Cette partie porte sur le modèle emprunté dans l'évaluation des facteurs déterminants des stratégies d'adaptation mais également sur la spécification du modèle dans l'intérêt du présent travail de recherche.

III.4.1. Modèle de régression logistique

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. Les variables à incorporer dans le modèle, sont les caractéristiques sociodémographiques et les variables de perceptions des indicateurs du changement climatique.

En ce qui est des variables socioéconomiques, nous allons évaluer l'effet du sexe du chef de ménage, de l'âge du chef de ménage, de la situation matrimoniale du chef de ménage, de la superficie, de la taille du ménage. En ce qui concerne les variables de perceptions des indicateurs du changement climatique, nous allons analyser les facteurs relatifs au changement climatique tels que : la perception du changement climatique: irrégularité pluviométrique, début tardif des pluies, départ précoce des pluies, ainsi que les indicateurs d'impacts tels que : l'apparition des ravageurs des cultures, et la baisse de la production.

Considérant toutes ces variables, le modèle de régression linéaire à variable dépendante a été utilisé. Les résultats que nous allons obtenir en utilisant ce modèle seront évalués selon les règles statistiques tels que : la significativité des paramètres estimés, le coefficient de détermination la normalité ; et économétrique.

Soit Yi une variable qu'on cherche à expliquer par Xi 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 la stratégie d'adaptation développés par un exploitant agricole en tenant compte des facteurs qui l'influencent.

Le modèle de logit se présente généralement comme suit :

$$LogitY_i = \ln\left(\frac{Y_i}{1-Y_i}\right) = A_0 + X_i\beta + \varepsilon_i \ldots\ldots\ldots(1)$$

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 :

Adaptation =f (sexe, âge, niveau d'éducation, situation matrimoniale, taille du ménage, superficie, perception du début tardif des pluies, perception de l'irrégularité des pluies, départ précoce des pluies ; perception de la prolifération des ravageurs des cultures, baisse de la production **;** accès à l'information sur le changement climatique.

III.4.2. Spécification du modèle

Pratiquement la méthode de la régression logistique est très similaire de celle de la régression linéaire. La régression linéaire permet de caractériser les liens entre une variable à expliquer (Y) quantitative et des variables explicatives(X_1, X2,….X_n). La régression logistique binaire a été utilisée pour déterminer les facteurs déterminants dans le choix des stratégies d'adaptation au changement climatique. Le choix des variables explicatives a été dicté par la littérature empirique. En effet l'adaptation au changement climatique est influencée par les caractéristiques socio-économiques des ménages (Barry, 2016 ; Opiyo et *al*. 2016 ; Sale et *al*. 2014), les variables de perception (baisse, irrégularité, début tardif et arrêt précoce des pluies) (Ouédraogo et *al*., 2010 Kabore, P. N., 2019) et par l'environnement physique et institutionnel des paysans (GIEC ,2007) .

Le modèle spécifique utilisé pour tester la troisième hypothèse se présente de la façon suivante :

Logit(Adopt$_i$)= $\ln\left(\frac{Adapt_i}{1-Adapt}\right) = A_0 + \beta_1 sex_i + \beta_2 ag_i + \beta_3 educ_i +$

$\beta_4 situatmatr_i$ ++$\beta_5 tailmenage_i + \beta_6 debutardpluie_i +$

$\beta_7 irregularpluie_i$+$\beta_8 departprecpluie_i$+$\beta_9 prctapparitravag_i$+$\beta_{10} baisseproduct_i +$

$\beta_{11} superfespcultiv_i + \beta_{12} infochangclim_i$+$\varepsilon_i$

Adopt$_i$ représente une variable dépendante dichotomique qui prend la valeur 1 si l'exploitant agricole adopte une stratégie d'adaptation au changement climatique et la valeur 0 s'il n'en adopte pas.

-Sex_i : Sexe du chef du ménage, Prend la valeur 1 si le producteur est de sexe masculin et 0 sinon

- ag_i: est le nombre d'années du chef de ménage est une variable continue

-$educ_i$: Niveau d'éducation du chef de ménage : 1, si le producteur est au moins alphabétisé et 0 sinon

- $situatmatr_i$: Situation matrimonial du chef du ménage, prend c'est une variable qui prend 1, si le producteur agricole est marié et 0, si non

- $tailmenage_i$: Nombre de personnes en charge dans le ménage

-$debutardpluie_i$: Début tardif des pluies prend 1, si l'exploitant agricole perçoit le début tardif des pluies et 0, si non.

- $Superfespcultiv_i$: La superficie des espaces cultivables, est une variable continue

- $irregularpluie_i$: Irrégularité des pluies au cours de la saison culturale, la variable $irregularpluie$ prend 1, si l'exploitant agricole perçoit l'irrégularité des pluies, 0 si non

-$departprecpluie_i$: Départ précoce de la pluie au cours de la saison culturale. La variable, $deprtprecplue_i$ prend 1, si l'exploitant agricole perçoit le départ précoce des pluies, 0 si non.

-$Prolifravag_i$: La prolifération des ravageurs : 1, si l'exploitant perçoit l'apparition de ravageurs, 0, si non

- $baisseproduct_i$: est la baisse de production, est une variable continue

-$infochangclim_i$: si l'exploitant accède à l'information sur le changement climatique $Infochangclim_i$ prend 1, et 0 dans le cas contraire.

Ainsi, six pratiques d'adaptation ont été modélisées. Il s'agit de : Adoption des nouvelles variétés des cultures, augmentation des emblavures, diversification des cultures, intensification de l'utilisation des intrantrs,technique de lutte traditionnelle ainsi que l'irrigation

III.5. Source des données

Cette étude exploite à la fois des données primaires et des données secondaires. Les données primaires proviennent des informations collectées auprès des exploitants agricoles et données secondaires proviennent d'une documentation dans divers sources tels que les ouvrages et internet.

Les données primaires ainsi collectées portent sur les perceptions paysannes des indicateurs du changement climatique dans la région d'étude. Toutefois, ces données primaires ne sont pas suffisantes pour affirmer l'ampleur du changement climatique dans la région, il nous a fallu faire recours à une recherche documentaire, laquelle nous a permis de recueillir des informations quantitatives sur les dynamiques du climat dans la région. Ces données portent sur les précipitations et les températures (maximale, moyenne et minimale) annuelles et pluriannuelle ; ainsi que le nombre de jours de pluie de (1990-2021).

III.6. Techniques de collecte des données

III.6.1. Données primaires

Les données primaires sont collectées en utilisant l'approche par enquête. Un questionnaire comprenant à la fois des questions fermées et les questions ouvertes a été administré auprès des agriculteurs. Au moment de la collecte des données, l'entrevue individuelle a été privilégiée puisqu'elle permet de mieux approfondir le sujet et obtenir des informations beaucoup plus riches que celles fournies par le questionnaire auto-administré ou entrevue structurée (Gall, 1996). Elle accorde en plus, aux répondants plus de liberté et de créativité pour pouvoir répondre aux questions (Sowell&Gasey, 1982).

III.6.2. Collecte documentaire

L'analyse documentaire est une technique qui consiste étudier et à analyser les documents écrits pour arriver à déterminer les faits et les idées véhiculées dans ces documents. Elle consiste aussi à exploiter les données et études complets compilées et disponibles dans les bibliothèques, centre de documentation et tout autre centre de recherche (KABEGA, 1997:18).

Ainsi, la recherche documentaire nous a permis d'aborder les outils théoriques et empiriques qui nous ont servi à la réalisation de ce travail. Différents centres de documentation et d'information nous ont été importants à savoir : La bibliothèque centrale de l'Université du Burundi, de la FSEG ainsi que celle de l'ISTEEBU, MINEAGRIE, BPEAE Bujumbura .Nous avons également consulté les rapports communaux pour nous informer de la littérature existante sur la zone d'étude.

De surcroît, nous nous sommes ressourcé sur différents sites internet (les articles, les thèses, les mémoires, les rapports, les publications etc.) pour disposer de toutes les informations existantes sur le sujet de recherche sous considération.

III.7. Analyse et traitement des données

Deux types de données ont été traités et analysés. Il s'agit des données quantitatives et qualitatives. Les données quantitatives ont été analysées à l'aide des outils quantitatifs et les données qualitatives, des outils qualitatifs. Les outils quantitatifs comprennent l'analyse de la variation des précipitations et de la température dans la région d'étude, ainsi que l'analyse de la variation de la production au cours de ces trente dernières années. La réalisation de cette analyse a été faite à l'aide des indicateurs de tendance centrale dont la moyenne, puis de la variabilité (l'écart-type) pour la partie de la première et la deuxième analyse ; et des tests économétriques pour la troisième.

Les résultats de l'analyse descriptive nous permettent de comprendre les manifestations du changement climatique dans zone d'étude mais également leurs conséquences.

Les outils qualitatifs quant eux, comprennent l'analyse des perceptions paysannes du changement climatique à son compte ou par ses conséquences (économiques et environnementales) ainsi que les stratégies d'adaptation adoptées. L'analyse de la fréquence (pour les perceptions) nous permet de remarquer l'intensité de la prise en compte de la variable sous considération et d'affirmer ou d'infirmer par-là, les résultats issus de l'analyse quantitative (effets et conséquences du changement climatique).La fréquence plus ou moins élevée pour la stratégie d'adaptation indique à quel degré la stratégie est adoptée.

CHAP. IV. PRESENTATION, DISCUSSION ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Dans cette partie nous allons premièrement, décrire les caractéristiques sociodémographiques des ménages enquêtés, deuxièmement montrer l'évolution du climat dans la zone d'étude et évaluer les compréhensions du changement climatique par les agriculteurs, troisièmement répertorier les stratégies d'adaptation développées par les agriculteurs, et enfin nous allons analyser les facteurs déterminants dans le choix des stratégies par les agriculteurs.

IV.1. Caractéristiques socioéconomiques de l'échantillon

IV.1.1. Sexe

Nos résultats de l'enquête montrent que 76% des ménages enquêtés sont dirigés par les hommes et 24% par les femmes. Cette situation parait logique car selon le code des familles au Burundi, le ménage est dirigé par l'époux (homme) pour le cas d'un couple marié. Ainsi le recensement général de la population et de l'habitat de 2008, montre que 22 % des ménages sont dirigés par les femmes et 78 % par les hommes (MININTER, 2008).

Le tableau ci-dessous illustre montre l'effectif des chefs des ménages enquêtés selon leurs sexes

Tableau 2 : Répartition des enquêtés selon le sexe du chef de ménage

Sexe	**Effectif**	**Fréquence relative (%)**
Homme	73	76
Femme	23	24
Total	96	100

Source : Auteur, Septembre 2022

IV.1.2. L'âge

L'âge maximal des chefs des ménages enquêtés est de 70 ans, l'âge minimal est de 50 ans .L'âge moyen des chefs de ménage est de 57 ans.

IV.1.3. Situation matrimoniale

Le tableau n°3 présente la situation matrimoniale des chefs des ménages enquêtés .Il considère deux catégories de chefs de ménage, soit marié ou non.

Tableau 3 : Situation matrimoniale des chefs de ménages enquêtés

Situation matrimoniale	Effectif	Fréquence relative (%)
Marié	67	70
Non marié	29	30
Total	96	100

Source : Auteur, Enquête en commune Kabezi, Septembre 2022

A partir de ce tableau, il se remarque que la grande partie des chefs de ménages enquêtés (70%) sont mariés.

IV.1.4 .Niveau d'éducation

Le tableau suivant repartit les chefs des ménages enquêtés selon qu'ils sont alphabétisés ou non

Tableau 4 : Niveau d'éducation des chefs des ménages enquêtés

Niveau d'éducation	Effectif	Fréquence relative (%)
Alphabétisés	17	18
Non alphabétisés	79	82
Total	96	100

La majorité (82%) des chefs des ménages enquêtés sont analphabètes. Ceux qui sont alphabétisés ont au plus un niveau primaire.

IV.1.5.Taille du ménage

Les plus petits ménages ont 4 personnes, et les plus grands ont 8 personnes. La taille moyenne du ménage est de 6 personnes.

IV.1.6. Superficie des espaces cultivables

La superficie maximale emblavée (superficie annuelle) est de 40 ares, la plus petite est de 5 ares. La superficie moyenne est de 14,98 ares

IV.1.7.Accès à l'information sur le changement climatique

Le tableau suivant classe les chefs des ménages en deux catégories, selon qu'ils ont accès à l'information sur le changement climatique ou qu'ils l'ont pas.

Tableau 5 : Accès à l'information sur le changement climatique

Accès à l'information sur le changement climatique	Effectif	Fréquence relative(%)
Accès à l'information	14	15
Non accès à l'information	82	85
Total	96	100

Source : Auteur, données d'enquête en commune Kabezi, Septembre 2022

A partir de ce tableau, il se remarque que la majorité de personnes enquêtées n'accède pas à l'information sur le changement climatique. La fréquence de non accès est de 85%.Les 15% qui accèdent à l'information le font par intermédiaire des autres membres de la famille et des amis, qui ont un accès direct sur les sources d'information sur le changement climatique(RTNB).

IV.2. Analyse des tendances climatiques dans la commune de Kabezi

Pour mieux appréhender les perceptions paysannes du changement climatique, une analyse des paramètres climatiques a été faite. Les facteurs climatiques qui ont été considérés sont la température maximale et minimale, les précipitations en hauteurs et en nombre de jours annuels de pluie.

I V.2.1 Analyse des paramètres pluviométriques

Une analyse de l'évolution des précipitations a été faite dans le tableau en dessous.

