

## **Adaptation endogène des agroécosystèmes et de la sécurité alimentaire aux perturbations et changement climatiques au Sud-Kivu (RD Congo)**

### **[ Endogenous adaptation of agroecosystems and food security to climate change and perturbation in South-Kivu (DR Congo) ]**

**BYENDA Mutuga Bienfait<sup>1</sup>, KANYENGA Lubobo Antoine<sup>2</sup>, BALUKU Bajope Jean Pierre<sup>3</sup>, MUNYULI Mushambanyi Theodore<sup>4</sup>, and BABOY Longanza Louis<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Université de Bukavu Centre (UBC), Institut Supérieur d'Études Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV-Mushweshwe), Unité de Recherche et d'Enseignement en Environnement et Agrosociétés (UREA), RD Congo

<sup>2</sup>Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi (UNILU), RD Congo

<sup>3</sup>Université de Bukavu centre (UBC) et Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN-Lwiro), RD Congo

<sup>4</sup>Institut Supérieur d'Étude Médicale (ISTM-Bukavu) et Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN-Lwiro), RD Congo

---

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** The study in relationship with endogenous adjustment of agroecosystems and security feeding to climate change and perturbation has been conducted to South-Kivu throughout an investigation by questionnaire near 422 chiefs of agricultural households in the global purpose to contribute to a lasting management of agroecosystems and the comprehension of dynamic functioning of exploitations of natural resources throughout the identification of strategies set by the agricultural household to fight against harmful effects of climate perturbation in their activities. The study has shown that in South-Kivu, adjustment strategies are especially reactive and their adoption by agroecosystems exploiters is very slow and in the government programs, the adjustment of the sector of the feeding production to climate change is not yet among priorities. This conducts to encourage political deciders, farmers and Scientists to set agroecological techniques and practices the systems of assurances to agricultural risks and installs the precocious alert system in each territory to warman inform agricultural on the evolution of environmental parameters.

**KEYWORDS:** Adjustment strategies, climate change, agroecosystems, farmer, feeding production, agroecological practices.

**RÉSUMÉ:** L'étude en rapport avec l'adaptation endogène des agroécosystèmes et de la sécurité alimentaire aux perturbations et changement climatiques a été conduite au Sud-Kivu à travers une enquête par questionnaire auprès de 422 chefs de ménages agricoles dans l'objectif global de contribuer à la gestion durable des agroécosystèmes et la compréhension de la dynamique du fonctionnement des exploitations des ressources naturelles à travers l'identification des stratégies mis en place par les paysans agriculteurs pour faire face aux effets néfastes des perturbations climatiques sur leurs activités. Cette étude a montré qu'au Sud-Kivu, les stratégies d'adaptation sont surtout réactives et leur adoption par les exploitants des agroécosystèmes est lente et dans les programmes du gouvernement, l'adaptation du secteur de production alimentaire au changement climatique n'est pas encore parmi les priorités. Ceci conduit à encourager les décideurs politiques, les fermiers et les scientifiques à mettre en place les techniques et pratiques agroécologiques, les systèmes des assurances aux risques agricoles et installer le système d'alerte précoce dans chaque territoire pour avertir et informer les agriculteurs sur l'évolution des paramètres environnementaux.

**MOTS-CLEFS:** Stratégies d'adaptation, changement climatique, agroécosystèmes, agriculteurs, production alimentaire, pratiques agroécologiques.

## 1 INTRODUCTION

Les changements et perturbations climatiques et leurs impacts constituent de nos jours l'un des sujets les plus préoccupants pour la communauté scientifique internationale et la société civile. Le continent africain est soumis à un climat fortement variable et imprévisible, ce qui fragilise les systèmes agricoles qui ne répondent plus aux pressions actuelles du climat (Yegbemey et al., 2014). Les populations rurales dépendant principalement des activités agricoles pour subvenir à leurs multiples besoins subissent les effets néfastes des fluctuations des facteurs climatiques. Les incidences des variabilités climatiques sur les écosystèmes gérés et sur leurs différentes productions, sur la sécurité alimentaire, l'économie et la vie de chaque jour peuvent parfois être dramatiques. Au seuil de sévérité, leurs conséquences peuvent être irréversibles.

Ces variabilités et changements climatiques représentent un défi majeur à l'adaptation des agroécosystèmes, de la production agricole et de la sécurité alimentaire, bases de la stabilité et de la promotion de la vie dans les milieux ruraux (Byenda, 2016).

La capacité d'adaptation constitue l'élément essentiel d'un système soumis aux conditions contraignantes comme la fluctuation de la température et de la pluviosité. Elle mérite de ce fait, une attention particulière pour les scientifiques, les décideurs et les acteurs de développement. Selon IPCC (2001) l'adaptation est un ajustement des systèmes naturels ou humains, suite à des stimuli climatiques réels ou attendus ou à leurs effets, qui réduit les effets nocifs ou exploite les possibilités bénéfiques (Kengoum, 2013). L'adaptation désigne donc un processus d'action au sein d'un système (ménage, communauté, groupe, secteur, région et pays) lui permettant de mieux résister, de mieux gérer et de mieux s'ajuster à certaines évolutions comme le stress, le danger, le risque ou l'opportunité (Sogoba et al., 2014). Et Nefzi (2012) de souligner que l'adaptation implique un changement des pratiques agricoles en réponse à un changement des conditions climatiques et suppose que les agriculteurs ont accès aux pratiques et aux technologies alternatives qui sont déjà pratiquées ailleurs.

Dans cet article, l'adaptation endogène est un processus d'ajustement des systèmes agricoles et des habitudes alimentaires permettant de gérer rationnellement les incidences de la forte variabilité tant temporelle, spatiale que qualitative et quantitative des facteurs climatiques. L'ajustement fait intervenir les pratiques et savoirs paysans qui sont transmis d'une génération à l'autre. Les connaissances locales doivent, de ce fait, être valorisées pour renforcer l'adaptation qui est un élément crucial dans un contexte des milieux vulnérables aux variabilités climatiques. C'est à travers ces connaissances et savoirs que les pratiques et techniques culturelles, les habitudes alimentaires etc. sont transmises dans l'histoire des générations. Il est nécessaire de tenir compte non seulement de la disponibilité des connaissances endogènes et exogènes mais également de leur accessibilité pour définir les stratégies d'adaptation. Les stratégies que les populations développent pour s'adapter aux effets néfastes des perturbations et changement climatiques sont diversifiées. Dans cet angle, Sabaï et ses collaborateurs (2014) ont identifié soixante-trois mesures d'adaptation développées par les béninois dans la gestion de la fertilité des sols face au changement climatique qui vont de la prière adressée aux divinités à la diversification des activités génératrices de revenu et dépendent du niveau de prospérité du producteur.

Le Sud-Kivu présente, en raison de son étendue et son relief, une grande diversité des zones agroécologiques très favorables à l'agriculture (Kanyenga, 2012) cependant, ses agroécosystèmes ayant des terres spécialisées dans la production d'une diversité des plantes cultivées sont fragiles et très vulnérables aux fluctuations des facteurs climatiques comme la pluie et la température car son agriculture est essentiellement pluviale. Cette province est transformée par l'histoire et l'évolution des pratiques culturelles qui dégradent la qualité de son sol surtout dans les territoires les plus peuplés. Son paysage agricole connaît plusieurs modifications dues à une pression anthropique sur les ressources naturelles renforcée par les effets néfastes du climat. Alors la question suivante a été posée pour orienter la présente recherche. Quelles sont les effets des perturbations climatiques actuelles et quelles sont les stratégies d'adaptation développées par les paysans agriculteurs du Sud-Kivu pour faire face à ces changements et perturbations climatiques ?

C'est ainsi que l'étude portant sur l'adaptation endogène des agroécosystèmes et de la sécurité alimentaire aux changements et perturbations climatiques au Sud-Kivu a été envisagée. Elle s'inscrit dans le thème en rapport avec les **effets des perturbations climatiques sur les agroécosystèmes, les services écosystémiques et la santé humaine au Sud-Kivu**, afin de contribuer à la gestion durable des ressources naturelles, à la promotion de la sécurité alimentaire et à la compréhension du phénomène changement climatique dans le contexte locale. Spécifiquement cette étude s'intéresse à identifier les stratégies d'adaptation développées par les communautés rurales elles-mêmes pour faire face aux effets du changement climatique dans le secteur de production agricole. Les effets climatiques sur la production agricole, les agroécosystèmes et la sécurité alimentaire seraient diversifiés et multiples stratégies d'adaptation endogènes pour y faire face seraient envisagées par les paysans agriculteurs du Sud-Kivu.