Tableau 6 : Analyse des paramètres pluviométriques

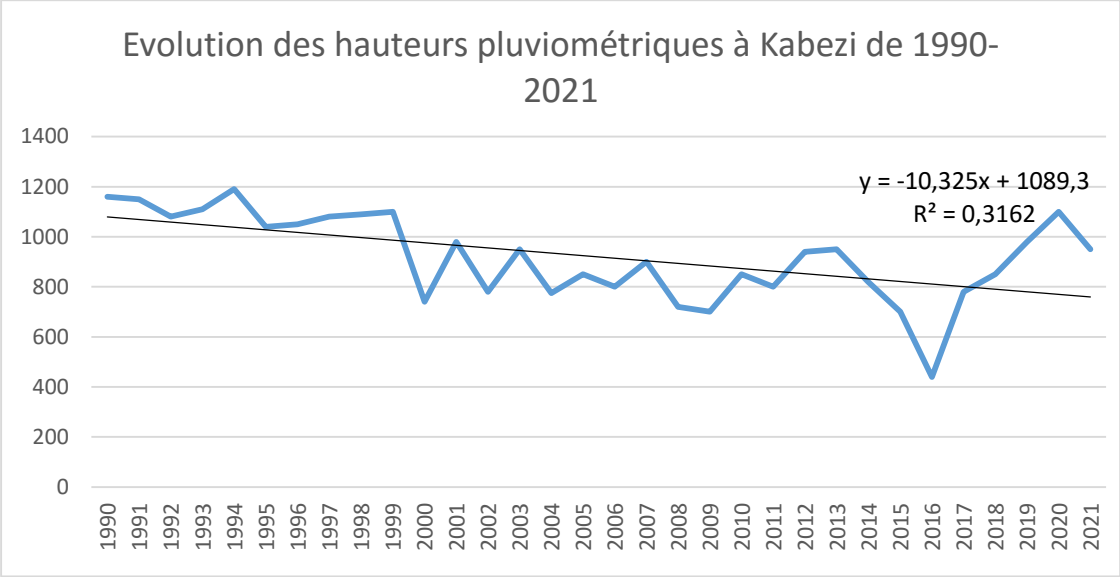
Années	Moyenne des précipitations	Ecart-type
1990-2005	1008	155
2006-2021	830	110

Source : Auteur à partir des données de l'IGEBU

La moyenne des précipitations pour une période de (1990-2005), est supérieure à celle d'une période allant de (2006-2021).L'écart type pour la première période est de 155mm et pour la deuxième période est de110mm. Les précipitations sont donc dispersées autour de la moyenne dans tous ces deux cas, et plus dispersés pour la première période.

Les graphiques en dessous montrent les tendances pluviométriques en hauteurs et en nombre de jours de pluie dans la commune Kabezi.

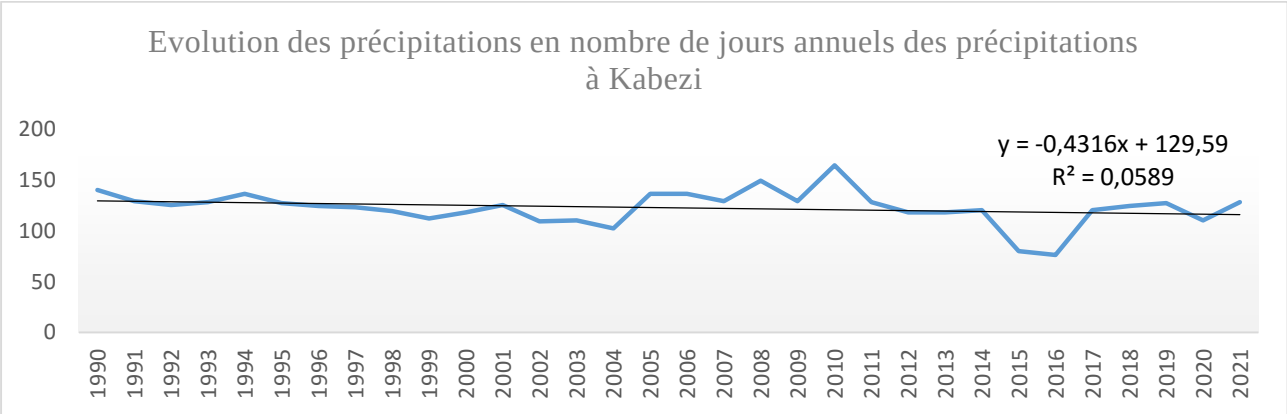
Graphique 3 : Evolution des précipitions en mm de (1990-2021), en commune Kabezi



Source : Auteur, à partir des données de l'IGEBU

Le graphique 4, montre l'évolution des précipitations en nombre de jours annuels des pluies

Graphique 4 : Evolution des précipitations en nombre de jours de pluie en commune Kabezi (1990-2021)



Source : Auteur, à partir des données de l'IGEBU

L'analyse de ces figures montre une tendance à la baisse des hauteurs pluviométriques et du nombre de jours de pluie.

IV.2.2.Analyse de l'évolution des températures (1990-2021) en Commune Kabezi

Une analyse des tendances thermométrique a été a été faite sur une période de trente ans (1990-2021) scindé en deux sous périodes égales ,l'une de 1990 à 2005 et l'autre de 2006 à 2021 pour examiner les changements des températures minimales, moyennes et maximales.

Les écarts moyens de températures sont enregistrés dans le tableau en dessous.

Tableau 7: Ecart des températures à la moyenne

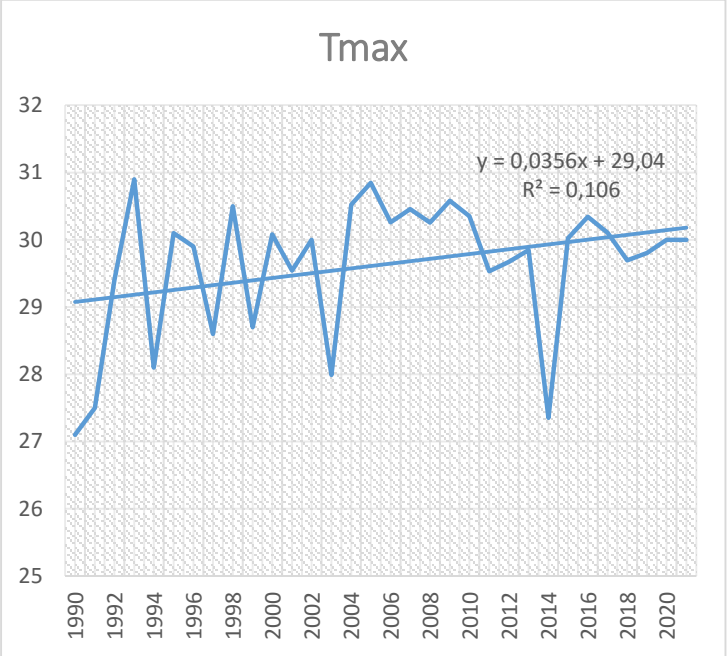
Période	**Max**	**Min**	**TMn**
1990-2005	29.00	18.89	24.10
2006-2021	29.90	19.60	24.80
Ecart	0.90	0.71	0.70

Source : Auteur, à partir des données de l'IGEBU

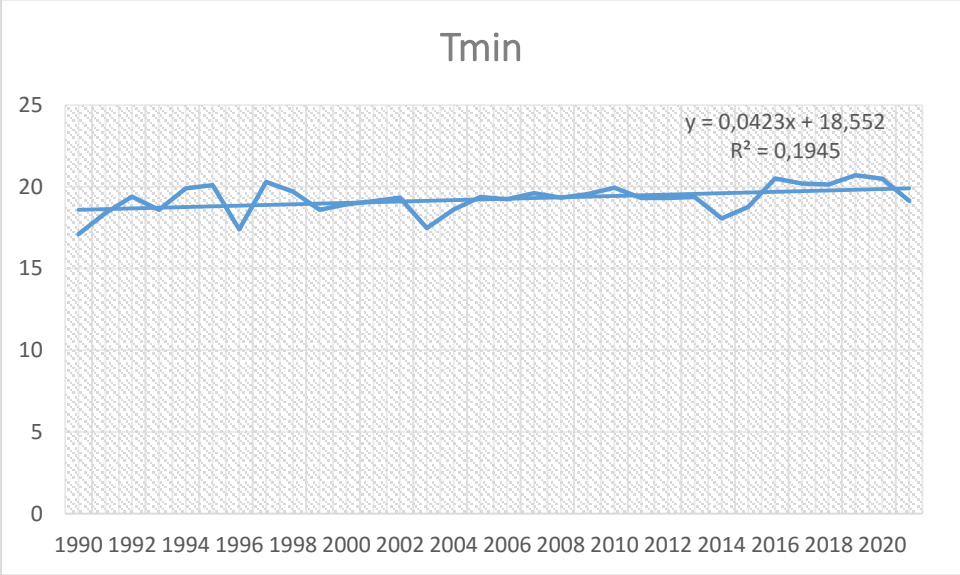
De ce tableau, on constate une augmentation de la température entre ces deux périodes. Les écarts sont respectivement de 0.90 ^{o} c, 0.71 ^{o}c et 0.70 ^{o}c pour la température maximale, minimale et moyenne.

Graphiquement, l'évolution des températures maximales et minimales en commune Kabezi est représentée en dessous.

Graphique 5 : Evolution thermométrique en commune Kabezi (1990-2021)



Evolution des températures minimales



Source : Auteur à partir des données de l'IGEBU

Ces graphiques montrent que les températures maximales et minimales ont augmenté au cours de ces 15 dernières années .Les coefficient de détermination pour les températures maximales (R^2 =0.106) et (R^2 = 0,194) pour les températures minimales sont en effet positif, ce qui prouve que globalement la température a augmenté.

IV.3. Perceptions paysannes de l'évolution climatique en commune Kabezi

Ce point aborde les perceptions des agriculteurs en rapport avec l'évolution du climat dans la commune Kabezi, il se répartit en indicateurs climatologiques qui concernent essentiellement les paramètres thermographiques et pluviométriques, et les indicateurs d'impacts (écologiques et agronomiques et économiques)

IV.3.1. Indicateurs climatologiques

Les agriculteurs, dépendant des ressources naturelles et agricoles, tributaires du changement climatique, sont plus sensibles à toute modification qui survient dans l'environnement qui est le leur .Les phénomènes climatiques qui sont survenus au cours de ces trente dernières années ont été perçues par les agriculteurs. Selon 81% des enquêtés, le changement climatique s'est manifesté par le début tardif, départ précoce ou l'irrégularité des pluies (les facteurs du dérèglement climatique) : La saison culturale A démarre en Octobre ou en Novembre au lieu de Septembre comme auparavant. La petite saison sèche est quasi-inexistante (conséquence de la prolongation de la saison A).Ce dérèglement pluviométrique est source de diminution du nombre de jours de pluie et de l'augmentation de poches de sécheresse qui se manifeste dans la commune (selon 60% des enquêtés).

Tableau 8: Perceptions paysannes des indicateurs du changement climatique en commune Kabezi

Indicateurs du changement climatique	Effectif (n=96)	Fréquence (%)	Manifestations
Dérèglement pluviométrique (Début tardif, départ précoce, rupture de la pluie)	77	81	81% des enquêtés : Au cours de ces 20 dernières années la saison culturale démarre tardivement par rapport aux années antérieures, en raison du retard de la pluie. La petite saison pluvieuse démarrait en septembre, alors qu'actuellement, elle démarre en octobre(ou novembre). Par ailleurs, il y a des interruptions de la pluie au cours de la saison culturale, nous nous attendons souvent à l'arrêt des pluies en Avril.
Diminution de la pluie	68	70	Avant les années 2000, Au mois d'Avril, les précipitations étaient abondantes.Actuellement, la hauteur journalière des précipitations n'est pas la même qu'auparavant. Les précipitations ont diminué également en nombre de jours annuels de précipitations : le début tardif, la rupture et le départ précoce de la pluie en sont témoins. (70% des enquêtés).
Montée de température	78	80	Les dernières années s'étaient caractérisées par les jours chauds et les nuits chaudes, L'intensité des rayons solaires et la chaleur excessive ressentie pendant la journée sont à l'origine de la montée des températures, selon 80% des enquêtés
Sècheresse	72	75	La période de sécheresse est plus longue qu'auparavant, la saison sèche s'étend de mai à octobre au lieu de Juin à Septembre comme auparavant. En plus, les ruptures de la pluie au cours de la saison pluvieuse engendre beaucoup de poches de sécheresse (Selon 75% des enquêtés)
Tarissement des rivières	58	60	Selon 60%, les principales rivières (Mugere, Karonke) diminuent en volume et en hauteur, d'autres petits cours d'eau tarissent.
Grêle et vents violents	48	50	Au cours de ces 15 dernières années, 50% des enquêtés ont constaté des pluies en grêle et des vents violents détruisant les maisons et les récoltes.

Source : Auteur, données d'enquête en commune Kabezi, septembre 2022

De ce tableau, il ressort que les paysans perçoivent les changements climatiques, les indicateurs des dynamiques climatiques observés ces dernières années en sont témoins. En effet, au cours de ces dernières années, les paysans de la région d'étude ont remarqué, le dérèglement pluviométrique, lequel se manifestait par le début tardif, l'irrégularité, l'arrêt précoce des pluies (81%**)**. Ces perturbations pluviométriques ne font qu'augmenter le nombre de poste de sécheresse (70%).Par ailleurs, la persistance de la sécheresse, entraîne le tarissement des cours d'eau, comme Mugere et Karonke (60**%)** ; le flétrissement des cultures et la disparition de certaines espèces végétales. L'intensité des rayons solaires et la chaleur excessive ressentie sont à l'origine de la montée des températures, selon 80% des enquêtés. L'apparition des évènements extrêmes tels que les vents violents et la grêle (issue des fortes pluies) provoquait une destruction de plus en plus importante des infrastructures et des champs de cultures (50**%**).

IV.3.2. Indicateurs d'impacts du changement climatique

Le changement climatique a de nombreux impacts négatifs sur l'environnement (milieu physique), sur l'agriculture et sur le quotidien des populations. Ce point traite les différentes conséquences du changement climatique sur l'environnement physique, sur l'agriculture et plus particulièrement sur les systèmes des cultures de la commune d'étude.

Tableau 9 : Conséquences du changement climatique

Conséquences	**Effectif (n=96)**	**Fréquence(%)**
Disparition des espèces végétales et des cultures	58	60
Prolifération des ravageurs des cultures	72	75
Maladies des plantes	77	80
Modification des saisons	68	70
Modification du cycle végétatif	77	80
Baisse de la production	88	91

Source : Auteur, données d'enquête auprès des agriculteurs de la Commune Kabezi, septembre 2022

L'indicateur principal d'impacts du changement climatique est la baisse de la production. Il est cité à 91%.

IV.3.2.1. Conséquences du changement climatique sur le milieu naturel

Le changement climatique observé ces dernières années a eu des conséquences sur l'environnement dans lequel l'homme tire l'essentiel des ressources dont il a besoin. Selon 60% des enquêtés, les conditions météorologiques actuelles, ont favorisé la disparition de certaines espèces végétales, et le développement des populations des ravageurs de cultures en raison de l'augmentation des températures (75% des enquêtés).Les cultures les plus touchées sont le maïs et la tomate.

La prolongation de la saison sèche favorise le développement de plus en plus important des ravageurs et donc leur maintien dans le champ des cultures. Paradoxalement, pendant la saison pluvieuse ces ravageurs disparaissent.

Concernant, les maladies des plantes, ces dernières années ont été également marquées par la disparition de certaines espèces végétales comme le bananier et la faible productivité de la culture du manioc à cause de la mosaïque, (80% des enquêtés).

IV.3.2.2. Perturbation des systèmes des cultures

Le changement climatique à travers l'interruption de la pluie (au cours de la saison culturale) entraine une baisse des rendements. Selon, 90% des enquêtés, la mauvaise répartition des précipitations au cours de la saison culturale entraîne un mauvais développement de la plante et donc un mauvais rendement. Les principales cultures touchées par ces perturbations pluviométriques sont le maïs et le haricot. A part ces cultures saisonnières, le retard ou l'arrêt précoce des précipitations, conduit à un faible enracinement ou développement du manioc, culture considérée comme résistante à la sécheresse.

La baisse de la fertilité (attribuable au changement climatique par érosion), constitue également un facteur limitant de la production agricole. L'abandon progressif des anciennes variétés du manioc est lié notamment à la baisse de la production due à l'infertilité du sol (selon 95% des enquêtés).

IV.3.2.2.1.Mutation des systèmes de cultures en commune Kabezi

D'après Jacques Wouters (1985) «Un système cultural adopté par un agriculteur résulte du choix des techniques qu'il opère en fonction des objectifs qu'ils lui sont propres et du jeu des contraintes dans lequel il se trouve placé. Le choix des techniques de production par les agriculteurs de la commune d'étude dépendrait actuellement des impacts réels du changement climatique.

Tableau 10 : Situation des systèmes des cultures dans les années 1990

	Superficie moyenne(en are)	Association de 3 cultures	Association de 4 cultures	Association de 5 cultures
Saison A	33.90	Manioc,haricot,colocase -Manioc, haricot, maïs -Manioc, haricot,arachide	Manioc,haricot, maïs, arachide Manioc,haricot, maïs, colocase	-Manioc, haricot, maïs, igname, arachide -Manioc,haricot,, maïs igname, arachide - Manioc, maïs, igname, arachide
Saison B	18.88	-Manioc, haricot, maïs	-Manioc,haricot, maïs, arachide -Manioc,haricot, maïs, colocase	-Manioc,haricot,mais, igname, arachide
Saison C	1.85	Cultures maraichères (Tomate, poivron, aubergine), manioc dans les marais		

Source : Auteur, données d'enquête en commune Kabezi, septembre 2022

NB : Parfois on cultive les arachides ou les patates douces seules à cause de leur concurrence sur les autres cultures.

Tableau 11 : Situation actuelle des systèmes des cultures (Années 2000 à nos jours)

	Superficie moyenne(en are)	Association de 3 cultures	Association de 4 cultures	Association de 5 cultures
Saison A	12.35	-Manioc,haricot,colocase -Manioc, haricot, maïs -Manioc,haricot,arachide	-Manioc, haricot, maïs, arachide - Manioc, haricot, maïs, colocase	-Manioc,haricot,mais, igname, arachide - Manioc,haricot,mais, igname, arachide - Manioc,,maiis, igname, arachide
Saison B	3.44	-Manioc, haricot, maïs	-Manioc, haricot, maïs, arachide -Manioc, haricot, maïs, colocase	- Manioc,haricot, maiis, igname, arachide
Saison C	0.218	Cultures maraichères (Tomate, poivron, aubergine), manioc dans les marais		

Source : Auteur, données d'enquête en commune Kabezi, septembre 2022

Les systèmes des cultures pratiqués n'ont pas varié au cours du temps, ils consistent à une association de 3 à 5 cultures. La technique de semis employé consiste à un espacement des cultures dans un même champ pour éviter la compétition d'une culture sur une autre. Par ailleurs, il y a un ordre de succession pendant le semis. La culture du manioc vient toujours en premier lieu, suivie de la culture du maïs, en troisième lieu vient la culture du haricot. Parfois le haricot et le mais se sèment au même moment. La culture de patate douce, se plantait aux bords du champ ou dans le champ avec un très grand espacement .On préférait quelque fois réserver une parcelle pour les patates douces ou les arachides.

De la saison culturale à l'autre, les cultures pratiquées, demeuraient les mêmes pour le manioc, le haricot, le maïs et la patate douce. L'objectif d'un agriculteur était d'augmenter la production ou d'éviter la perte du temps (La production de la saison culturale A pouvait couvrir les besoins alimentaires de toute l'année et la saison culturale B était destinée à l'entretien des cultures de la Saison A).La diminution de la superficie de la saison A (33.90 ares) à la saison B (18.88 ares) était due notamment à la faible occupation des agriculteurs à la production des cultures vivrières, la grande saison pluvieuse était réservée au semis ou à la récolte du café. Les cultures vivrières pratiquées pendant la saison culturale B, constituaient la source de semence pour la saison culturale suivante (Saison A), Selon 55 des enquêtés.

La saison culturale C est presque impraticable, seuls agriculteurs ayant les marais (Zone Mubone) et les bas-fonds (près du lac Tanganyika et des rivières Mugere et Karonke) s'en servaient pour pratiquer leurs cultures.

Le changement climatique a cependant entrainé de modification au niveau des systèmes de cultures. Il influe sur le mode d'utilisation de la terre et le type ou la variété de culture à pratiquer. Toutefois, la variation (diminution) de la superficie au cours des années est la conséquence de la croissance démographique.

L'association des cultures demeure une pratique culturale utilisée par les agriculteurs. Par ailleurs, la pratique culturale actuelle tient aux impacts réels du changement climatique. En effet, la baisse de la production, attribuable au changement climatique (par ses effets : l'infertilité des sols, maladies des plantes, etc.) a poussé les agriculteurs à changer des anciennes variétés du manioc, du haricot et du maïs.

L'utilisation de la grande superficie pendant la saison A (12.35 ares) par rapport à la saison B (3.44 ares) est une réponse à l'évolution climatique (selon 60 % des enquêtés).

En effet, une faible alternance entre la saison culturale A et la saison culturale B pousse les agriculteurs à concentrer plus de superficie à la saison culturale A, et à se préparer pour la dite saison à la fin de la saison culturale B(en réservant la terre cultivée).

IV.3.2.3. Modification des saisons

Le changement climatique actuel agit sur la modification des saisons culturales. Selon la totalité des enquêtés, les saisons culturales ont changé, on tend à la disparition de la saison culturale B, saison au cours de laquelle la production pouvait être la meilleure par rapport à la saison culturale A, dans les années 1990. La saison culturale A débutait au mois de septembre (probablement le 5 septembre) et la date probable de semis était le 15 septembre (période du semis du 15 septembre au 15 octobre).Pendant la saison B (début Février), la date probable du semis était le 15 février, la période de semis allait jusqu'à mi-mars. Jadis, la pluie tombait jusqu'en mai. La saison C, débutait en juin et prenait fin en septembre.

Actuellement la Saison A débute en octobre (probablement le 15 octobre), dès lors, le semis se fait. La saison culturale B est presque inexistante voir imprévisible. Les conséquences de cette modification est la désorientation des agriculteurs. Selon 70% des enquêtés, les perturbations pluviométriques au niveau de la saison culturale A amènent des complications sur la décision de l'agriculteur. Les agriculteurs pratiquant le premier semis (au moment des produits précoces), sont plus contraints à la sécheresse (due à l'interruption de la pluie) que ceux pratiquant le deuxième semis (période favorable de la saison pluvieuse).Les cultures issues du troisième semis ne portent pas des fruits.

Toutefois, les agriculteurs profitent de la prolongation de la saison culturale A pour semer les cultures de la deuxième saison, ils préfèrent semer au début qu'au mi- février pour anticiper l'arrêt des pluies en Avril.

IV.3.2.4. Conséquences sur la production des cultures vivrières

Le changement climatique a entrainé un bouleversement dans la durée normale du cycle de principales cultures vivrières. La durée végétative du manioc a quitté de 4 ans à 1 année. Cette mutation est due à la restitution des anciennes variétés du manioc, attaquées par la mosaïque par des nouvelles variétés à cycle court pour s'adapter au changement climatique. La récolte se faisait plusieurs fois au cours du cycle végétatif pour les anciennes variétés. Actuellement la récolte se fait une seule fois, l'année.

Selon 80% des enquêtés, le changement climatique (par ses effets) a entrainé la modification du cycle végétatif du manioc et donc la baisse de la production.

Le déracinement des plantes après la première récolte (approximativement une année) et la mise en culture sans repos du sol se traduit par une baisse de la fertilité (faible restitution des matières organique au sol) et par conséquent la baisse de la production, issue de la destruction des racines en développement. Le maintien des cultures dans le champ procure une récolte progressive au cours du cycle végétatif. Il facilite en effet le développement des racines mineurs, et la récolte d'un manioc mure et de bonne qualité. Il permet en plus de régénérer la fertilité du sol par la production des matières organiques. Actuellement l'adoption des nouvelles variétés raccourcit la durée végétative des cultures et a des conséquences sur la fertilité du sol, la production et la qualité nutritionnelle de la plante.

Tableau 12: Comparaison qualitative et quantitative de l'évolution du manioc

	Années 1990	Années 2000	Manifestation
Cycle végétatif	3 à 4 ans	1 année	La durée végétative a sensiblement diminué à cause de l'introduction des variétés de manioc à cycle court (80% des enquêtés)
Fertilisation	-Matière organique -Fumier (facultatif)	-Fumier (obligatoire) -Engrais chimique	L'utilisation du fumier n'était pas obligatoire avant les années 2000 car le sol était fertile. Actuellement, en plus de l'utilisation du fumier organique, on peut ajouter des engrais chimiques pour augmenter la production, selon 30% des enquêtés
Récolte	Plusieurs fois	Une fois, l'année	Avant les années 2000, la récolte se faisait plusieurs fois au cours du cycle végétative, actuellement, on récolte en même temps qu'on déracine les cultures.
Production moyenne ($kgha^{-1}$)	22465,85	3646	Selon 91 % des enquêtés, la production a sensiblement diminué à cause du changement climatique (maladie des plantes, infertilité des sols)

Source : Auteur à partir des données d'enquête à Kabezi, Septembre, 2022.

Dans les années 1990, la durée végétative pour le manioc était de 3 à 4 ans. La production du manioc était de 12500kg par 55,64 ares donc une production moyenne de 22465,85 $kgha^{-1}$ .A cette période, seuls les matières organiques produits au cours du cycle végétative fertilisaient le sol, l'utilisation du fumier n'était pas obligatoire. Actuellement la production moyenne est de 3646 $kgha^{-1}$ la valeur réelle de cette diminution est de 18819,85 $kgha^{-1}$.Cette diminution est due notamment à la maladie qui attaqué le manioc au cours de ces 20 dernières années mais également à la baisse de la fertilité du sol(en partie attribuable au changement climatique par érosion). Par ailleurs la production a légèrement augmenté au cours de ces 20 dernières années grâce aux efforts en matière d'adaptation au changement climatique (Adoption des nouvelles variétés, utilisation accrue du fertilisant tant minéral qu'organique.

IV.3.2.4.1. Mutations des principales cultures saisonnières

Ce point décrit les changements au niveau du cycle végétatif et de la production des cultures du haricot, du maïs et de la patate douce au cours de ces 20 dernières années (référence années 1990).

Tableau 13: Mutation des cultures du haricot, du maïs et de la patate douce

	Haricot		Maïs		Patate douce	
	Années 1990	Année 2000	Années 1990	Année 2000	Années 1990	Année 2000
Cycle végétatif	2 à 3 mois	1.5 à 2 mois	4 mois	3 mois	5 mois	3 mois
Superficie moyenne en are						
Saison A	33.90	17.135	33.90	12.135	35	15
Saison B	21.73	3.658	21.73	8.658	27.85	8.218
Saison C	0	0	0	0	0	0
Superficie annuelle	55.63	20.793	55.63	20.793	62.85	23.218
Production moyenne (Exprimée en kgha-1)						
Saison A	600.68	400.18	600.15	450.54	8000	5000
Saison B	450.9	350.65	400.5	300.38	7500	3000
Saison C	0	0	0	0	0	0
Production annuelle	1051.58	750.83	1000.20	750.92	15000	8000

Source : Auteur à partir des données de l'enquête en commune Kabezi, Septembre 2022

Le cycle végétatif du haricot a quitté de (2-3 mois) à (1.5-2mois), celui du maïs de 4 mois à 3 mois, et celui de la patate douce de 5 mois à 3 mois. C'est grâce à l'introduction des variétés à cycle court pour s'adapter au changement climatique. Le raccourcissement de la saison pluvieuse a poussé les agriculteurs à pratiquer plus le haricot nain au détriment du haricot grimpant à long cycle végétatif. Les cultures du maïs et de la patate douce ont suivi les mêmes mutations. Les anciennes variétés du maïs disparaissent progressivement et les nouvelles variétés par exemple BAZOOKA, SC513 sont actuellement pratiquées. Les variétés de la patate douce appelées «IRENE, NASPOT12 VITAA, NASPOT19 VITAA» sont plus pratiquées, les anciennes variétés appelées « Burahimu, Nyarutoke » ont disparu complètement.

Dans les années 1990, la superficie emblavée était de 33,90ares pendant la saison A. Cette superficie est réduit à 19,88 ares pour la saison culturale B .Cette réduction était due au besoin pour l'agriculture de concentrer une partie de temps à la récolte du café (60% des enquêtés).En plus, pendant la saison B, les cultures de la saison A étaient déjà enlevées du champ, le temps disponible était pour entretenir les cultures pluriannuelles qui étaient associées aux cultures saisonnières, selon 60% des enquêtés d'où la diminution de la superficie.