Pour parvenir à la compréhension du phénomène des effets de la fluctuation des facteurs climatiques et des stratégies adoptées par les paysans agriculteurs au niveau locale, un questionnaire d'enquête a été conçu et administré pour récolter les

données y relatives au près des ménages agricoles ciblés dans cinq territoires de huit que compte le Sud-Kivu. Cet article se construit sur trois parties essentielles dont l'*Introduction* qui fait le point sur la problématique, les objectifs et les hypothèses, la *Méthodologie* qui présente le milieu d'étude, les matériels et méthodes, et le dernier point relatif aux *Résultats et discussion* sur les stratégies d'adaptation développées pour faire face aux impacts des perturbations climatiques dans la région.

## 2 CADRE METHODOLOGIQUE

### 2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Le Sud-Kivu est une Province de la République Démocratique Congo située à l'Est entre 00°58'0" de latitude Nord, 4°51'21" de latitude Sud et 26°10'30" de longitude Est dont l'altitude varie entre 700 et 3000m. Sa superficie est de 66 814 Km<sup>2</sup> et la population est de 6 432 984 personnes (Statistique du ministère de l'intérieur de la province du Sud-Kivu, 2015). Cette Province partage ses frontières de l'Est avec trois pays voisins dont la République Rwandaise, la République du Burundi et la Tanzanie ; ce qui ouvre non seulement la Province mais également le pays à la coopération internationale. A l'interne elle est limitée au nord par la province du Nord-Kivu, au Sud par l'ancienne province du Katanga et à l'Ouest par le Maniema. La province du Sud-Kivu compte au total 8 territoires dont Fizi, Uvira, Kabare, Kalehe, Walungu, Shabunda, Mwenga, et Idjwi. Ce dernier est une île dans le lac Kivu. Les territoires de Kabare, Kalehe, Idjwi, Walungu et Uvira ont été ciblés dans le cadre de cette étude car ils font partie des zones les plus vulnérables à la manifestation actuelle du phénomène de variation des facteurs climatiques. Et ils sont les plus peuplés par rapport aux autres territoires avec une densité moyenne de 104,5 (à Kalehe) et 757, 4 (à Idjwi).

### 2.2 MATÉRIEL

Pour réaliser cette étude, les données utilisées ont été obtenues des enquêtes qui ont eu lieu sur terrain pendant deux années consécutives, 2015 et 2016, auprès des agriculteurs ruraux afin d'identifier leurs stratégies d'adaptation aux aléas climatiques. Un questionnaire renfermant des questions ouvertes, semi-ouvertes et fermées a été administré aux chefs de ménages des paysans agriculteurs dont l'âge varie entre 35 et 70 ans. Les observations sur terrain ont complété les informations recueillies par le questionnaire.

### 2.3 MÉTHODES

La taille de l'échantillon de cette étude était de 422 ménages agricoles issus d'une population de 447 522 ménages. La table de TAKTO<sup>1</sup>, pour P = 0.5 et un niveau de confiance de 95% donc t = 1.96 de précision et une marge d'erreur de 0.05, donne l'effectif de l'échantillon de 384 ménages. La marge de 10% a été majorée pour essayer de corriger les éventuels cas de non réponse. C'est pourquoi l'échantillon retenu a été de 422 chefs de ménages. Cet échantillon a été réparti en fonction des effectifs des ménages par territoire. Ainsi, il y a 30 ménages dans le territoire d'Idjwi, 93 à Kabare, 80 à Kalehe, 118 à Walungu et 101 à Uvira retenus pour cette étude. Dans l'échantillon total de 422 personnes, les hommes qui ont participé à l'étude représente 52,61% (soit 222 hommes) et les femmes représentent 47,39% (soit 200 femmes) leur âge est compris entre 35 et 70ans.

Lors de l'enquête, l'itinéraire était choisi après rotation du stylo par terre dans un lieu pris comme centre du territoire et le chercheur devait suivre les deux sens indiqués par les points du stylo avec un intervalle de sondage de cinq maisons. Si les personnes (chefs des ménages) de la maison incluse dans l'intervalle refusent de collaborer avec l'enquêteur c'est la maison suivante qui devait être enquêtée. Si l'homme et la femme, préalablement remplissant les conditions d'éligibilité, sont présents au moment de l'enquête et que tous deux acceptent de répondre à notre questionnaire, un tirage au sort permettait au chercheur de choisir la personne à interroger dans le ménage.

Pour de raison de bonne communication avec l'enquêté(e), les questions étaient traduites en Kiswahili, langue locale de la région et en cas de nécessité en dialectes locales pour certaines questions selon les différents territoires. C'est ainsi que le Kitembo, le Kihavu, le Kifuliro, le Kibembe et le Mashi ont été utilisés selon la spécificité du milieu. Pour les milieux les plus reculés et surtout pour les personnes plus âgées, les entretiens se sont faits, dans la plupart des cas, en présence de trois personnes : l'enquêté, l'interprète et l'enquêteur dans un climat d'intimité et d'assurance que les données sont confidentielles et que l'anonymat sera respecté.

---

<sup>1</sup> <http://www.takto.qc.ca/infotakto/it0402.pdf>

Les données brutes récoltées étaient encodées en Excel 2007. Les fréquences d'occurrence des déclarations des agriculteurs ont été calculées et pour mesurer la force de la relation entre les impacts et les stratégies envisagées, le modèle généralisé linéaire a été utilisé pour déterminer l'influence des connaissances des impacts du changement climatique sur le choix et l'adoption des stratégies d'adaptation. Les analyses préliminaires consistaient à conduire des analyses statistiques descriptives par la détermination des moyennes, écart type, erreur standard de la moyenne, coefficient de variation, maximum, minimum, mode, distribution des facteurs climatiques, les fréquences d'occurrences des stratégies d'adaptation. Toutes les analyses statistiques y compris les modèles généralisés linéaires (GLM), étaient donc construites dans le logiciel STATA version 11 pour Windows 2012.

### **3 RESULTATS**

#### **3.1 LES STRATÉGIES D'ADAPTATION ENDOGÈNE FACE AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

Pour faire face aux effets néfastes des perturbations et changement climatiques, les populations paysannes du Sud-Kivu ne restent pas insensibles. Elles développent des mesures et stratégies endogènes (locales) qui font suite aux connaissances qu'elles ont des impacts des variabilités climatiques.

Il ressort du tableau-1 ci-dessous relatif à la connaissance des stratégies pour adapter les éléments des systèmes de culture, des principales cultures de la province, que le manioc avec 64.21%, le haricot avec 12.79%, le bananier avec 8.76% et le maïs avec 8.29% sont les principales cultures de la région auxquelles s'ajoutent l'ananas qui est une spécialité du territoire d'Idjwi avec 2.84% , le Paddy qui est une spécialité du territoire d'Uvira 1.89% et le café qui se trouve plus représenté comme culture principale par certains agriculteurs du territoire de Kalehe. L'arachide, le soja, le sorgho etc., sont des cultures en voie de disparition dans les territoires en étude. La majorité des paysans agriculteurs (59.95%) affirment qu'ils pratiquent actuellement les semis tardifs pour la plupart des principales cultures de la région ( $\chi^2 = 31.36, P < 0.001$  Df = 4) à cause de l'incertitude et d'autres (23.93%) préfèrent pratiquer les semis précoces ( $\chi^2 = 27,36, P < 0.001$  Df = 4). La cause majeure de changement de la densité de semi dans tous les territoires est, selon 63.27% des enquêtés, la réduction des rendements des cultures suite aux aléas climatiques et aux bioagresseurs ( $\chi^2 = 35.94, P < 0.001$  Df = 4). Beaucoup d'agriculteurs (78.90%) ont actuellement changé la densité de semi étant donné que le rendement actuel des cultures est estimé très réduit ( $\chi^2 = 56.08, P < 0.001$  Df = 4) au point que certains agriculteurs (43.83%) pratiquent plus de ressemis dans une seule campagne agricole pendant que d'autres (43.81%) en pratiquent très moins. Cette pratique de ressemis est très significativement diversifiée dans tous les territoires ( $P < 0.05$ ).