Actuellement, les agriculteurs concentrent la plus grande superficie à la saison culturale A, pour profiter de la prolongation de cette saison et éviter la perte de la récolte due à l'arrêt précoce des précipitations à la saison culturale B. La saison culturale B est pratiquement inexistante, seuls les agriculteurs risquophiles, pratiquent cette saison en tenant compte du calendrier cultural habituel. Par ailleurs l'anticipation de l'arrêt précoce des précipitations poussent les agriculteurs à pratiquer la saison culturale B avant la date habituellement prévue (Calendrier habituel : début saison B, 1/février : semis le 15/février). Cette variation saisonnière de superficie se répercute sur la production. La production moyenne pour la saison culturale A est estimée à 400.18 kgha-^{1}, pour le haricot, 450 .15kgha^{-1}pour le maïs 5000 kgha^{-1} pour la patate douce et pendant la saison B, les productions sont respectivement de 350.18 kgha^{-1} ,300.54 kgha^{-1} et 3000 kgha^{-1} pour le haricot, le maïs et la patate donc. Il y a donc la diminution saisonnière de la production. La situation peut s'inverser où la récolte peut être meilleure pour la saison culturale B (60% des enquêtés)

Tableau 14: Illustration des écarts de production entre deux périodes

Cultures / Années	Manioc	Haricot				Maïs				Patate douce			
		Saison A	Saison B	Saison C	Total	Saison A	Saison B	Saison C	Total	Saison A	Saison B	Saison C	Total
Année 1990	22465,85	600.68	450.9	0	1051.58	600.15	400.5	0	1000.20	8000	7500	0	15500
Année 2000	3646	400.18	350.65	0	750.83	450.54	300.38	0	750.92	5000	3000	0	8000
Ecart total	18819 .85	200.50	100.25	0	300.75	149.61	100.12	0	249.28	3000	4500	0	7500

La production est exprimée en kg

Source : Auteur à partir des données d'enquête en commune Kabezi, Septembre 2022

De ces résultats on affirme que le changement climatique a entrainé une baisse de la production pour les cultures du manioc, du haricot du maïs et de la patate douce au cours de ces dernières années. Les valeurs respectives de cette baisse 18819 .85 $kgha^{-1}$, 300.75 $kgha^{-1}$, 249.28 $kgha^{-1}$, 7500 $kgha^{-1.}$ Au niveau saisonnier, les pertes actuelles de la production sont évaluées 50 $kgha^{-1}$ pour le haricot, 200$kgha^{-1}$ pour le maïs et 2000$kgha^{-1}$ pour la patate douce. Les écarts saisonniers inter temporels sont pour, la saison A : 200 $kgha^{-1}$,150kg ha^{-1},3000kg ha^{-1} et pour la saison B : 100 $kgha^{-1}$,100 $kgha^{-}1$,4500 $kgha^{-1}$. Les pertes en termes de production au niveau intrasaisonnier ou intratemporel sont donc énormes, avec le changement climatique.

Ces résultats corroborent avec les perceptions paysannes des conséquences du changement climatique sur la production agricole. Il traduit en effet la baisse de la production, selon 91% des enquêtés. De plus, ce changement climatique (par montée de température) n'a fait que favoriser la prolifération des ravageurs (75 % des enquêtés) et la disparition de certaines espèces végétales et des variétés de cultures (60% des enquêtés).La durée végétative des cultures a diminué à cause de l'adoption des nouvelles variétés de cultures à cycle court, selon 80 % des enquêtés. L'agriculteur modifie le calendrier agricole en fonction de l'évolution du climat. La prolongation de la saison sèche entraine le tarissement des rivières et des cours d'eau selon 60% des enquêtés. La première hypothèse selon laquelle la hausse de température, les perturbations pluviométriques ainsi que leurs conséquences environnementales, écologiques, agronomiques sont les indicateurs de la dynamique climatique dans la commune Kabezi est confirmée.

Les conséquences du changement climatique se sont réellement manifestées, il nous reste de savoir si les agriculteurs de la zone d'étude adoptent des stratégies au niveau leurs exploitations agricoles pour faire face à ces conséquences.

IV.4. Analyse descriptive des stratégies d'adaptations adoptées par les agriculteurs de la Commune Kabezi

Le changement climatique apporte de nombreuses conséquences sur l'environnement physique et économique des agriculteurs. Ses impacts s'ajoutent à d'autres problèmes dont le paysan fait face dans la réalisation de ses activités agricoles, à savoir : manque d'accès aux crédits agricole, exiguïté des terres cultivables, infertilité des sols, etc. Par ailleurs, dans la mesure où l'agriculture lutte pour assurer sa sécurité alimentaire, des stratégies d'adaptations sont développées. La plupart de ces stratégies sont relatives aux conséquences réelles du

changement climatique au niveau des systèmes de cultures, d'autres encore concernent le changement climatique.

Les différentes stratégies adoptées par les agriculteurs sont représentées dans le tableau suivant.

Tableau 15 : Stratégie d'adaptation au changement climatique

Stratégies	Effectif (n=96)	Fréquence(%)
Adoption des nouvelles variétés de cultures	84	88
Augmentation des emblavures	38	40
Diversification des cultures	79	82
Intensifications de l'utilisation des intrants	24	25
Lutte traditionnelle	69	72
Irrigation	30	31

L'adoption de la nouvelle de culture constitue la principale stratégie d'adaptation au changement climatique adoptée par les agriculteurs. Elle est adoptée à 88 %.

Source : Auteur, Enquête en commune Kabezi, Septembre 2022

IV.4. 1. Description des stratégies d'adaptation au changement climatique

Cette partie décrit succinctement les stratégies d'adaptation des systèmes de cultures que les exploitants agricoles adoptent pour faire face aux effets néfastes du changement climatique.

IV.4. 2. Adoption des nouvelles variétés de cultures

Les effets induits par le changement climatiques ont entrainé une modification des systèmes de cultures en ce qui est des variétés adoptées. Certaines variétés dites anciennes de manioc, du haricot et du maïs qui sont essentiellement de cycle long ont été remplacées par des nouvelles variétés à cycle court. L'adoption de ces nouvelles variétés est dû essentiellement à la faible résistance des variétés anciennes aux perturbations pluviométriques, et à la baisse de la fertilité (Selon 87.50 % des enquêtés).

Les variétés traditionnelles du haricot (à 3 mois) sont pour la plupart remplacées par le haricot nain (2 mois), et les autres variétés à cycle court (1.5 à 2 mois).La variété du maïs à cycle de 4 mois est remplacée par la variété à cycle de trois mois. Le manioc à cycle de 3ans disparait progressivement et est remplacé par une variété à cycle d'une année. Le remplacement des anciennes variétés par les nouvelles variétés tient selon ces enquêtés en la capacité de ces nouvelles variétés à croitre rapidement, à s'adapter à la hausse de température.Cependant,les nouvelles variétés continuent à montrer la faible résistance aux conditions climatiques extrêmes aux yeux de certains enquêtés .

IV.4. 3. Augmentation des emblavures

L'augmentation des emblavures demeure une stratégie développée par les agriculteurs de la commune Kabezi pour s'adapter au changement climatique. Cette stratégie permet de maintenir le niveau de production acceptable par les agriculteurs malgré les perturbations climatiques qui entraine sa baisse (40 % des enquêtés).

Dans la zone d'étude elle consiste à préparer une meilleure partie de la surface labourable, pour la saison culturale A en raison de sa prolongation, et de la réduire pour la saison culturale B (dans certains cas la saison culturale B n'est pas pratiquée), en raison du départ précoce des pluies. Les agriculteurs préfèrent de ce fait, cultiver à la fin de la saison culturale B, pour ne pas tarder à semer au moment de la période favorable de la saison culturale A.

L'augmentation des emblavures est, par ailleurs favorisée par l'accès facile à la terre .Cet accès se fait par location ou reprise des terres mises en repos .Cette dernière option compte parmi les causes de la réduction de la durée de jachère.

IV.4.4. Diversification des cultures

Une autre stratégie développée par les agriculteurs est la diversification des cultures (82 % des enquêtées) .Cette technique consiste à augmenter le nombre de site de production ou de cultures dans un même champ.

Dans la zone d'étude cette stratégie, permet de repartir les risques de perte de récolte pouvant être exacerbé par le changement climatique. En effet, certains des agriculteurs ayant des terres, en dehors de leurs villages, profitent de la disponibilité de ces terres pour y pratiquer les cultures répondant aux conditions climatiques de ce milieu.

Au sein d'un même champ, les différentes associations sont composées de :

- 4 Cultures : Banane+ haricot+ Maïs +Patate douce
- 3 Cultures : Manioc+ Haricot+ Maïs, Banane+ Haricot+ Maïs

Selon cette technique l'agriculteur, choisit de combiner à la fois les variétés de manioc à cycle court et à cycle long. L'association des cultures saisonnières tient selon 20% des enquêtés au fait que les ravageurs peuvent détruire une seule culture et laisser d'autres.

IV.4.5. Intensification de l'utilisation des intrants

La baisse de la fertilité constitue un facteur limitant de la production agricole et le changement climatique constitue un effet additif pour la plupart des enquêtés de la zone d'étude. Pour ce faire, les agriculteurs intensifient l'utilisation des intrants agricoles entre autre les engrais chimiques, ou organo-minérales, pour augmenter la production du maïs et du haricot, et l'usage des pesticides pour lutter contre les ennemis de cultures. Par ailleurs, la plupart des exploitants agricoles préfèrent mieux repartir le fumier qu'ils ont réservé au lieu d'acheter les engrais chimiques. La raison est qu'ils sont conscients que l'usage excessif des engrais chimiques a des effets environnementaux à long terme (75% des enquêtés)

IV.4.6.Technique de lutte traditionnelle

La pression exercée par les ravageurs augmente avec le réchauffement climatique. Dans la zone d'étude, le développement récent des insectes issus de l'augmentation des températures constitue une menace de plus en plus importante sur les cultures. Face à ce développement, les agriculteurs ont tenté l'utilisation des pesticides en vain. Selon 72 % des enquêtés, l'utilisation des pesticides s'est avérée inefficace face à ces insectes résistants à la sécheresse. Seuls le recours à l'eau mélangée avec le piment a permis de neutraliser ces insectes.

IV.4.7. Irrigation

L'irrigation est presque impraticable dans la région d'étude. D'un côté quelques ménages qui sont près de la rivière Karonke en profitent pour irriguer les arbres fruitiers et les cultures vivrières y associées. C'est grâce au drainage que l'eau de Karonke leur parvient. Faute de moyens de canalisation de l'eau, certaines gens préfèrent transporter de l'eau sur tête. De l'autre côté, les ménages exploitant les marais (zone Mubone) profitent de la proximité des cours d'eau qui prennent source à la commune Mutambu.Cette commune est moins sèche par rapport à la commune Kabezi, surtout dans sa partie intermédiaire.

Au vue de ces résultats ci- hauts, nous affirmons que les paysans ne sont pas restés passifs au changement climatique et à ses effets. Les stratégies ainsi mises en œuvre ne sont que l'application de leur savoir-faire local. La deuxième hypothèse qui stipule que l'adoption des nouvelles variétés, l'association des cultures, l'augmentation des emblavures, l'intensification de l'utilisation des intrants agricoles ainsi que l'irrigation sont des stratégies développées en réponse aux effets néfastes du changement climatique est confirmée.

IV.5. Analyse des déterminants de l'adaptation des systèmes de cultures au changement climatique

Le choix des variables indépendantes a été dicté par la littérature empirique, les hypothèses comportementales suggérées par celle-ci et la disponibilité des données.

Tableau 16 : Description des variables indépendantes sur les variables dépendantes

Variable Dépendante	Type de variable	Description	
Adoption	Qualitative	prend la valeur 1 s'il y a adoption d'une stratégie d'adaptation et 0 sinon	
Variables indépendantes			
Variables de perception (Dérèglement pluviométrique)			Signe attendu
Début tardif des pluies	Qualitative	prend la valeur 1 si le producteur perçoit le début tardif des pluies et 0 s'il ne le perçoit pas ;	Positif
Irrégularité des pluies	Qualitative	prend la valeur 1 si le producteur perçoit l'irrégularité des pluies et 0 s'il ne le perçoit pas	Positif
Départ précoce des pluies	Qualitative	prend la valeur 1 si le producteur perçoit le départ précoce des pluies et 0 s'il ne le perçoit pas	Positif
Variables de perception d'impacts			
Baisse de la production	Quantitative		Positif
Prolifération des ravageurs des cultures	Qualitative	prend la valeur 1 si le producteur perçoit l'apparition des ravageurs des cultures et 0 s'il ne le perçoit pas	Positif
Caractéristiques socioéconomiques			
Sexe du chef de ménage	Qualitative	Prend la valeur 1 si le producteur est	Positif ou

		de sexe masculin et 0 sinon	négatif
Age	Quantitative	Nombre d'années du chef de ménage	Positif ou négatif
Situation matrimoniale	Qualitative	Situation matrimoniale prend 1, si le chef de ménage est marié et 0, si non	Positif ou négatif
Niveau d'éducation du chef de ménage	Qualitative	Niveau d'éducation du chef de ménage : 1, si le producteur est au moins alphabétisé et 0 sinon	Positif
Taille du ménage	Quantitative	Nombre de personnes en charge dans le ménage	Positif ou Négatif
Superficie	Quantitative	Taille de l'exploitation, exprimée en ha	Positif
Accès à l'information sur le changement climatique.	Qualitative	Prend la valeur 1 si le producteur a accès à l'information sur le changement climatique et 0 sinon	Positif

IV.5.1. Evaluation d'une régression

Une question cruciale, quand on procède à l'estimation des modèles à variable dépendante qualitative est de pouvoir déterminer si le modèle obtenu est *"intéressant"* ou non. Le R^2 de McFadden est le plus adapté à la régression logistique, et il est le plus proche conceptuellement du coefficient de détermination de la régression linéaire multiple .Deux cas se distinguent, lorsque la régression ne sert à rien, les variables explicatives n'expliquent rien, l'indicateur vaut 0 ; lorsque la régression est parfaite, l'indicateur vaut 1.

Tableau 17 : Résultats du Modèle logistique

Pratiques / Variables	Adoption de la nouvelle variété de culture			Augmentation des emblavures			Diversification des cultures		
	Coef.	Z	P > |Z|	Coef.	Z	P > |Z|	Coef.	Z	P > |Z|
Début tardif	-1.4772	-1.00	0.318	2.7178	2.70	0.007***	0.8015	0.43	0.668
Irrégularité	0.1675	0.13	0.897	-1.5322	-1.84	0.066*	5.7813	1.83	0.068
Départ précoce	0.3797	0.25	0.806	-1.2049	-1.57	0.116	-5.2216	-1.54	0.125
Prolifération des ravageurs	4.9556	2.32	0.020**	-0.7670	-1.02	0.305	-7.7119	-2.07	0.039**
Baisse production	-1.3163	-1.67	0.094*	0.1709	1.17	0.242	-0.2228	-0.39	0.699
Sexe	4.3469	2.04	0.041**	0.2875	0.30	0.764	5.6589	2.11	0.035**
Age	0.1595	1.29	0.196	0.0375	0.80	0.426	-0.0695	-0.43	0.670
Situation matrimoniale	1.0632	0.77	0.441	-2.6760	-3.16	0.002***	9.6753	2.43	0.015**
Education	-0.8473	-0.54	0.589	-1.2630	-1.52	0.129	6.7450	1.76	0.079*
Taille du ménage	-0.2969	-0.53	0.593	-0.1367	-0.70	0.484	-1.6121	-1.76	0.079*
Superficie	0.2617	1.83	0.068*	-0.0184	-0.36	0.719	-0.0785	-0.82	0.415
Information sur l changement climatique	0.4363	0.27	0.791	0.7145	0.90	0.369	1.1340	0.87	0.385
Nombre d'observations	96			96			96		
Wald Chi2 (12)	46.13			34.06			61.52		
Prob > Chi2	0.0000			0.0007			0.0000		
Pseudo R2	0.6377			0.2643			0.6862		

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

Source : Auteur, Résultats à l'aide du logiciel Stata15

Tableau 18 : Résultats du Modèle logistique (Suite)

Pratiques / Variables	Irrigation			Lutte traditionnelle			Intensification de l'utilisation des intrants		
	Coef.	Z	P> |Z|	Coef.	Z	P> |Z|	Coef.	Z	P > |Z|
Début tardif	-0.5706	-0.65	0.513	-0.0976	-0.10	0.922	0.6555	0.50	0.614
Irrégularité	-0.4943	-0.47	0.636	-1.6383	-1.17	0.240	-1.4083	-1.16	0.246
Départ précoce	-2.9437	-3.31	0.001***	5.2411	3.72	0.000***	-3.1060	-2.75	0.006***
Prolifération des ravageurs	-1.8833	-2.25	0.024**	3.7164	3.38	0.001***	-2.1950	-2.26	0.024**
Baisse production	0.4199	2.21	0.027**	0.5374	2.16	0.031**	0.3677	1.90	0.057*
Sexe	3.2860	2.83	0.005***	-3.4860	-2.52	0.012**	6.8899	3.44	0.001***
Age	-0.0492	-0.87	0.385	0.0328	0.51	0.607	-0.0949	-1.38	0.166
Situation matrimoniale	-0.9135	-1.14	0.255	0.2456	0.31	0.759	-3.0008	-2.15	0.031**
Education	0.9113	1.20	0.229	-1.2333	-1.32	0.185	-5.6082	-3.04	0.002***
Taille du ménage	0.0620	0.30	0.763	0.3161	1.10	0.269	0.2442	0.93	0.355
Superficie	-0.1444	-2.30	0.022**	-0.1015	-1.30	0.194	0.2281	2.55	0.011**
Information sur le changement climatique	0.5702	0.70	0.481	-2.5920	-2.36	0.018**	1.7329	1.73	0.083*
Nombre d'observations	96			96			96		
Wald Chi2 (12)	38.27			58.50			48.18		
Prob > Chi2	0.0001			0.0000			0.0000		
Pseudo R2	0.3209			0.5128			0.4462		

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

Source : Auteur, Résultats à l'aide du logiciel Stata15

A partir des résultats de la précédente régression logit binaire, il ressort que les régressions faites sur six variables d'adaptation ne sont pas toutes parfaites. Trois régressions sur six attestent que les modèles y associées tendent à être parfaites (Pseudo R^2, Tableau 17et 18).

Pourtant le modèle est globalement significatif pour toutes les régressions faites. En effet, le test Wald chi2(12)= 46.13 et Prob > chi2 = 0.000 <0.05, chi2(12)= 34.06 et Prob > chi2 = 0.0007<0.05, chi2(12)= 61.52 et Prob > chi2 = 0.0000<0.05, chi2(12)= 38.27 et Prob > chi2 = 0.0001<0.05, chi2(12)= 58.50 et Prob > chi2 = 0.0000 <0.05, chi2(12)= 48.18 et Prob > chi2 = 0.0000 <0.05

Avec Le R^2=0. 6862(cas diversification des cultures), la régression est presque parfaite. La part de la variance expliquée par le modèle est d'environ 69%.

Au niveau individuel et par test de Student, la plupart des coefficients des variables sont significatifs. Bien plus, les probabilités attestant la significativité des coefficients ont été estimées pour toutes les variables. Il convient en effet, d'en évaluer l'incidence de ces variables explicatives par calcul des effets marginaux, ceux interprétables en considérant les variables en tant que telles.

Calcul des effets marginaux

L'adaptation des systèmes des cultures au changement climatique est d'une part guidée par les caractéristiques socioéconomiques des ménages et d'autre part la perception paysanne de ce phénomène. Les tableaux 19 et 20 présentent les effets marginaux des régressions logistiques binaires sur les facteurs déterminants dans le choix des stratégies d'adaptation adoptées par les agriculteurs pour faire face aux effets néfastes du changement climatique.

Tableau 19 : Les effets marginaux

Pratiques / Variables	Adoption de la nouvelle variété de culture			Augmentation des emblavures			Diversification des cultures		
	dy/dx	Z	P > |Z|	Dy/dx	Z	P > |Z|	Dy/dx	Z	P > |Z|
Début tardif	-0.0029	-0.58	0.560	0.4387	4.07	0.000***	0.0043	0.28	0.779
Irrégularité	0 .0005	0.12	0.908	-0.3653	-2.02	0.043**	0.3824	0.98	0.328
Départ précoce	0.0012	0.21	0.830	-0.2898	-1.62	0.106	-0.0116	-0.56	0.572
Prolifération des ravageurs	0.1037	0.90	0.366	-0.1832	-1.01	0.312	-0.0281	-0.72	0.472
Baisse production	-0.0037	-0.67	0.504	0.0395	1.17	0.240	-0.0009	-0.42	0.672
Sexe	0.0708	0.81	0.417	0.0649	0.31	0.757	0.2364	1.00	0.319
Age	0.0004	0.57	0.568	0.0086	0.80	0.425	-0.0002	-0.39	0.693
Situation matrimoniale	0.0037	0.45	0.656	-0.5835	-4.12	0.000***	0.7466	4.42	0.000***
Education	-0.0032	-0.33	0.741	-0.2483	-1.90	0.057*	0.0137	0.60	0.550
Taille du ménage	-0.0008	-0.46	0.647	-0.0316	-0.70	0.485	-0.0067	-0.59	0.555
Superficie des espaces cultivables	0.0007	0.63	0.526	-0.0042	-0.36	0.719	-0.0003	-0.47	0.642
Information sur le changement climatique	0.0010	0.26	0.793	0.1727	0.88	0.379	0.0063	0.52	0.605
Nombre d'observations	96			96			96		
Wald Chi2 (11)	46.13			34.06			61.52		
Prob > Chi2	0.0000			0.0007			0.0000		
Pseudo R2	0.6377			0.2643			0.6862		

Source : Auteur, Résultats à l'aide du logiciel Stata15

Tableau 20 : Les effets marginaux (suite)

Pratiques / Variables	Irrigation			Lutte traditionnelle			Intensification de l'utilisation des intrants		
	dy/dx	Z	P > |Z|	dy/dx	Z	P > |Z|	dy/dx	Z	P > |Z|
Début tardif	-0.1143	-0.61	0.541	-0.0128	-0.10	0.921	0.0471	0.58	0.561
Irrégularité	-0.0997	-0.44	0.659	-0.1473	-1.74	0.082*	-0.1775	-0.84	0.401
Départ précoce	-0.6217	-4.29	0.000***	0.8639	9.42	0.000***	-0.4979	-2.43	0.015**
Prolifération des ravageurs des cultures	-0.4035	-2.25	0.025**	0.6851	4.26	0.000***	-0.2888	-1.73	0.083**
Baisse production	0.0779	2.32	0.021**	0.0719	2.23	0.026**	0.0306	1.81	0.071*
Sexe	0.3918	3.75	0.000***	-0.2908	-3.12	0.002***	0.3445	3.77	0.000***
Age	-0.0091	-0.88	0.381	0.0043	0.52	0.604	-0.0079	-1.42	0.155
Situation matrimoniale	-0.1818	-1.07	0.284	0.0338	0.30	0.764	-0.3984	-1.81	0.070*
Education	0.1913	1.11	0.268	-0.2111	-1.10	0.273	-0.2134	-3.34	0.001***
Taille du ménage	0.0115	0.30	0.763	0.0423	1.10	0.273	0.0204	0.89	0.376
Superficie totale emblavée	-0.0268	-2.40	0.017	-0.0136	-1.30	0.192	0.0190	2.54	0.011**
L'accès à l'information sur le changement climatique	0.1160	0.66	0.512	-0.5193	-2.35	0.019**	0 .2347	1.20	0.229
Nombre d'observations	96			96			96		
Wald Chi2 (11)	38.27			58.50			48.18		
Prob > Chi2	0.0001			0.0000			0.0000		
Pseudo R2	0.3209			0.5128			0.4462		

Source : Auteur, Résultats à l'aide du logiciel Stata15

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

Au regard de ces résultats, aucune variable n'affecte l'adoption de la nouvelle variété comme stratégie d'adaptation au changement climatique. Pourtant la stratégie a été adoptée par les agriculteurs en réponse à la faible résistance des variétés anciennes aux perturbations pluviométriques, et à la baisse de la fertilité.

Les variables début tardif et irrégularité affectent la probabilité d'augmentation des emblavures aux seuils respectifs de 1 % et 5 % mais avec des signes contraires. Le début tardif et l'irrégularité des pluies peuvent provoquer la diminution de la production agricole. Pour ce faire, les exploitants agricoles justifient qu'ils préfèrent augmenter la superficie cultivable, pour la saison culturale A et la réduire pour la saison culturale B (ils peuvent ne pas pratiquer la saison) en raison de l'irrégularité des pluies qui s'y observe. D'ailleurs, ils se préparent pour la saison culturale A à la fin de la saison culturale B (pendant les dernières pluies qui concordent avec l'arrêt précoce des pluies), en réservant la terre cultivée. La raison qu'ils avancent est que le début tardif des pluies constituent une menace importante quand on ne s'est pas préparé à temps pour semer pendant la période qu'ils jugent favorable (15 Octobre-1 novembre) .Or, au paravant, la période de semis était plus tard le 15 sept.

Au seuil de 1%, la variable départ précoce a un effet positif sur la technique de lutte traditionnelle. Evidemment, le départ précoce des pluies allonge la saison sèche qui s'étendait au paravant de juin à septembre, actuellement elle s'étend de mai à octobre (voir nombre).Cette période est caractérisée par la montée de température, ce qui favorise le développement des ravageurs des cultures, les exploitants agricoles envisagent d'utiliser la méthode de lutte traditionnelle (exemple : Eau mélangée avec du piment) dans la mesure où l'utilisation des pesticides s'avère inefficace.

La variable prolifération des ravageurs est significative au seuil de 1% .Elle affecte positivement la technique de lutte traditionnelle .La raison que les producteurs agricoles avancent est que, le développement des ravageurs des cultures résistent à la montée de température, qui survient pendant l'allongement de la saison sèche. La technique de lutte traditionnelle (utilisation de l'eau mélangée au piment) s'est avérée efficace par rapport à l'utilisation des pesticides d'où la préférence de la première par rapport à la deuxième, qui est une technique de lutte chimique.

Aux seuils respectifs de 5 % et 10 %, la variable baisse de la production influence positivement la probabilité d'adoption de la technique de lutte traditionnelle, de l'irrigation et d' intensification de l'utilisation des intrants (seuil de10 %).

Ainsi, l'apparition des ravageurs des cultures, la prolongation de la saison sèche (début tardif de la saison des pluies) et la baisse de la fertilité, tous imputables au changement climatique par les producteurs, constituent des menaces attribuables à la baisse de la production agricole. La technique de lutte traditionnelle, l'irrigation, l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides apparaissent comme des options d'adaptation face à cette à cette baisse.

Au niveau des caractéristiques socioéconomiques des ménages, la variable Sexe affecte positivement la probabilité de l'adoption de l'irrigation et de l'intensification de l'utilisation des intrants (au seuil de 1%) dans la mesure où les ménages dont les chefs sont des hommes, sont plus impliqués que ceux dirigés par les femmes dans cette activité et ont des moyens à s'approvisionner en intrants, comme engrais chimique et pesticides. En effet, en moyenne si la probabilité d'être un ménage dirigé par un homme augmente d'une unité, les chances d'adapter un système de culture en pratiquant l'irrigation et en intensifiant l'utilisation des intrants augmentent respectivement 39.18% et 34.45%.

La situation matrimoniale affecte la probabilité d'augmentation des emblavures et de la diversification des cultures (au seuil de 1%) dans la mesure où les ménages mariés sont plus impliqués dans ces activités que les ménages non mariés. En effet si la probabilité d'être marié augmente d'une unité, les chances d'adapter un système de culture en augmentant l'emblavure diminuent de 58.35%, elles augmentent par ailleurs pour la diversification des cultures à l'ordre de 74.66%.La raison de cette augmentation est que les hommes mariés sont plus nombreux que les femmes mariées, il traduit la vulnérabilité des femmes non mariés(elles sont nombreuses que les hommes non mariés) dans ce contexte , qui ont difficulté à diversifier les cultures en raison de l'accès limitée à la terre . Cet accès se fait souvent par location ou extension sur des terres achetées dans d'autres régions (commune Muhuta par exemple).