La cause majeure de l'abandon de certaines cultures, selon 52.13% des agriculteurs est le mauvais rendement ( $\chi^2 = 64.72, P < 0.001, Df = 4$ ), bien que les variétés peu résistantes à la chaleur et celles de cycle long soient aussi entrain d'être abandonnées progressivement. Certaines variétés de riz à haut rendement et le soja sont entrain d'être cultivées dans la pleine de la Ruzizi pour le riz et dans d'autres territoires pour le soja afin de maximiser les récoltes pour la consommation et la vente (40.99% des enquêtés). On trouve que, pour essayer de s'adapter au changement climatique, certains paysans (52.84%) cultivent des variétés locales ( $\chi^2 = 61.55, P < 0.001, Df = 4$ ) et d'autres des variétés améliorées, l'amendement le plus utilisé est de type organique et ils sont rares qui pratiquent le traitement phytosanitaire alors que la majorité (78.19%) préfèrent ne rien appliquer comme traitement des cultures ( $\chi^2 = 46.30 P < 0.001, Df = 4$ ). Les techniques de régénéscences des sols comme l'agroforesterie, le reboisement, la rotation des cultures etc. sont pratiquées de façon disparate par les agriculteurs. Cette faible adoption des techniques de régénéscence des sols fragilise le secteur agricole face aux effets des perturbations climatiques (Tableau-2).

A ces stratégies s'ajoutent au tableau-3, la lutte antiérosive, la construction des diguettes et la protection des bas-fonds mais qui ne sont pas encore très rependues dans la région toutefois la population commence déjà à s'y intéresser actuellement par rapport au passé ( $P < 0.001, Df = 4$ ) et selon les connaissances des beaucoup de paysans (64.69%), une exploitation excessive des bas-fonds est actuellement observable partout dans les territoires ( $\chi^2 = 42.03 P < 0.001, Df = 4$ ). Quelques-uns se lancent dans le petit commerce (34.36%), d'autres comptent sur la diaspora et attendent de l'aide venant des familiers vivants ailleurs dans les villes et autres pays (3.08%) alors que la majorité (62.55%) n'a aucune autre activité alternative et donc vouée à vivre sous le choc des effets du climat. Dans tous les territoires en étude, cette situation reste généralisée ( $P < 0.05$ ). Quant à la connaissance du plan stratégique des actions à mener pour s'adapter aux perturbations climatiques, les données contenues dans le tableau-4 montrent que la majorité (61.13%) des agriculteurs de tous les territoires affirment recourir à Dieu par la prière en cas de retard dans l'arrivée des pluies ( $\chi^2 = 13.74, P = 0.008, Df = 4$ ) et parfois d'autres (22.51%) consultent les devins et les sages lorsque la même situation se présente; c'est ainsi qu'ils développent plus des cultures maraichères (36.25%) surtout sur les surfaces irrigables et dans les parcelles près des maisons d'habitation pendant que chez d'autres (35.07%) le maraichage devient quasi impossible surtout aux endroits où l'irrigation est difficile. C'est pourquoi certains agriculteurs

47.15% pensent que la dispersion des champs ou l'entretien des cultures peuvent les aider à s'adapter. Toutefois une bonne partie de la population paysanne (39.10%) n'envisage aucune stratégie d'adaptation ne faisant rien et assistant impuissamment aux affres du climat. Ceci montre que les gens prennent petit à petit conscience de changement climatique et commence à se rechercher pour avoir des stratégies d'adaptation. Aux tableaux-5 (a et b), les résultats montrent que les agriculteurs connaissent plusieurs stratégies pouvant les aider à s'adapter au changement climatique qui sévit dans leur région entre autres pratiquer une agriculture écologique, promouvoir la filière des variétés résistantes, spécialiser les zones agricoles, constituer des stocks semenciers et banques céréalières et entreprendre les concertations entre agriculteurs pour valoriser les connaissances endogènes. Et ainsi travailler et valoriser les espaces pour augmenter les récoltes. Une fraction très élevée des paysans agriculteurs (57.81 %) pensent qu'augmenter les espaces par la location des terres dans tous les territoires peut être un moyen pour s'adapter à la perturbation des facteurs climatiques ( $\chi^2 = 48.13, P < 0.001, Df = 4$ ).

Les agriculteurs du Sud-Kivu connaissent également que le drainage, le reboisement, l'agroforesterie, les cultures sous abris, la spécialisation des zones agricoles suivant leurs aptitudes, la gestion des résidus des champs et la sensibilisation des communautés à former des synergies de lutte contre les effets des changements climatiques peuvent les aider à bien s'adapter au changement climatique, bien que leur adoption soit encore à ses débuts et demande de mettre en place des projets intégrateurs.

Quant à la reconnaissance des difficultés rencontrées par les agriculteurs dans la conduite des activités au sein des agroécosystèmes (Tableau-6), plusieurs difficultés sont enregistrées par les agriculteurs dans l'exercice de leur métier entre autres le manque de moyen financier pour les travaux en champs, les perturbations et incertitudes des facteurs climatiques, beaucoup de conflits fonciers, les plantes attaquées par les bioagresseurs, le faible rendement des cultures et la baisse de prix pendant la récolte, le manque des routes de dessertes agricoles, l'insuffisance des terres agricoles, la rareté et l'exigüité des terres arables, la non implication de l'Etat dans la réglementation des activités agricoles, la qualité de sol dégradée, l'insécurité dans la région, l'éboulement des terres, les érosions, le feu de brousse, le sol devenu infertile et la main d'œuvre est essentiellement constituée des enfants appartenant aux ménages (44.07%). Cette connaissance des différentes difficultés est très significative dans tous les territoires du Sud-Kivu ( $P < 0.05$ ). Pour les assurances contre les risques climatiques (Tableau-7), tous les paysans (100%) reconnaissent que les activités au sein des agroécosystèmes sont très vulnérables car elles ne sont pas assurées contre les risques climatiques ( $\chi^2 = 52.81, P < 0.001, Df = 4$ ) et la majorité des agriculteurs (75.35%) ne reçoivent pas des aides du Gouvernement ( $\chi^2 = 82.81, P < 0.001, Df = 4$ ). Quelques organisations non gouvernementales appuient les paysans en intrants et matériels agricoles cependant leur impact reste insignifiant car n'ont pas encore atteint tous les paysans vu l'ampleur de l'état actuel des agroécosystèmes au Sud-Kivu et le besoin criant en la matière. Les paysans attendent des subventions en engrais, intrants agricoles et des matériels du Gouvernement et ont un besoin urgent des assurances contre les risques climatiques.

**Tableau 1. Connaissances des effets des changements et perturbations climatiques sur les éléments des systèmes de culture de principales cultures de la province du Sud-Kivu**

Variabes	Fréquence : N= 422(%)	Idjwi	Kabare	Kalehe	Walungu	Uvira	$\chi^2$	P-Value
Les principales cultures de chaque territoire du Sud-Kivu								
Maïs	35 (8.29)	0	0	9	0	26	73.14	<0.001
Manioc	271 (64.21)	14	53	54	83	67	48.16	<0.001
Haricot	54 (12.79)	2	29	10	13	0	49.14	<0.001
Arachide	0 (0.00)	0	0	0	0	0		PNT
Soja	0 (0.00)	0	0	0	0	0		PNT
Paddy	8 (1.89)	0	0	0	0	8	32	<0.001
Café	5 (1.18)	0	0	5	0	0	20	<0.001
Bananier	37 (8.76)	2	11	2	22	0	45.83	<0.001
Ananas	12 (2.84)	12	0	0	0	0	48	<0.001
Causes d'abandon de certaines variétés culturales								
Cycle long	76 (18.01)	25	10	21	8	12	14.39	0.006
Variété peu résistante à la sécheresse	80 (18.95)	3	23	13	27	14	22	<0.001
Mauvais rendement	220 (52.13)	0	54	42	71	53	64.72	<0.001
Autres	46 (10.90)	2	6	4	12	22	28.34	<0.001
Nouvelles cultures pratiquées dans les territoires du Sud-Kivu								
Soja	77 (18.24)	3	34	15	25	0	53.84	<0.001
Riz	90 (21.32)	0	11	10	23	46	69.22	<0.001
Riz et soja	50 (11.84)	0	13	11	26	0	46.6	<0.001
Autres	39 (9.24)	0	7	10	22	0	42.15	<0.001
Aucune	166 (39.33)	27	28	34	22	55	20.08	<0.001
Causes de pratiquer des nouvelles cultures								
Païement rapide	32 (7.58)	0	11	0	7	14	25.18	<0.001
Vente et consommation	173 (40.99)	3	36	37	58	39	45.46	<0.001
Meilleur rendement	52 (12.32)	0	14	10	22	6	26.46	<0.001
Pas de terre fertile adaptée	56 (13.27)	18	5	11	8	14	9.17	0.057
Manque de nouvelle culture	45 (10.66)	2	0	0	23	20	58.66	<0.001
Rien à signaler	64 (15.16)	7	27	22	0	8	39.59	<0.001
Perception de semis actuelle								
Semis tardif	253 (59.95)	29	61	29	69	65	31.36	<0.001
Semis précoce	101 (23.93)	0	26	20	29	26	27.36	<0.001
Sans changement	68 (16.11)	1	6	31	20	10	42.14	<0.001
La densité de semis actuel par rapport au temps passé								
Même densité de semis	89 (21.09)	5	17	34	18	15	24.42	<0.001
Changement de la densité	333 (78.90)	25	76	46	100	86	56.08	<0.001
Causes de changement de densité de semis								
Réduction rendement	267 (63.27)	28	59	34	80	66	35.94	<0.001
Augmentation	94 (22.27)	2	23	28	23	18	21.42	<0.001
Sans changement	52 (12.32)	0	11	18	15	8	18.57	0.001
Faciliter l'entretien des cultures	9 (2.13)	0	0	0	0	9	36	<0.001
55. Pratique de ressemis actuellement								
Plus pratiqué	185 (43.83)	25	16	22	43	79	70.55	<0.001
Moins pratiqué	184 (43.60)	2	62	39	63	18	78.55	<0.001
Sans changement	53 (12.55)	3	15	19	12	4	18.22	0.001

Légende : Les différents niveaux de signification du test sont indiqués par les valeurs de P; ns= test non significatif, PNT = pas des tests statistiques appliqués.

**Tableau 2. Techniques et stratégies endogènes d'adaptation aux perturbations climatiques**

Variables	Fréquence : N= 422(%)	Idjwi	Kabare	Kalehe	Walungu	Uvira	$\chi^2$	P-Value
<b>Techniques de régénérations des agroécosystèmes</b>								
Rotation des cultures	137 (32.46)	21	30	18	41	27	11.72	0.020
Reboisement et agroforesterie	38 (9.00)	2	7	26	16	7	31.13	<0.001
Jachère	28 (6.63)	0	6	12	10	0	22	<0.001
Engrais verts et organique	144 (34.12)	1	43	18	44	38	48.84	<0.001
Reboisement, engrais verts	26 (6.16)	0	7	6	7	6	6.69	0.153
Rotation culture et engrais	24 (5.68)	6	0	0	0	18	51	<0.001
Rotation culture reboisement	5 (1.18)	0	0	0	0	5	20	<0.001
Rien n'est fait	0 (0.00)	0	0	0	0	0		
<b>Pratiques culturales</b>								
Variétés améliorées	152 (36.01)	14	26	21	26	65	52.40	0.006
Variétés précoce	36 (8.53)	1	12	12	8	3	14.27	0.006
Variétés locales	223 (52.84)	15	55	36	84	33	61.55	<0.001
Autres	11 (2.60)	0	0	11	0	0	44	<0.001
<b>Types d'amendements</b>								
Fumure organique	311 (73.69)	28	82	38	99	64	56.34	<0.001
Engrais chimiques	36 (8.53)	0	1	22	2	11	48.72	<0.001
Engrais organique et chimique	51 (12.08)	2	1	20	2	26	55.37	<0.001
Autres	24 (5.68)	0	9	0	15	0	39.75	<0.001
<b>Lutte contre les ennemis des cultures</b>								
Traitement phytosanitaire	92 (21.80)	6	22	23	21	20	19.71	0.030
Pas de traitement	330 (78.19)	24	71	57	97	81	46.30	<0.001

Légende : Les différents niveaux de signification du test sont indiqués par les valeurs de P;

**Tableau 3. Stratégies d'adaptation au changement climatique utilisées par les paysans du Sud-Kivu**

Variables	Fréquence : N= 422(%)	Idjwi	Kabare	Kalehe	Walungu	Uvira	$\chi^2$	P-Value
<b>Utilisation des haies antiérosives</b>								
HAE utilisées	120 (28.43)	8	32	29	41	10	34.58	<0.001
HAE non utilisées	302 (71.56)	22	61	51	77	91	45.94	<0.001
<b>Diguettes pour s'adapter au changement climatique</b>								
Construction des diguettes	88 (20.85)	7	11	25	13	32	24.95	<0.001
Pas de construction diguette	334 (79.14)	23	82	55	105	69	56.17	<0.001
<b>Exploitation des bas-fonds des collines</b>								
Bas-fonds plus exploités	273 (64.69)	30	69	36	88	50	42.03	<0.001
Bas-fonds non exploités	149 (35.30)	0	24	44	30	51	52.77	<0.001
<b>Les autres stratégies pour atténuer le choc dû au changement climatique</b>								
Commerce	145 (34.36)	27	30	35	37	16	9.44	0.051
Aide de la diaspora	13 (3.08)	0	0	11	0	2	35.07	<0.001
Aucune autre activité	264 (62.55)	3	63	34	81	83	87.96	<0.001

Légende : Les différents niveaux de signification du test sont indiqués par les valeurs de P; ns= test non significatif, PNT = pas des tests statistiques appliqués.

**Tableau 4. Connaissances paysannes sur le plan stratégiques des actions à mener pour s'adapter aux perturbations climatiques.**

Variables	Fréquence : N= 422(%)	Idjwi	Kabare	Kalehe	Walungu	Uvira	$\chi^2$	P-Value
<b>Actions en cas des pluies tardives</b>								
Prier Dieu	258 (61.13)	30	61	52	64	51	13.74	0.008
Consultation des devins et sages	42 (9.95)	0	1	7	10	24	44.42	<0.001
Ne rien faire	95 (22.51)	0	27	16	37	15	40.73	<0.001
Prier Dieu et consultés les devins	27 (6.39)	0	4	5	7	11	12.07	0.017
Autres	0 (0.00)	0	0	0	0	0		
<b>Stratégies adoptées pour augmenter les chances des réussites</b>								
Dispersion des champs	199 (47.15)	1	49	45	80	24	87.50	<0.001
Aucune stratégie	165 (39.10)	29	44	31	38	23	8.06	0.089ns
Entretien des cultures	58 (13.74)	0	0	4	0	54	194.75	<0.001
Autres	0 (0.00)	0	0	0	0	0		
<b>Développement de maraichage</b>								
Augmentation	153 (36.25)	9	38	20	26	60	49.64	<0.001
Diminution	148 (35.07)	1	37	31	56	23	54.56	<0.001
Sans changement	121 (28.67)	20	18	29	36	18	10.61	0.032

Légende : Les différents niveaux de signification du test sont indiqués par les valeurs de P; ns= test non significatif

**Tableau 5a. Actions endogènes menées pour s'adapter aux perturbations et changement climatiques au Sud-Kivu**

Variables	Fréquence : N= 422(%)	Idjwi	Kabare	Kalehe	Walungu	Uvira	$\chi^2$	P-Value
<b>Actions locales en vues pour s'adapter au changement climatique</b>								
Concertation des agriculteurs	75 (17.77)	3	28	7	27	10	36.4	<0.001
Filière résistantes	140 (33.17)	21	27	19	41	32	11.28	0.024
Agriculture régénératrice	79 (18.72)	0	15	21	26	17	24.22	<0.001
Stock semenciers et banques céréalières	20 (4.73)	0	0	13	2	5	29.5	<0.001
Spécialiser les zones agricoles	76 (18.01)	6	15	8	19	28	20.71	<0.001
Concertation création filière	20 (4.73)	0	4	4	3	9	10.5	0.033
Filières et agri régénératrice	8 (1.89)	0	4	4	0	0	12	0.017
Toutes ces actions ci-haut citées	4 (0.94)	0	0	4	0	0	16	0.003
<b>Travail sur les superficies pour augmenter les récoltes</b>								
Achat	96 (22.94)	1	18	33	29	15	33.16	<0.001
Location	244 (57.81)	21	70	31	77	45	48.13	<0.001
Emprunt	18 (4.26)	0	1	13	4	0	33.66	<0.001
Achat et location	53 (12.55)	6	4	3	8	32	55.39	<0.001
Achat et emprunt	2 (0.47)	2	0	0	0	0	8	0.092
Location et emprunt	9 (2.13)	0	0	0	0	9	36	<0.001

Légende : Les différents niveaux de signification du test sont indiqués par les valeurs de P; ns= test non significatif, PNT = pas des tests statistiques appliqués.