La variable niveau d'éducation est significative au seuil de 1% et 10%, elle affecte négativement l'intensification de l'intensification de l'utilisation des intrants et l'augmentation des emblavures. Ceci se justifie par le fait que la plupart des exploitants agricoles enquêtés ne sont alphabétisés ou ont du moins le niveau primaire. Le fait d'aller à l'école, dans ce cas-ci ne leur procure aucun avantage en termes d'adaptation des systèmes de cultures en adoptant l'intensification de l'utilisation de l'intrant ou en augmentant les emblavures.

La superficie des espaces cultivables influence positivement (au seuil de 5%) la probabilité d'adaptation du système de cultures en intensifiant l'utilisation des intrants, dans la mesure où ce sont les ménages qui ont une petite superficie à emblavée qui adoptent plus cette stratégie.

Cela traduit le fait que le problème de l'exiguïté des terres arables accompagné des effets du changement climatique amène les agriculteurs à adopter l'intensification de l'utilisation des intrants, entre autre l'usage des engrais chimiques dans le but d'augmenter la production agricole. L'accès à l'information sur le changement climatique affecte négativement la probabilité d'appliquer la technique de lutte traditionnelle comme stratégie d'adapter les systèmes de culture, elle est significative au seuil de 5%. En effet, en moyenne, si la probabilité d'accéder à l'information sur le changement climatique augmente d'une unité, les chances d'adapter les systèmes de cultures en appliquant la technique de lutte traditionnelle diminuent 51.93%.Cette situation traduit le fait que l'accès à l'information sur le changement climatique ne procurerait aucun avantage dans l'application de la technique de lutte traditionnelle, qui est une technique basée sur les savoir-faire des paysans.

Compte tenu de la significativité de ces résultats, la perception du changement climatique influence plus le choix de l'adoption des stratégies d'adaptation que les caractéristiques socioéconomiques des ménages .La troisième hypothèse selon laquelle les caractéristiques socioéconomiques des ménages influencent plus l'adoption des stratégies d'adaptation au changement climatiques que la perception du changement climatique est infirmée.

IV.6. Difficultés rencontrées et limites de l'étude

La collecte des données primaires ne nous a pas été facile car il s'y est observé une réticence de certains exploitants agricoles qui ont refusé de répondre à notre questionnaire d'enquête. Dans ce cas, nous étions contraint de changer l'enquêté.

Au terme de notre travail, notre contribution sert effectivement à la recherche des moyens d'amélioration des conditions de vie du monde rural à travers la meilleure connaissance des facteurs déterminants dans le choix des stratégies d'adaptation adoptées par les agriculteurs. Cependant, nous n'avons pas pu aborder tous les aspects de la vie sociale et économique des agriculteurs enquêtés. De plus, l'enquête était destinée aux seuls agriculteurs ayant un âge supérieur ou égal à 50 ans. Cette limite cache certaines informations, surtout que le changement climatique est appréhendé de manière différente par les individus, et les stratégies d'adaptation diffèrent également selon les variables géographiques, démographiques et socio-économiques. Il sied donc d'inviter d'autres chercheurs qui veulent orienter leurs analyses d'aborder d'autres aspects qui concourent à l'amélioration des conditions de vie des paysans, par la prise en compte des effets du changement climatique et les stratégies endogènes adoptées.

Il s'agit des sujets entre autre : « Changement climatique et Stratégies d'adaptation par les agriculteurs de la Commune Kabezi ». Cette prochaine étude permettra de tenir compte des divergences (sociales, économiques, spatiales). Ainsi, on réduira les vulnérabilités, assurera la stabilité et accroitra la résilience en fonction de la diversité des catégories sociales.

CONCLUSIONS GENERALE ET SUGGESTIONS

Conclusions générale

L'objectif global de cette étude est de contribuer à la connaissance des facteurs influençant l'adoption des stratégies d'adaptation au changement climatique par les agriculteurs.

Le changement climatique apporte des complications au niveau de l'environnement physique et des activités réalisées par l'agriculteur. Leur parution se fait sentir par les agriculteurs. L'analyse faite sur les dynamiques climatiques de la zone d'étude montrent que le début tardif, l'interruption, l'arrêt précoce des précipitations, la sécheresse sont les perceptions paysannes du changement climatique.

Ces manifestations climatiques ont des effets sur le milieu physique et sur l'environnement économique des agriculteurs. Ils se traduisent en effet par la disparition progressive de certains espèces animales et végétales, favorisent le développement des maladies des plantes et des ravageurs, diminue la fertilité du sol par érosion la diminution de la production agricole d'une saison à l'autre ou d'une année à l'autre.

Les difficultés liées à ces changements climatiques sont à la base d'un développement des stratégies endogènes d'adaptation. Les stratégies développées par les agriculteurs comprennent : l'adoption des nouvelles variétés de cultures, la diversification de cultures, l'intensification de l'utilisation des intrants, le recours à la technique de lutte traditionnelle des ennemis de cultures ainsi que la pratique d'irrigation. La mise en œuvre de ces stratégies est déterminée à la fois par la perception paysanne du changement climatique, de ses indicateurs d'impacts et des caractéristiques socioéconomiques des ménages.

Suggestions

La meilleure connaissance des stratégies adoptées par les agriculteurs pour adapter leurs systèmes de cultures au changement climatique ; et leurs facteurs déterminants dans le choix de de ces stratégies, nous amène à reformuler une série de recommandations à l'endroit des différentes personnalités à savoir l'Etat, les structures de recherche, les structures d'interventions agricoles et les producteurs agricoles.

L'Etat

-Mise en place d'un système de diffusion d'information sur le changement climatique, à l'intention des agriculteurs. On privilégierait les médias les plus fréquentés par les paysans.

-Renforcer la politique de gestion de l'eau et de la fertilité des sols en développant un système d'irrigation, d'approvisionnement, de collecte, de stockage de l'eau au profit des agriculteurs, et en promouvant les moyens de fertilisation des sols non destructeurs de l'environnement.

-Renforcer sa politique nationale de reboisement « Ewe Burundi Urambaye »en assurant une large couverture des espaces boisés, afin de protéger les sols contre d'éventuelles érosions, assurer le stockage d'un grand volume de carbone.

-Bien gérer l'espace pour augmenter la superficie cultivable au bien être de la population Burundaise.

- Allouer une part du budget à la gestion des risques liés à la baisse de la production agricole induite par le changement climatique
- Tenir compte de l'aspect genre dans l'élaboration des politiques d'adaptation au changement climatique afin d'accroître la capacité d'adaptation des femmes.

Structures de recherche

- Approfondir des recherches sur des variétés des cultures adaptées à l'évolution du climat, en tenant compte de la diversité des sols Burundais.

Structures d'interventions agricoles

- Collaborer avec les structures de recherche en rendant accessible aux agriculteurs les résultats issus des recherches sur les cultures ou les variétés de cultures résistants aux conditions climatiques extrêmes.
- Promouvoir la diffusion des informations issues de la recherche au moyen des champs-écoles paysans

Les producteurs

- Assurer une collaboration intrarégionale avec d'autres producteurs permettra de capter plus d'informations sur les stratégies d'adaptations adoptées par les autres producteurs, sur un type de culture, à condition climatique similaire, et à échanger sur leurs efficacités.
- Collaborer avec les structures de recherche agricole, en leur fournissant des résultats issus de leurs savoir-faire endogènes d'adaptation afin de les tester ou en améliorer l'usage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abid, M., Scheffran, J., Schneider, U. A., & Ashfaq, M. (2015). Farmers' perceptions of and adaptation strategies to climate change and their determinants : the case of Punjab province, Pakistan, Earth Syst. Dynam., 6, pp. 225-243.

Afouda, A., Niasse, M., & Amani, A. (2004). Réduire la vulnérabilité de l'afrique de l'ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification. UICN, Cambridge.

Afouda, F. (1990). L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional : étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Paris : Thèse de Doctorat nouveau régime, Université de Paris IV (Sorbonne). Institut de Géographie,428p.

Agbossou, E., & Akponikpé, I. (1999). Changement climatique et impacts et impact sur la production du maïs(Zea mays) au Sud Benin.

Agossou, D. (2012). Perception of climate disruption, local knowledge and adaptation strategies of Benin farmers. African Crop Science Journal, 20(Suppl. 2), 565-588.

Asayehegn, K., Temple, L., Sanchez, B., & Iglesias, A. (2017). Perception of climate change and farm level adaptation choices in central Kenya, Cahiers Agricultures, 26: 25003.

Bagula, E., Mapatano, K., Katcho, & Nacigera, G. (2013). Efficience des techniques de gestion de l'eau et de fertilité des sols sur le rendement du maïs dans les régions semi-arides : cas de la plaine de la Ruzizi (Sud-Kivu, République Démocratique du Congo),VertigO-Sciences de l'environnement,Septembre 2013.

Balasha, A. M., Katungo, J.-H. K., Balasha, B. M., Masheka, L. H., Ndele, A. B., Cirhuza, V., . . . Bismwa, B. (2021). « Perception et stratégies d'adaptation aux incertitudes climatiques par les exploitants des zones marécageuses au Sud-Kivu". VertigO,Vol21 No1 / mai 2021.

Bambara, D. A., Hien, D., Masse, A. T., & Hien, V. (2013). Perceptions paysannes des changements climatiques et leurs conséquences socio-environnementales à Tougou et Donsin, climats sahélien et sahélo-soudanien du Burkina Faso, Bulletin de la Recherche Agronomique du Benin,74,pp.8-16.

Banque Mondiale. (2008). L'agriculture au service du développement, rapport sur le développement dans le monde, Banque mondiale, Washington, 36 p.

Banque Mondiale,Rappord Annuel 2013.

Barry, S., 2016, Déterminants socioéconomiques et institutionnels de l'adoption des variétés améliorées de maïs dans la région du Centre-sud du Burkina Faso, Revue d'Economie Théorique et Appliquée, vol. 6, N 2, pp. 221-23

Bennour, H. A., Bensidhoum, Z., & Mecheri, K. E.(2017). Impacts du changement climatique sur la production des agrumes dans la Wilaya de Bejaia(1983à2016).

Biancamaria, S., Mballo, M., Moigne, P. L., Pérez, J. M., Espitalier-Noël, G., Grusson, Y., & Barathieu, F. (2019). Total water storage variability from GRACE mission and hydrological models for a 50,000 km^2 temperate watershed: the Garonne River basin (France).Journal of Hydrology:Regional Studies,24,100609.

Bryan, E., Ringler, C., Okoba, B., Koo, J., Herrero, M., & Silvestri, S. (2013). Can agriculture support climate change adaptation, greenhouse gas mitigation and rural livelihoods? Insights from Kenya. Climatic change, 118(2), 151-165.

Clot, N. (2008). Changement climatique au Mali, introduction et développement du thème Changement climatique dans la Délégation Intercooperation Sahel, avril 2008. 27p.

Dawson, J. F., González-Romá, V., Davis, A., & West, M. A. (2008). Organizational climate and climate strength in UK hospitals. European Journal of Work and Organizational Psychology, 17(1), 89-111.

Doukpolo, B. (2014). Changements climatiques et productions agricoles dans l'Ouest de la République Centrafricaine. Sciences de la Terre. Université de Abomey-Calavi; Docteur en Géographie et Géosciences de l'Environnement (Agroclimatologie et Développement).

Emmanuel, T. (2007). L'agroforesterie, des arbres et des champs éd. L'Harmattan, p.156. CIRAD.

Fagnart, J., & Hamaide, B. (2012). Environnement et développement économique : Introduction. Reflets et perspectives de la vie économique, LI, 5-8.

Fahad, S., & Wang, J. (2018). Farmers' risk perception, vulnerability, and adaptation to climate change in rural Pakistan. Land Use Policy 79, 301–309.

FAO, & PAM. (2022). Trente-sixième session, conférence régionale pour l'Asie et le Pacifique, Dacca, (Bangladesh), Informations actualisées sur l'élaboration de la nouvelle Stratégie de la FAO relative au changement climatique, p2.

FAO, FIDA, & PAM. (2014). L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2014.Créer un environnement plus propice à la sécurité alimentaire et à la nutrition. Rome, FAO.

FAO. (2009). Food Security and Agricultural Mitigation in Developing Countries: Options for capturing synergy.

GIEC. (2001). Incidences de l'évolution du climat dans les régions : Rapport spécial sur l'Evaluation de la vulnérabilité en Afrique. Island Press, Washington. 53 p.

GIEC. (2001). Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité, Résumé à l'intention des décideurs, GIEC, Genève, 101 p.

GIEC. (2007). Changements climatiques 2007: Impacts, Adaptation et Vulnérabilité, Résumé à l'intention des décideurs, GIEC Cambridge, 22 p.

GIEC. (2014). Changements climatiques 2014 .Incidences, Adaptation et vulnérabilité.Résumé à L'intention des décideurs.

GIZ. (2014). Etude sur la vulnérabilité nationale au Changement climatique " Adaptation au Changement climatique pour la protection des ressources en Eau".

Gowda, P. H., Steiner, J., Olson, C., Boggess, M., Farrigan, T., & Grusak, M. A. (2018). Chapter 10 : Agriculture and Rural Communities. Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: The Fourth National Climate Assessment, Volume II. U.S. Global Change Research Program.

Guedegbe, T., Sinsin, T., & Doukkali, M. (2018). La neutralité en termes de dégradation des terres en Afrique est-elle envisageable . PB-18/31 Policy Brief.p2.

Heuzé, G. (1891). La pratique de l'agriculture. La Maison rustique, Paris, 2 t. 351 et 360 p.

IGEBU. (2018). Etude sur la variabilité et changement climatique au Burundi :Impacts et Options d'adaptation.

IPCC. (2001). Incidences de l'évolution du climat dans les régions. Rapport Spécial sur l'Évaluation de la vulnérabilité en Afrique. Washington: Island Press, 53 p.

IPCC. (2014). 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.)]. IPCC, Geneva, Switzerland,151pp.