**Tableau 5b. Projection sur les actions pouvant être envisagées dans la quête de l'adaptation aux changements et perturbations climatiques**

Autres actions à mener dans la perspective d'une adaptation aux aléas climatiques								
Variables	Fréquence : N= 422(%)	Idjwi	Kabare	Kalehe	Walungu	Uvira	$\chi^2$	P-Value
Utiliser des haies antiérosives, des diguettes, l'arrosage et le drainage	58 (13.74)	2	3	7	12	34	59.41	<0.001
Sensibilisez les communautés à agir en synergie contre les effets du cc	30 (7.11)	5	4	9	12		5.46	0.141
Reboisement; agroforesterie, culture sous abris et bonne gestions des résidus des champs	124 (29.38)	15	33	35	23	18	12.77	0.012
Spécialiser les zones agricoles suivant leurs aptitudes	30 (7.11)	0	15	0	15		30	<0.001
Privilégier les plantes et variétés résistantes et bien adaptées	40 (9.47)	0	12	0	21	7	39.25	<0.001
Prier Dieu et consultés les divinités du milieu	51 (12,08)	0	7	20	16	8	24.39	<0.001
Rien à faire on observe seulement la suite	89 (21.09)	8	19	9	19	34	24.65	<0.001

Légende : Les différents niveaux de signification du test sont indiqués par les valeurs de P; ns= test non significatif, PNT = pas des tests statistiques appliqués.

**Tableau 6. Connaissances des difficultés rencontrées dans la conduite des activités au sein des agroécosystèmes**

Variables	Fréquence : N= 422(%)	Idjwi	Kabare	Kalehe	Walungu	Uvira	$\chi^2$	P-Value
Difficultés rencontrées dans la conduite actuelle des activités agricoles								
Beaucoup des conflits fonciers	29 (6.87)	4	6	6	11	2	7.72	0.102 ns
Eboulement de terre et érosion	4 (0.94)	0	0	4	0	0	16	0.003
Faible rendement des cultures et baisse de prix	30 (7.11)	0	16	5	5	4	23.66	<0.001
Feu de brousse et le manque de route	3 (0.71)	0	0	3	0	0	12	0.017
Insécurité dans le pays et vol des produits agricoles accompagnaient par la sorcellerie	6 (1.42)	0	0	0	0	6	24	<0.001
Le sol est devenu non fertile (qualité dégradée)	8 (1.89)	0	0	0	8	0	32	<0.001
Les plantes sont actuellement très attaquées par les maladies et ravageurs	28 (6.63)	4	0	10	7	7	10.21	0.037
Manque des moyens financiers pour les besoins (travaux au champ nourriture, soins et scolarité)	192 (45.49)	9	34	36	56	57	40.23	<0.001
Manque des routes de dessertes agricoles	10 (2.36)	0	3	1	6	0	13	0.011
Non implication de l'Etat dans l'agriculture chez le paysan	22 (5.21)	0	4	0	11	7	20.27	<0.001
Perturbation et incertitudes des facteurs et aléas climatiques	62 (14.69)	13	13	12	9	15	1.54	0.818
Rareté et exigüité des terres agricoles donc insuffisance des terres arables	8 (1.89)	0	8	0	0	0	32	<0.001
Rien à signaler comme difficultés	20 (4.73)	0	9	3	5	3	11	0.027
Ceux qui aident à travailler dans les agroécosystèmes(Champs)								
Enfant	186 (44.07)	27	30	56	55	18	32.11	<0.001
Main d'œuvre	163 (38.62)	2	40	17	38	66	72.98	<0.001
Aucune personne n'aide	58 (13.74)	1	18	6	22	11	25.27	<0.001
Enfant et main d'œuvre	15 (3.55)	0	5	1	3	6	8.66	0.070ns

Légende : Les différents niveaux de signification du test sont indiqués par les valeurs de P; ns= test non significatif, PNT = pas des tests statistiques appliqués.

Tableau 7. Connaissances sur les assurances des activités agricoles aux risques climatiques et mesures d'adaptation endogène et institutionnelle

Variables	Fréquence : N= 422(%)	Idjwi	Kabare	Kalehe	Walungu	Uvira	$\chi^2$	P-Value
Assurances des activités agricoles contre les aléas climatiques								
Sont assurés	0 (0.00)	0	0	0	0	0		
Pas d'assurances	422 (100)	30	93	80	118	101	52.81	<0.001
Q98. Mesures d'adaptation								
Changement des variétés	280 (66.35)	0	57	43	85	95	101.24	<0.001
Introduction des nouvelles cultures	88 (20.85)	22	23	19	18	6	10.52	0.032
Autres activités	44 (10.42)	7	8	18	11	0	19.40	0.001
Remplacement des anciennes cultures	10 (2.36)	1	5	0	4	0	11	0.027
Rien n'est fait	0 (0.00)	0	0	0		0		
Recevez- vous des aides de la part des ONGs et du gouvernement								
Les aides sont reçues	104 (24.64)	20	17	18	28	21	3.59	0.463
Aides non reçues	318 (75.35)	10	76	62	90	80	82.81	<0.001
Q100. Nature des aides								
Subvention engrais/intrants	78 (18.48)	24	8	10	18	18	10.97	0.027
Don de matériels agricoles	47 (11.13)	4	9	24	10	0	35.23	<0.001
Rien à signaler	268 (63.50)	0	76	21	90	81	121.51	<0.001
Subvention intrant et don	29 (6.87)	2	0	25	0	2	80.13	<0.001
Impacts de ces aides reçus par certains fermiers								
Augmentation des revenus	106 (25.11)	30	14	26	21	15	9	0.061
Sans changement	141 (33.41)	0	31	54	36	20	56.62	<0.001
Rien à signaler	175 (41.46)	0	48	0	61	66	121.6	<0.001
Nature des aides attendues pour d'adapter aux perturbations climatiques								
Subvention engrais et intrants	51 (12.08)	20	5	14	8	4	17.72	0.001
Don en matériels	48 (11.37)	3	5	30	6	4	54.70	<0.001
Rien (aucune aide)	314 (74.40)	2	83	32	104	93	122.01	<0.001
Intrants et matériels	9 (2.13)	5	0	4	0	0	13.77	0.008
Autres	0 (0.00)	0	0	0	0	0		

Légende : Les différents niveaux de signification du test sont indiqués par les valeurs de P; ns= test non significatif

### 3.2 DÉTERMINANTS DES STRATÉGIES D'ADAPTATION MISE EN PLACE PAR LES AGRICULTEURS DU SUD-KIVU POUR FAIRE FACE AUX EFFETS DES PERTURBATIONS CLIMATIQUES

Les connaissances des paysans sur les stratégies et mesures d'adaptation au changement climatique, le choix et l'adoption de ces stratégies pour faire face aux atrocités du climat dans le contexte du Sud-Kivu sont influencés par plusieurs facteurs qui en déterminent la place dans les savoirs endogènes en matière d'adaptation des agroécosystèmes, la production agricole et la sécurité alimentaire au changement et perturbations climatiques.

Le modèle généralisé linéaire (GLM) a montré que le niveau des connaissances des bonnes stratégies d'adaptation aux perturbations climatiques était associé à plusieurs facteurs. Le facteur qui avait une influence positive était la lutte contre les ennemis des cultures (GLM :  $Z = 3.66$ ,  $P < 0.001$ ) et celui qui avait une influence négative était le fait que les agriculteurs développent certains mécanismes endogènes pour s'adapter au changement climatique (GLM :  $Z = - 2.27$ ,  $P = 0.023$ ) (Tableau-8).

Quant à l'utilisation des pratiques culturales comme la construction des diguettes, l'utilisation des techniques de régénérescence des sols et les amendements, la lutte contre les ennemis des cultures etc. en tant que stratégies d'adaptation au changement climatique était associée à plusieurs facteurs dont l'augmentation des superficies emblavées pour augmenter les récoltes (GLM :  $Z = 4.48$ ,  $P < 0.001$ ), le changement des attitudes comme l'exploitation des variétés culturales perforées (améliorées), le recours à d'autres activités comme le petit commerce etc. (GLM :  $Z = 3.50$ ,  $P < 0.001$ ) qui avaient une influence positive et le facteur qui avait une influence négative était la connaissance sur l'utilisation des haies antiérosives (GLM :  $Z = - 2.39$ ,  $P = 0.017$ ) (Tableau 9).

Les analyses par le même modèle généralisé linéaire (GLM) ont indiqué que le choix d'augmenter les rendements comme stratégie d'adaptation au changement climatique était influencé positivement par la construction des diguettes (GLM :  $Z =$

2.87,  $P = 0.004$ ), l'utilisation des superficies pour augmenter les récoltes (GLM :  $Z = 4.56$ ,  $P < 0.001$ ) et négativement les attitudes adoptées pendant le retard des pluies comme la consultation des sages, des devins et soit ne rien faire (GLM :  $Z = -11.51$ ,  $P < 0.001$ ) (Tableau-10).

Et le choix de la superficie comme un élément d'augmentation des récoltes parmi les stratégies d'adaptation au changement et perturbations climatiques était associé et influencé positivement par les stratégies d'augmentation des rendements des cultures (GLM :  $Z = 4.56$ ,  $P < 0.001$ ), les pratiques culturelles adoptées par les paysans (GLM :  $Z = 4.48$ ,  $P < 0.001$ ) et négativement par la construction des diguettes (GLM :  $Z = -5.66$ ,  $P < 0.001$ ), (Tableau-11). Quant à l'adoption des différentes mesures et attitudes envisagées par les paysans comme stratégies d'adaptation aux aléas du climat, le modèle généralisé linéaire (GLM) a montré qu'elle était associée à plusieurs facteurs (Tableau-12).

Les facteurs qui avaient une influence positive étaient les attitudes des paysans pendant le retard des pluies (GLM :  $Z = 2.08$ ,  $P = 0.038$ ), le faible amendement utilisé pour enrichir des sols (GLM :  $Z = 3.30$  et  $P = 0.001$ ), les pratiques culturelles adoptées (GLM :  $Z = 3.50$ ,  $P < 0.001$ ) et l'absence des assurances des activités agricoles contre les risques climatiques (GLM :  $Z = 2.25$ ,  $P = 0.024$ ), puis les facteurs qui avaient une influence négative étaient le recours à la superficie pour augmenter les récoltes (GLM :  $Z = -5.66$ ,  $P < 0.001$ ) et la connaissance des bonnes stratégies d'adaptation (GLM :  $Z = -2.27$ ,  $P = 0.023$ ). Pour l'influence de l'assurance des activités agricoles contre les risques climatiques comme stratégie d'adaptation au changement climatique, il a été trouvé que la proposition d'assurer les activités agricoles était associée positivement à plusieurs facteurs dont l'exploitation des bas-fonds (GLM :  $Z = 2.14$ ,  $P = 0.032$ ), l'adoption des différentes attitudes pour s'adapter (GLM :  $Z = 2.50$ ,  $P = 0.013$ ) et les facteurs qui avaient une influence négative étaient la pratique des haies antiérosives (GLM :  $Z = -2.72$ ,  $P = 0.007$ ) et la lutte contre les ennemis des cultures (GLM :  $Z = -2.75$ ,  $P = 0.006$ ) (Tableau-13)

**Tableau 8. Modèle Linéaires Généralisés (GLM) testant les influences des facteurs indépendants (données sociodémographiques et les facteurs climatiques) sur la connaissance des bonnes stratégies d'adaptation aux perturbations climatiques mise en place actuellement au Sud-Kivu, Novembre 2015- Avril 2016**

GLM: Gaussian identity model						
Variable dépendante: Connaissance des bonnes stratégies d'adaptation	Coef.	OIM Std. Err.	Z	P> z	[95% Confi. Interval	
<i>Variables indépendantes</i>						
Territoire ou site d'étude	.0126345	.0254963	0.50	0.620	-.0373373	.0626063
Sexe de l'enquêté (e)	.0148751	.0496725	0.30	0.765	-.0824811	.1122313
Age de l'enquêté (e)	-.0055928	.0069005	-0.81	0.418	-.0191175	.0079318
Activité principale	.0271375	.058347	0.47	0.642	-.0872205	.1414954
Nombre d'enfants par ménage	.0011168	.013613	0.08	0.935	-.0255642	.0277978
Stratégie de régénération des sols	.0292994	.0355564	0.82	.410	-.0403898	.0989886
Pratiques culturelles adoptées	-.0094022	.0504874	-0.19	0.852	-.1083557	.0895512
Les amendements pour enrichir le sol	.0474791	.0505659	0.94	0.348	-.0516283	.1465864
Lutte contre les ennemis des cultures	.1917293	.0523366	3.66	<b>0.000</b>	.0891514	.2943071
Pratique des haies antiérosives	.0431774	.06798	0.64	0.525	-.0900609	.1764157
Construction des diguettes	.0942905	.0800952	1.18	0.239	-.0626933	.2512743
Exploitation des bas-fonds	.0940545	.0698762	1.35	0.178	-.0429003	.2310094
Attitude pendant le retard des pluies	.0195815	0.0664306	.29	0.768	-.1106202	.1497831
Stratégie d'augmentation des rendements	-.0092369	.061395	-0.15	0.880	-.129569	.1110952
Pratique de maraichage	-.0410167	.0585085	-0.70	0.483	-.1556911	.0736578
Superficie pour augmenter les récoltes	-.0093394	0.0564837	-0.17	0.869	-.1200454	.1013667
Attitude pour s'adapter au changement climatique	-.1229086	.0542053	-2.27	<b>0.023</b>	-.229149	-.016668
Mesure d'adaptation au changement climatique	.0223559	.0601771	0.37	0.710	-.0955891	.140301
Assurances des activités agricoles aux risqués climatiques	-.0568549	.0505927	-1.12	0.261	-.1560147	.0423049
Appuis attendus pour s'adapter au changement climatique	.0018312	.0590983	0.03	0.975	-.1139993	.1176616
Aides reçues pour s'adapter au changement climatique	-.0983908	.1352317	-0.73	0.467	-.3634401	.1666584
La nature des aides reçues	.0146459	.062946	0.23	0.816	-.108726	.1380177
Impact des aides sur l'adaptation	.0528331	.0721119	0.73	0.464	-.0885037	.1941698
Constant	1.230387	.4239357	2.90	<b>0.004</b>	.3994884	2.061286

Les autres statistiques : Number of observations= 422 ; Log likelihood = -290.6495863; AIC (Akaike's Information Criterion)= 1.49123; BIC (Schwarz's Bayesian Criterion) = -2307.947

**Tableau 9. Modèle Linéaires Généralisés (GLM) testant les influences des facteurs indépendants (données sociodémographiques et les facteurs climatiques) sur les pratiques culturelles comme stratégies d'adaptation aux perturbations climatiques mise en place actuellement au Sud Kivu, Novembre 2015- Avril 2016**