ISTEEBU. (2008). Recensement Général de la Population et de l'habitat.

Janowiak, M. K., Dostie, D. N., Wilson, M. A., Kucera, M. J., Skinner, R. H., Hatfield, J. L., . . . Swanston, C. W. (2016). Adaptation Resources for Agriculture : Responding to Climate Variability and Change in the Midwest and Northeast(USDA),72.

Kabore, P. N., Barbier, B., Ouoba, P., Kiema, A., Some, L. & Ouedraogo, A. (2019). Perceptions du changement climatique, impacts environnementaux et stratégies endogènes d'adaptation par les producteurs du Centre-nord du Burkina Faso. VertigO, 19(1)

Mahomud, M.S., Sheikh, M., Kumar, A., & Islam, M. (2010). The effects of mushroom powder on the quality of cake. Progressive Agriculture, 2010.

Makate, C. W., Rongchang, Makate, M., & Mango, N. (2016). Crop diversification and livelihoods of smallholder farmers in Zimbabwe : adaptive management for environmental change. Springer Plus 5 :1135, .

Mazoyer, M. (1985). Rapport de synthèse du Comité Systèmes Agraires. Dot. provisoire. Ministère de la Recherche, 16 p.

MEEATU. (2013). Stratégie nationale et plan d'action sur le changement climatique.p9.

Mertz, O., Padox, C., & Jefferson, F. (2009). Sweden change in Southeast Asia: understanding causes and consequences. Human Ecology, 37(3), 259-264.

MINATTE. (2007). Plan d'action national d'adaptation au changement climatique.p27.

MINATTE. (2009). Plan d'action national d'adaptation aux changements climatique.p8.

MINEAGRIE. (2019). Troisième communication nationale sur les changements climatiques, p60-61.

Morel, J. L., Séré, G., Schwartz, C., Ouvrard, S., Sauvage, C., & Renat, J. C. (2008). Soil construction: a step for ecological reclamation of derelict lands. Journal of soils and sediments, 8(2), 130-136.

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.

Ntamwira, J., Pypers, P., Asten, P., & Vanlauwe, B. (2014). Effect of banana leaf pruning on banana and legume yield under intercropping in farmers' fields in eastern Democratic Republic of Congo, Journal of Horticulture and Forestry, 6, 9, pp. 72-80.

OBPE, & MINEAGRIE. (2022). Premier rapport biennal actualisé sur le changement climatique.Avril 2022.

Ofuoku, A. (2011). . Rural farmers' perception of climate change in central agricultural zone of delta state, Nigeria,Indonesian journal of agricultural, 12, 2, pp. 63-69.

Opiyo, F., Wasonga O.V., Nyangito M.M. , Mureithi S.M., Obando, J. & Munang R. , 2016, Determinants of perceptions of climate change and adaptation among Turkana pastoralists in northwestern Kenya, Climate and Developement, 8, pp. 179-189.

Ouédraogo, A., & Thiombiano, A. (2012). Regeneration pattern of four threatened tree species in Sudanian savannas of Burkina Faso. Agroforestry Systems, 86(1), 35-48.

Ouédraogo, M., Dembélé Y. & Somé, L. 2010, Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements des précipitations : cas des paysans du Burkina Faso, Sécheresse, 21, 2, pp. 87-96.

Ouwagalé, E. (2006). Changements climatiques dans le Bénin méridional et central: indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire. Cotonou: Thèse de Doctorat, LECREDE/ FLASH/ EDP/ UAC, 302p.

Penda, S., Synnevåg, G., Moro, S., Madian, D. Y., Laban, K., Fatou, T., . . . Sali, O. (2020). Perceptions paysannes des impacts du changement climatique sur les ressources et les systèmes de production:Cas du cercle de Yélimané au Mali.

Penda, S., Synnevåg, G., Moro, S., Madian, D. Y., Laban, K., Traoré Fatou, S. M., . . . Sali, O. (2020). Perceptions paysannes des impacts du changement climatique sur les ressources et systmes de productionCas du cercle Yélimané au Mali.

Pinheiro, C., Longatto-Filho, A., Scapulatempo, C., Ferreira, L., Martins, S., Pellerin, L., & Baltazar, F. (2008). Increased expression of monocarboxylate transporters 1, 2, and 4 in colorectal carcinomas. Virchows Archiv, 452(2), 139-146.

PNUD. (2008). Rapport mondial sur le développement humain 2007-2008, la lutte contre le changement climatique: un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé, New York, PNUD. 391 p.

Salami, O., Abdul, B. K., & Brixiova, Z. (2010). Smallholder Agriculture in East Africa: Trends, Constraints and Opportunities. Geoscience and Environment Protection. Vol No. 105. April 2010.

Sale, A., Folefack D.P., Olwoyere G.O., Lenah W. N. , Lendzemo W.V. &Wakponou, A. 2014, Changements climatiques et déterminants d'adoption de la fumure organique dans la région semi-aride de Kibweri au Kenya, International Journal of Biological and Chemical Sciences 8, 2, pp. 680-694

Sarr, B., Atta, S., Ly, M., Salack, S., Ourback, T., Subsoil, S., & D., G. (2015). Adaptating to climate variability and change in smallholder farming communities : a case study from Burkinafaso , chad and Niger , Journal of agricultural extension and rural development,1,pp.418-429.

Sebillotte, M. (1970). Modifications in crop rotations bound up with the use of herbicides. Modifications in crop rotations bound up with the use of herbicides., 235-2.

Sebillotte, M. (1974). Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. Cah. ORSTOM, sér. Biol.: 3-25.

Shinbrot, X. A., Jones, K. W., Rivera ,C. A., Lopez-Baez, W., & Okima, D. S. (2019). Smallholder Farmer Adoption of Climate-Related Adaptation Strategies: The Importance of Vulnerability Context, Livelihood Assets, and Climate Perceptions. Environmental management,63:583-595.

Torquebiau, E. (2017). Climate-smart agriculture : pour une agriculture climato-compatible, Cahiers Agricultures, 26 : 66001.

Tull, J. (1731). The New Horse-Houghing Husbandry : or an Essay on the Principles of Tillage and Vegetation. Dublin, 88 p.

Uddin, G. A., Salahuddin, M., Alam, K., & Gow, J. (2017). . Ecological footprint and real income: panel data evidence from the 27 highest emitting countries. Ecological Indicators, 77, 166-175.

United States Agency for International Development (USAID), Climate risk in Democratic Republic of Congo : Country risk profile, 6 p.

USAID. (2014). Adaptation de l'Agriculture au Changement climatique dans le Sahel. Profils des pratiques de gestion agricole. Projet Résilience Africaine et Latino-Américaine au Changement Climatique (ARCC), août 2014, 64p.

Woodfine, A. (2009). L'Adaptation au Changement Climatique et l'Atténuation de ses effets en Afrique Subsaharienne au moyen des pratiques de gestion durable des terres. Guide d'orientation – version 1.0. .

ANNEXES

Résultats du modèle logit

Simple régression logistique

Logistic regression — Number of obs = 96; LR chi2(12) = 46.13; Prob > chi2 = 0.0000; Log likelihood = -13.102669; Pseudo R2 = 0.6377

Adoptnouvart	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Debutardpl~e	-1.477296	1.478193	-1.00	0.318	-4.374501	1.419909
Irregularp~e	.1675972	1.30076	0.13	0.897	-2.381846	2.71704
Departprec~e	.379796	1.544595	0.25	0.806	-2.647555	3.407147
Prolifrava~t	4.955677	2.135971	2.32	0.020	.7692512	9.142102
Baissproduct	-1.316333	.7858781	-1.67	0.094	-2.856625	.2239602
Sex	4.346933	2.125698	2.04	0.041	.1806415	8.513224
Ag	.1595014	.1232659	1.29	0.196	-.0820953	.4010981
Situatmatr	1.06321	1.379396	0.77	0.441	-1.640357	3.766777
Niveducat	-.8473102	1.566805	-0.54	0.589	-3.918191	2.223571
Tailmenage	-.29699	.5563841	-0.53	0.593	-1.387483	.7935029
Superfcie	.2617773	.1434216	1.83	0.068	-.0193239	.5428785
Infochanclim	.4363826	1.64318	0.27	0.791	-2.784191	3.656957
_cons	-6.438088	8.338521	-0.77	0.440	-22.78129	9.905113

Logistic regression — Number of obs = 96; LR chi2(12) = 34.06; Prob > chi2 = 0.0007; Log likelihood = -47.411326; Pseudo R2 = 0.2643

Augmentemb~v	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Debutardpl~e	2.717856	1.007042	2.70	0.007	.7440886	4.691622
Irregularp~e	-1.532296	.833562	-1.84	0.066	-3.166048	.1014553
Departprec~e	-1.204923	.7667808	-1.57	0.116	-2.707786	.2979397
Prolifrava~t	-.7670379	.7484488	-1.02	0.305	-2.233971	.6998949
Baissproduct	.1709714	.1462676	1.17	0.242	-.1157079	.4576507
Sex	.2875287	.9570053	0.30	0.764	-1.588167	2.163225
Ag	.0375983	.0472348	0.80	0.426	-.0549802	.1301767
Situatmatr	-2.676056	.8475343	-3.16	0.002	-4.337193	-1.014919
Niveducat	-1.263091	.8314644	-1.52	0.129	-2.892731	.3665493
Tailmenage	-.1367063	.195505	-0.70	0.484	-.5198891	.2464765
Superfcie	-.0184472	.0513524	-0.36	0.719	-.1190961	.0822017
Infochanclim	.7145368	.7957319	0.90	0.369	-.8450692	2.274143
_cons	.0472773	3.118181	0.02	0.988	-6.064246	6.1588

Logistic regression — Number of obs = 96; LR chi2(12) = 61.52; Prob > chi2 = 0.0000; Log likelihood = -14.064449; Pseudo R2 = 0.6862

Divercult	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Debutardpl~e	.8015503	1.868623	0.43	0.668	-2.860883	4.463983
Irregularp~e	5.781328	3.165792	1.83	0.068	-.4235098	11.98617
Departprec~e	-5.221681	3.401149	-1.54	0.125	-11.88781	1.444449
Prolifrava~t	-7.711945	3.727243	-2.07	0.039	-15.01721	-.4066829
Baissproduct	-.2228636	.576287	-0.39	0.699	-1.352365	.9066381
Sex	5.658982	2.680769	2.11	0.035	.4047705	10.91319
Ag	-.0695641	.1632339	-0.43	0.670	-.3894965	.2503684
Situatmatr	9.675348	3.974486	2.43	0.015	1.885497	17.4652
Niveducat	6.745034	3.841183	1.76	0.079	-.7835469	14.27361
Tailmenage	-1.61218	.9178166	-1.76	0.079	-3.411068	.1867073
Superfcie	-.0785109	.0963229	-0.82	0.415	-.2673004	.1102785
Infochanclim	3.195502	2.16815	1.47	0.141	-1.053995	7.444999
_cons	13.15612	14.04345	0.94	0.349	-14.36853	40.68077

Logistic regression — Number of obs = 96; LR chi2(12) = 38.27; Prob > chi2 = 0.0001; Log likelihood = -40.488822; Pseudo R2 = 0.3209

irrigation	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Debutardpl~e	-.5706589	.873157	-0.65	0.513	-2.282015	1.140697
Irregularp~e	-.494306	1.043365	-0.47	0.636	-2.539265	1.550653
Departprec~e	-2.943769	.8888331	-3.31	0.001	-4.68585	-1.201688
Prolifrava~t	-1.88333	.8363382	-2.25	0.024	-3.522523	-.2441375
Baissproduct	.4199692	.1897172	2.21	0.027	.0481304	.7918079
Sex	3.286033	1.161661	2.83	0.005	1.009219	5.562847
Ag	-.0492354	.056621	-0.87	0.385	-.1602106	.0617398
Situatmatr	-.9135239	.8031062	-1.14	0.255	-2.487583	.6605353
Niveducat	.9113031	.757865	1.20	0.229	-.574085	2.396691
Tailmenage	.0620932	.2062652	0.30	0.763	-.3421791	.4663656
Superfcie	-.1444535	.0628491	-2.30	0.022	-.2676355	-.0212715
Infochanclim	.5702288	.8098518	0.70	0.481	-1.017051	2.157509
_cons	4.137442	3.668463	1.13	0.259	-3.052613	11.3275

Logistic regression — Number of obs = 96; LR chi2(12) = 58.50; Prob > chi2 = 0.0000; Log likelihood = -27.786024; Pseudo R2 = 0.5128

Luttraditi~l	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Debutardpl~e	-.0976788	.9953982	-0.10	0.922	-2.048623	1.853266
Irregularp~e	-1.638363	1.395069	-1.17	0.240	-4.372647	1.095921
Departprec~e	5.241114	1.407613	3.72	0.000	2.482243	7.999985
Prolifrava~t	3.716449	1.098538	3.38	0.001	1.563353	5.869544
Baissproduct	.5374751	.2491531	2.16	0.031	.049144	1.025806
Sex	-3.486093	1.381209	-2.52	0.012	-6.193212	-.7789733
Ag	.0328267	.0637476	0.51	0.607	-.0921162	.1577696
Situatmatr	.2456152	.8012783	0.31	0.759	-1.324861	1.816092
Niveducat	-1.233358	.9311812	-1.32	0.185	-3.05844	.5917232
Tailmenage	.3161726	.2861313	1.10	0.269	-.2446344	.8769795
Superfcie	-.1015652	.0781509	-1.30	0.194	-.2547382	.0516077
Infochanclim	-2.592013	1.09741	-2.36	0.018	-4.742897	-.4411287
_cons	-5.420081	4.773696	-1.14	0.256	-14.77635	3.93619

Logistic regression — Number of obs = 96; LR chi2(12) = 48.18; Prob > chi2 = 0.0000; Log likelihood = -29.89589; Pseudo R2 = 0.4462

Intensutil~t	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Debutardpl~e	.6555658	1.301217	0.50	0.614	-1.894773	3.205905
Irregularp~e	-1.4083	1.212879	-1.16	0.246	-3.785499	.9688982
Departprec~e	-3.106029	1.129429	-2.75	0.006	-5.319669	-.8923887
Prolifrava~t	-2.195088	.9694157	-2.26	0.024	-4.095108	-.2950684
Baissproduct	.3677585	.1935143	1.90	0.057	-.0115226	.7470396
Sex	6.889999	2.003329	3.44	0.001	2.963547	10.81645
Ag	-.0949779	.0686394	-1.38	0.166	-.2295087	.0395529
Situatmatr	-3.000824	1.395247	-2.15	0.031	-5.735458	-.2661904
Niveducat	-5.608233	1.845604	-3.04	0.002	-9.22555	-1.990916
Tailmenage	.2447261	.2644126	0.93	0.355	-.2735131	.7629653
Superfcie	.2281081	.0892849	2.55	0.011	.053113	.4031032
Infochanclim	1.73296	.999918	1.73	0.083	-.2268431	3.692763
_cons	-1.027844	4.18254	-0.25	0.806	-9.225471	7.169783

Effets marginaux

Marginal effects after logit
y = Pr(Adoptnouvart) (predict)
= .99716771

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P>|z|	[95% C.I.]		X
Debuta~e*	-.0029679	.00509	-0.58	0.560	-.012946	.00701	.791667
Irregu~e*	.0005036	.00437	0.12	0.908	-.008067	.009074	.864583
Depart~e*	.0012093	.00564	0.21	0.830	-.009845	.012264	.802083
Prolif~t*	.1037828	.11488	0.90	0.366	-.121382	.328947	.75
Baissp~t	-.0037177	.00556	-0.67	0.504	-.014618	.007183	4.47917
Sex*	.0708659	.08729	0.81	0.417	-.100211	.241943	.760417
Ag	.0004505	.00079	0.57	0.568	-.001096	.001997	57.2188
Situat~r*	.0037899	.00851	0.45	0.656	-.012884	.020463	.677083
Nivedu~t*	-.0032331	.00977	-0.33	0.741	-.022391	.015925	.177083
Tailme~e	-.0008388	.00183	-0.46	0.647	-.004432	.002754	6.02083
Superf~e	.0007393	.00117	0.63	0.526	-.001544	.003023	14.9896
Infoch~m*	.0010651	.00406	0.26	0.793	-.006888	.009018	.145833

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

Marginal effects after logit
y = Pr(Augmentemblav) (predict)
= .36289553

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P>|z|	[95% C.I.]		X
Debuta~e*	.4387245	.10772	4.07	0.000	.227602	.649847	.791667
Irregu~e*	-.3653728	.18047	-2.02	0.043	-.719094	-.011651	.864583
Depart~e*	-.2898105	.1794	-1.62	0.106	-.641421	.0618	.802083
Prolif~t*	-.1832903	.18112	-1.01	0.312	-.538288	.171707	.75
Baissp~t	.039529	.03364	1.17	0.240	-.026408	.105466	4.47917
Sex*	.0649626	.21013	0.31	0.757	-.346893	.476818	.760417
Ag	.0086928	.01091	0.80	0.425	-.012682	.030068	57.2188
Situat~r*	-.5835705	.14175	-4.12	0.000	-.861395	-.305746	.677083
Nivedu~t*	-.2483477	.13056	-1.90	0.057	-.504243	.007548	.177083
Tailme~e	-.0316068	.04528	-0.70	0.485	-.120361	.057147	6.02083
Superf~e	-.004265	.01187	-0.36	0.719	-.02753	.018999	14.9896
Infoch~m*	.1727125	.19635	0.88	0.379	-.212125	.55755	.145833

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

Marginal effects after logit
y = Pr(Divercult) (predict)
= .99580415

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P>|z|	[95% C.I.]		X
Debuta~e*	.004332	.01541	0.28	0.779	-.025864	.034528	.791667
Irregu~e*	.3824537	.39116	0.98	0.328	-.384204	1.14911	.864583
Depart~e*	-.0116407	.02061	-0.56	0.572	-.05203	.028749	.802083
Prolif~t*	-.0281421	.03911	-0.72	0.472	-.104801	.048516	.75
Baissp~t	-.0009312	.0022	-0.42	0.672	-.005248	.003386	4.47917
Sex*	.2364449	.2371	1.00	0.319	-.228256	.701146	.760417
Ag	-.0002907	.00074	-0.39	0.693	-.001736	.001155	57.2188
Situat~r*	.7466042	.16892	4.42	0.000	.415524	1.07768	.677083
Nivedu~t*	.0137045	.02295	0.60	0.550	-.031278	.058687	.177083
Tailme~e	-.0067361	.01143	-0.59	0.555	-.02913	.015658	6.02083
Superf~e	-.000328	.00071	-0.47	0.642	-.00171	.001054	14.9896
Infoch~m*	.0063951	.01236	0.52	0.605	-.017837	.030627	.145833

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

Marginal effects after logit
y = Pr(irrigation) (predict)
= .24636295

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P>|z|	[95% C.I.]		X
Debuta~e*	-.1143584	.18702	-0.61	0.541	-.48091	.252193	.791667
Irregu~e*	-.0997225	.22616	-0.44	0.659	-.542982	.343537	.864583
Depart~e*	-.6217228	.1448	-4.29	0.000	-.905534	-.337912	.802083
Prolif~t*	-.4035378	.17962	-2.25	0.025	-.755593	-.051483	.75
Baissp~t	.0779749	.03367	2.32	0.021	.011978	.143971	4.47917
Sex*	.3918756	.10462	3.75	0.000	.186821	.59693	.760417
Ag	-.0091414	.01043	-0.88	0.381	-.029588	.011305	57.2188
Situat~r*	-.1818949	.16963	-1.07	0.284	-.514357	.150567	.677083
Nivedu~t*	.1913428	.17277	1.11	0.268	-.147276	.529962	.177083
Tailme~e	.0115287	.03823	0.30	0.763	-.063407	.086464	6.02083
Superf~e	-.0268204	.0112	-2.40	0.017	-.048768	-.004873	14.9896
Infoch~m*	.1160254	.17683	0.66	0.512	-.23056	.462611	.145833

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

Marginal effects after logit
y = Pr(Luttraditionl) (predict)
= .8406659

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P>|z|	[95% C.I.]		X
Debuta~e*	-.0128319	.12881	-0.10	0.921	-.265299	.239635	.791667
Irregu~e*	-.1473868	.08488	-1.74	0.082	-.313743	.018969	.864583
Depart~e*	.8639966	.09172	9.42	0.000	.684235	1.04376	.802083
Prolif~t*	.6851214	.16084	4.26	0.000	.36988	1.00036	.75
Baissp~t	.071993	.03229	2.23	0.026	.008696	.13529	4.47917
Sex*	-.2908698	.09332	-3.12	0.002	-.473781	-.107958	.760417
Ag	.004397	.00847	0.52	0.604	-.012198	.020992	57.2188
Situat~r*	.0338948	.11277	0.30	0.764	-.187131	.25492	.677083
Nivedu~t*	-.2111809	.19274	-1.10	0.273	-.588942	.166581	.177083
Tailme~e	.0423503	.03865	1.10	0.273	-.033402	.118102	6.02083
Superf~e	-.0136043	.01043	-1.30	0.192	-.034046	.006838	14.9896
Infoch~m*	-.5193804	.22069	-2.35	0.019	-.951918	-.086843	.145833

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

Marginal effects after logit
y = Pr(Intensutilintrant) (predict)
= .09182437

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P>|z|	[95% C.I.]		X
Debuta~e*	.0471097	.08113	0.58	0.561	-.111906	.206125	.791667
Irregu~e*	-.1775387	.21118	-0.84	0.401	-.591437	.236359	.864583
Depart~e*	-.4979249	.20465	-2.43	0.015	-.899028	-.096821	.802083
Prolif~t*	-.2888789	.16669	-1.73	0.083	-.615585	.037828	.75
Baissp~t	.0306684	.01699	1.81	0.071	-.002633	.06397	4.47917
Sex*	.3445227	.09148	3.77	0.000	.165226	.523819	.760417
Ag	-.0079205	.00557	-1.42	0.155	-.018847	.003006	57.2188
Situat~r*	-.3984759	.21962	-1.81	0.070	-.82892	.031968	.677083
Nivedu~t*	-.2134283	.06398	-3.34	0.001	-.338818	-.088038	.177083
Tailme~e	.0204084	.02304	0.89	0.376	-.024756	.065572	6.02083
Superf~e	.0190225	.0075	2.54	0.011	.004327	.033718	14.9896
Infoch~m*	.2347971	.19506	1.20	0.229	-.147515	.617109	.145833

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

Questionnaire d'enquête / adaptation des systèmes de cultures au changement climatique : Cas des systèmes de cultures vivrières en commune de Kabezi

Le présent outil de collecte des données a été élaboré dans le cadre de rassembler les informations relatives aux stratégies d'adaptation adoptées des agriculteurs pour faire face au changement climatique. Il s'adresse spécifiquement aux agriculteurs de la commune de Kabezi, afin de receuillir de leur part la connaissance du phénomène du changement climatique dans cette région, et connaître des stratégies d'adaptation adoptées pour y faire face.

Noms &Prénom de l'enquêteur…… , Date …. /…… /2022

I .Identification de l'enquêté

1. Noms &Prénom de l'enquêté……..N° de l'enquêté…….

2. Zone……colline ……..

II. Variables socio-économiques

1. Age……ans

2. Ancienneté dans la localité :

3. Sexe : 1. Masculin☐ 2. Féminin☐

4. Quel est votre statut matrimonial

1. célibataire ☐ 2.marié ☐ 3.divorcé☐ 4.veuf/veuve ☐

5. Niveau d'étude : 1. Aucun ☐ 2. Primaire ☐ 3.secondaire☐ 4. Université☐

6. Statut de l'acteur dans son ménage : 1. Chef de ménage☐ 2.épouse

7. Quelle est la taille de votre ménage?

2☐ 3 ☐ 4 ☐ Autres ☐

III. Pratiques culturales (information historique)

1. Superficie emblavée au niveau de chaque parcelle et par saison

Superficie en are	Parcelle 1	Parcelle 2	Parcelle 3	Parcelle 4	Autres parcelles
Saison A					
Saison B					
Saison C					

2 .Quelles sont les cultures pratiquées au niveau de chaque parcelle ?

Parcelles / Saisons	Parcelle 1	Parcelle 2	Parcelle 3	Parcelle 4	Autres parcelles
Saison A					
Saison B					
Saison C					

3. Production obtenue au niveau de chaque parcelle (en kg)

Parcelles / Saisons	Parcelle 1	Parcelle 2	Parcelle 3	Parcelle 4	Autres parcelles
Saison A					
Saison B					
Saison C					

- Pouvez-vous nous expliquer ces variabilités de cultures au niveau des parcelles et au niveau des saisons ……..……..……

II .Informations sur le Changement climatique

1. Avez-vous remarqué un changement climatique au cours des dernières années ? Oui ☐ Non ☐

Si, oui, Quelles sont ses manifestations ? .....

Début tardif des pluies ☐ baisse de la pluviométrie ☐ Arrêt précoce des pluies ☐ Autres (à préciser) ☐

2 .Quels sont les événements extrêmes avez-vous vécus ces 20 dernières années? (terminologie, manifestation et période/années)

- Sécheresse ……..……

- Excès de pluviométrie et inondations……..……

3. Le changement climatique par ces évènements, a-t-il eu un effet sur les rendements, la production et le revenu agricole ? Oui ☐ Non ☐

Si oui, lequel.....

4 .Quel d'après vous, le facteur qui a le plus d'effet sur la production agricole (Par ordre d'importance)?

Précipitations ☐ température ☐ sol ☐ Autres (à préciser) ☐

III. Adaptation et .évolution des pratiques culturales au cours de ces 20 dernières années

1 .Quelles sont les stratégies que vous aviez adoptées ou lutter contre les effets des sécheresses vécues?

……..…… ……

2. Quelles sont les stratégies que vous aviez adoptées ou lutter contre les effets des excès de pluies ou des inondations? ……..…….

Evolution des saisons et des pratiques culturales

3. Les saisons agricoles se déroulent-elles de la même façon qu'auparavant? Oui ☐ Non ☐

Comment et pourquoi…….

4. La durée de mise en jachère de la terre d'exploitation est la même qu' auparavant? Oui ☐ Non ☐

Comment…….....

Pratiques culturales

5. Quelle est la superficie emblavée au niveau de chaque parcelle ?

Superficie en are	Parcelle 1	Parcelle 2	Parcelle 3	Parcelle 4	Autres parcelles
Saison A					
Saison B					
Saison C					

6 .Quelles sont les cultures pratiquées au niveau de chaque parcelle et par saison ?

Cultures Saisons	Parcelle 1	Parcelle 2	Parcelle 3	Parcelle 4	Autres parcelles
Saison A					
Saison B					
Saison C					

7 .Y-a-t-il des cultures nouvellement introduites? Oui ☐ Non ☐

Si Oui lesquelles et pourquoi? ……..……..

8 .Y-a-t-il des cultures abandonnées?

Oui ☐ Non ☐ Si Oui, lesquelles et pourquoi ?……...

9. Production au niveau de chaque parcelle (en kg)

Superficie en are	Parcelle 1	Parcelle 2	Parcelle 3	Parcelle 4	Autres parcelles
Saison A					
Saison B					
Saison C					

Si, variation, les causes des variations ……..……

V .Information et adaptation changement climatique

1. Etes-vous informés des changements climatiques futurs? Oui ☐ Non ☐

   Si Oui, par qui?

   Service Publique ☐ ONG locale ☐ Agent d'encadrement agricole ☐ Membre de la famille ☐ Autres moyen (à préciser) ☐

2. Quels sont les indicateurs écologiques de l'évolution du climat dans votre localité ? .....

3. Prenez-vous des mesures d'adaptation au changement climatique ? Oui ☐ Non ☐

Si Oui, lesquelles?.....

Indicateurs d'impact du changement climatique	Mesures d'adaptation

4. Quelle période climatique avancez-vous vers.....

5. Prenez-vous des décisions conséquentes à l'évolution du climat, dans la préparation et le suivi de la campagne agricole? Oui ☐ Non ☐

Si Oui, Lesquelles ? .....

6. Quelles sont les contraintes majeures vous empêchant d'adapter votre agriculture au changement climatique? .....

Merci