GLM: Gaussian identity model						
Variable dépendante: Pratiques culturelles adoptées comme stratégie	Coef.	OIM Std. Err.	Z	P> z	[95% Confi. Interval	
<i>Variables indépendantes</i>						
Connaissance des bonnes stratégies d'adaptation	-.009267	.0497618	-0.1	0.852	-.106798	.0882643
Territoire ou site d'étude	.0077639	.0253172	0.31	0.759	-.041857	.0573847
Sexe de l'enquêté(e)	.0616292	.049223	1.25	0.211	-.034846	.1581045
Age de l'enquêté(e)	.0004445	.0068563	0.06	0.948	-.012993	.0138826
Activité principale	.0151924	.0579369	0.26	0.793	-.098361	.1287468
Nombre d'enfants par ménage	.0140173	.0134967	1.04	0.299	-.012438	.0404703
Stratégie de régénération des sols	.0114771	.0353254	0.32	0.745	-.057759	.0807136
Les amendements pour enrichir le sol	-.077432	.0501067	-1.55	0.122	-.175639	.020752
Lutte contre les ennemis des cultures	.0881423	.0526429	1.67	0.094	-.015035	.1913204
Pratique des haies antiérosives	-.005082	.0675234	-0.08	0.940	-.137425	.1272611
Construction des diguettes	-.18887	.0790914	-2.39	<b>0.017</b>	-.343886	-.033853
Exploitation des bas-fonds	-.017881	.0695242	-0.26	0.797	-.154146	.1183839
Attitude pendant le retard des pluies	.0987489	.0657728	1.50	0.133	-.030163	.2276611
Stratégie d'augmentation des rendements	.1069111	.060718	1.76	0.078	-.012093	.2259162
Pratique de maraichage	.018892	.0581147	0.33	0.745	-.095010	.1327946
Superficie pour augmenter les récoltes	.2450309	.0547167	4.48	<b>0.000</b>	.137788	.352738
Attitude pour s'adapter au changement climatique	.1865497	.0533475	3.50	<b>0.000</b>	.081990	.2911089
Mesure d'adaptation au changement climatique	-.011904	.0597505	-0.20	0.842	-.129013	.105204
Assurances des activités agricoles aux risques climatiques	.0616645	.0502124	1.23	0.219	-.03675	.160079
Appuis attendus pour s'adapter au changement climatique	-.056877	.0586028	-0.97	0.332	-.171737	.0579817
Aides reçues pour s'adapter au changement climatique	-.005885	.1343454	-0.04	0.965	-.269197	.2574265
La nature des aides reçues	-.009485	.0624945	-0.15	0.879	-.131971	.113002
Impact des aides sur l'adaptation	-.010533	.0716382	-0.15	0.883	-.150941	.1298752
Constant	.583719	.4243013	1.38	0.169	-.247896	1.415334

Les autres statistiques : Number of observations= 422 ; Log likelihood = -287.5952976; **AIC** (Akaike's Information Criterion)= 1.476755; **BIC** (Schwarz's Bayesian Criterion) = -2309.355

Tableau 10. Modèle Linéaires Généralisés (GLM) testant les influences des facteurs indépendants (données sociodémographiques et les facteurs climatiques) sur la stratégie d'augmentation des rendements au Sud-Kivu, Novembre 2015- Avril 2016

GLM: Gaussian identify model						
Variable dépendante: Stratégie d'augmentation des rendements pour s'adapter	Coef.	OIM Std. Err.	Z	P> z	[95% Confi. Interval	
<i>Variables indépendantes</i>						
Attitude pendant le retard des pluies	-.5406615	.0469855	-11.5	<b>0.000</b>	-.6327514	-.4485715
Exploitation des bas-fonds	.0080828	.0571765	0.14	0.888	-.1039811	.1201466
Construction des diguettes	.1861637	.0648369	2.87	<b>0.004</b>	.0590857	.3132417
Pratique des haies antiérosives	.0096386	.0555261	0.17	0.862	-.0991906	.1184678
Lutte contre les ennemis des cultures	.0063952	.0434418	0.15	0.883	-.0787492	.0915396
Les amendements pour enrichir le sol	.0567207	.0412307	1.38	0.169	-.0240901	.1375314
Pratiques culturelles adoptées	.0722995	.041061	1.76	0.078	-.0081786	.1527776
Connaissance des bonnes stratégies d'adaptation	-.0061567	.0409222	-0.15	0.880	-.0863628	.0740493
Territoire ou site d'étude	-.0028238	.0208216	-0.14	0.892	-.0436333	.0379857
Sexe de l'enquêté(e)	.0266615	.0405361	0.66	0.511	-.0527877	.1061107
Age de l'enquêté(e)	.0018841	.0056375	0.33	0.738	-.0091652	.0129335
Activité principale	.0319134	.0476216	0.67	0.503	-.0614233	.1252501
Nombre d'enfants par ménage	-.0080087	.0111068	-0.72	0.471	-.0297776	.0137601
Stratégie de régénération des sols	.0004963	.0290536	0.02	0.986	-.0564478	.0574403
Pratique de maraichage	.0057804	.047796	0.12	0.904	-.0878981	.0994588
Superficie pour augmenter les récoltes	.2048848	.0449578	4.56	<b>0.000</b>	.116769	.2930005
Attitude pour s'adapter au changement climatique	-.0681313	.044408	-1.53	0.125	-.1551693	.0189068
Mesure d'adaptation au changement climatique	-.0248578	.0491224	-0.51	0.613	-.121136	.0714204
Assurances des activités agricoles aux risques climatiques	.0186675	.0413597	0.45	0.652	-.062396	.099731
Appuis attendus pour s'adapter au changement climatique	-.0047019	.0482484	-0.10	0.922	-.099267	.0898632
Aides reçues pour s'adapter au changement climatique	-.0067942	.1104785	-0.06	0.951	-.2233281	.2097398
La nature des aides reçues	.0136577	.0513892	0.27	0.90	-.0870633	.1143786
Impact des aides sur l'adaptation	.0006447	.0589132	0.01	0.991	-.114823	.1161124
Constant	1.472739	.3418728	4.31	<b>0.000</b>	.8026807	2.142798

Les autres statistiques : Number of observations= 422 ; Log likelihood = -205.0560803; AIC (Akaike's Information Criterion)= . 1.085574; BIC (Schwarz's Bayesian Criterion) = -2340.614

Tableau 11. Modèle Linéaires Généralisés (GLM) testant les influences des facteurs indépendants (données sociodémographiques et les facteurs climatiques) sur l'augmentation des superficies comme stratégie d'adaptation aux perturbations climatiques mise en place actuellement au Sud-Kivu, Novembre 2015- Avril 2016

GLM: Gaussian identify model						
Variable dépendante:	Coef.	OIM	Z	P> z	[95% Confi. Interval	
Superficie pour augmenter les récoltes		Std. Err.				
<i>Variables indépendantes</i>						
Stratégie d'augmentation des rendements	.2420609	.0531154	4.56	<b>0.000</b>	.1379566	.3461651
Attitude pendant le retard des pluies	.0452274	.0589135	0.77	0.443	-.070241	.1606957
Exploitation des bas-fonds	.0080442	.062148	0.13	0.897	-.1137635	.129852
Construction des diguettes	-.1890987	.0705665	-2.68	<b>0.007</b>	-.3274066	-.0507908
Pratique des haies antiérosives	-.078807	.0602267	-1.31	0.191	-.1968492	.0392351
Lutte contre les ennemis des cultures	-.088967	.0470091	-1.89	0.058	-.1811031	.0031691
Les amendements pour enrichir le sol	-.0300935	.0448966	-0.67	0.503	-.1180892	.0579023
Pratiques culturelles adoptées	.1957709	.0437167	4.48	<b>0.000</b>	.1100877	.281454
Connaissance des bonnes stratégies d'adaptation	-.0073546	.0444799	-0.17	0.869	-.0945336	.0798244
Territoire ou site d'étude	-.026542	.0225933	-1.17	0.240	-.0708241	.01774
Sexe de l'enquêté(e)	.0663138	.0439589	1.51	0.131	-.0198441	.1524716
Age de l'enquêté(e)	-.0028657	.0061269	-0.47	0.640	-.0148741	.0091427
Activité principale	-.0590594	.0517066	-1.14	0.253	-.1604025	.0422837
Nombre d'enfants par ménage	.0089775	.0120719	0.74	0.457	-.0146831	.032638
Stratégie de régénération des sols	.004473	.0315789	0.14	0.887	-.0574205	.0663665
Pratique de maraichage	.0030093	.0519523	0.06	0.954	-.0988154	.104834
Attitude pour s'adapter au changement climatique	-.2635453	.0465743	-5.66	<b>0.000</b>	-.3548292	-.1722613
Mesure d'adaptation au changement climatique	-.0377775	.053377	-0.71	0.479	-.1423945	.0668395
Assurances des activités agricoles aux risques climatiques	.0466927	.0449063	1.04	0.298	-.0413219	.1347073
Appuis attendus pour s'adapter au changement climatique	.0241501	.05243	0.46	0.645	-.0786107	.126911
Aides reçues pour s'adapter au changement climatique	-.1071206	.1199645	-0.89	0.372	-.3422467	.1280056
La nature des aides reçues	.0734512	.0557407	1.32	0.188	-.0357986	.1827009
Impact des aides sur l'adaptation	.0005379	.0640354	0.01	0.993	-.1249691	.1260449
Constant	1.82588	.36898	4.95	<b>0.000</b>	1.102693	2.549068

Les autres statistiques : Number of observations= 422 ; Log likelihood = -240.238568; AIC (Akaike's Information Criterion) 1.252315; BIC (Schwarz's Bayesian Criterion) = -2328.766

**Tableau 12. Modèle Linéaires Généralisés (GLM) testant les influences des facteurs indépendants (données sociodémographiques et les facteurs climatiques) sur l'adoption de différentes stratégies d'adaptation aux perturbations climatiques mise en place actuellement au Sud-Kivu, Novembre 2015- Avril 2016**

GLM: Gaussian identify model						
Variable dépendante:	Coef.	OIM Std. Err.	Z	P> z	[95% Confi. Interval	
Adoption des différentes stratégies des pour s'adapter au changement climatique						
<i>Variables indépendantes</i>						
Superficie pour augmenter les récoltes	-.2825361	.0499304	-5.66	<b>0.000</b>	-.380398	-.1846743
Stratégie d'augmentation des rendements	-.0862939	.0562464	-1.53	0.125	-.1965349	.023947
Attitude pendant le retard des pluies	.126106	.0607162	2.08	<b>0.038</b>	.0071045	.2451076
Exploitation des bas-fonds	-.0050674	.064349	-0.08	0.937	-.1311892	.1210544
Construction des diguettes	.0895804	.0735841	1.22	0.223	-.0546419	.2338026
Pratique des haies antiérosives	.082177	.062357	1.32	0.188	-.0400404	.2043945
Lutte contre les ennemis des cultures	-.0210708	.0488805	-0.43	0.666	-.1168747	.0747332
Les amendements pour enrichir le sol	.1514696	.0458884	3.30	<b>0.001</b>	.0615299	.2414093
Pratiques culturelles adoptées	.1597867	.0456941	3.50	<b>0.000</b>	.0702278	.2493455
Connaissance des bonnes stratégies d'adaptation	-.1037628	.0457616	-2.27	<b>0.023</b>	-.1934538	-.0140717
Territoire ou site d'étude	.0131138	.0234245	0.56	0.576	-.0327973	.0590249
Sexe de l'enquêté(e)	.0574787	.0455541	1.26	0.207	-.0318057	.146763
Age de l'enquêté(e)	-.0023539	.0063444	-0.37	0.711	-.0147888	.0100809
Activité principale	-.0290116	.0536051	-0.54	0.588	-.1340757	.0760525
Nombre d'enfants par ménage	-.0001308	.012508	-0.01	0.992	-.024646	.0243844
Stratégie de régénération des sols	-.0175756	.0326858	-0.54	0.591	-.0816386	.0464875
Pratique de maraichage	-.0025168	.0537917	-0.05	0.963	-.1079466	.1029129
Mesure d'adaptation au changement climatique	.015019	.0552963	0.27	0.786	-.0933598	.1233978
Assurances des activités agricoles aux risqués climatiques	.1040746	.046266	2.25	<b>0.024</b>	.0133949	.1947543
Appuis attendus pour s'adapter au changement climatique	.0091521	.0542987	0.17	0.866	-.0972713	.1155756
Aides reçues pour s'adapter au changement climatique	-.0825079	.1242672	-0.66	0.507	-.3260672	.1610513
La nature des aides reçues	.0547777	.0577747	0.95	0.343	-.0584586	.1680139
Impact des aides sur l'adaptation	.0459922	.0662623	0.69	0.488	-.0838796	.1758639
Constant	1.126872	.3895464	2.89	<b>0.004</b>	.3633753	1.890369

Les autres statistiques : Number of observations= 422 ; Log likelihood = -240.238568; **AIC** (Akaike's Information Criterion)= 1.252315; **BIC** (Schwarz's Bayesian Criterion) = -2328.766

Tableau 13. Modèle Linéaires Généralisés (GLM) testant les influences des facteurs indépendants (données sociodémographiques et les facteurs climatiques) sur l'existence des assurances des activités agricoles aux risques climatiques au Sud-Kivu, Novembre 2015- Avril 2016

GLM: Gaussian identify model inverse						
Variable dépendante:	Coef.	OIM Std. Err.	Z	P> z	[95% Confi. Interval	
Assurances des activités agricoles aux risques climatiques						
<i>Variables indépendantes</i>						
Attitude pour s'adapter au changement climatique	.138593	.0555125	2.50	<b>0.013</b>	.0297905	.2473956
Superficie pour augmenter les récoltes	.0513542	.0555492	0.92	0.355	-.0575203	.1602286
Stratégie d'augmentation des rendements	.0486503	.0597544	0.81	0.416	-.0684662	.1657667
Attitude pendant le retard des pluies	.0097689	.0652587	0.15	0.881	-.1181358	.1376737
Exploitation des bas-fonds	.1561204	.0729254	2.14	<b>0.032</b>	.0131892	.2990516
Construction des diguettes	.0580891	.0832842	0.70	0.486	-.1051449	.2213231
Pratique des haies antiérosives	-.1893985	.0696535	-2.72	<b>0.007</b>	-.3259168	-.0528802
Lutte contre les ennemis des cultures	-.1422885	.051754	-2.75	<b>0.006</b>	-.2437244	-.0408526
Les amendements pour enrichir le sol	-.0056733	.0515715	-0.11	0.912	-.1067516	.095405
Pratiques culturelles adoptées	.0649733	.0514814	1.26	0.207	-.0359285	.1658751
Connaissance des bonnes stratégies d'adaptation	-.0496473	.0516889	-0.96	0.337	-.1509557	.0516612
Territoire ou site d'étude	-.0467297	.0271604	-1.72	0.085	-.0999632	.0065037
Sexe de l'enquêté(e)	-.0838416	.0500383	-1.68	0.094	-.1819149	.0142318
Age de l'enquêté(e)	.0024993	.0071303	0.35	0.726	-.0114759	.0164745
Activité principale	.0303393	.0586116	0.52	0.605	-.0845373	.1452159
Nombre d'enfants par ménage	-.0120229	.0142202	-0.85	0.398	-.0398939	.0158482
Stratégie de régénération des sols	.0239276	.0336435	0.71	0.477	-.0420125	.0898676
Pratique de maraichage	-.0626814	.0593573	-1.06	0.291	-.1790196	.0536567
Mesure d'adaptation au changement climatique	.0185902	.0657726	0.28	0.777	-.1103217	.1475022
Appuis attendus pour s'adapter au changement climatique	.0064437	.0600316	0.11	0.915	-.111216	.1241034
Aides reçues pour s'adapter au changement climatique	.0727226	.1359033	0.54	0.593	-.1936431	.3390882
La nature des aides reçues	-.0602672	.0652953	-0.92	0.356	-.1882437	.0677092
Impact des aides sur l'adaptation	-.0063771	.0699783	-0.09	0.927	-.1435321	.1307779
Constant	1.536197	.4108559	3.74	<b>0.000</b>	.7309343	2.34146

Les autres statistiques : Number of observations= 422 ; Log likelihood = -616.1299136; AIC (Akaike's Information Criterion)= 3.033791; BIC (Schwarz's Bayesian Criterion) = -2373.442

#### 4 DISCUSSION

L'agriculture au Sud-Kivu est essentiellement pluviale, elle dépend plus des pratiques agricoles au sein des agroécosystèmes et des facteurs climatiques comme la pluviosité et la température. Actuellement, il s'observe une variabilité des ces facteurs climatiques et les effets sont ressentis par la population. Donc l'agriculture avec tous ses dépendants doivent être affectés. Pour faire face aux effets néfastes du changement climatique et des différentes perturbations observés actuellement, les populations paysannes du Sud-Kivu ne restent pas insensibles, elles entreprennent des mesures et stratégies dans le cadre d'ajuster leurs activités de production agricole en fonction de la variabilité des facteurs climatiques. Bien que la liste des principales stratégies d'adaptation entreprises par les paysans agriculteurs ne soit exhaustive, celles identifiées au Sud-Kivu (Tableau-14), rencontrent en partie celles identifiées par Chede et al. (2012) dans la commune de Save au Bénin lors d'une étude sur les risques climatiques et activités agricoles.



**Tableau 14. Principales stratégies d'adaptation des agroécosystèmes, de la production agricole et de la sécurité alimentaire développées par les paysans agriculteurs au Sud-Kivu 2016**

Stratégies	Mesures et pratiques d'adaptation
Techniques :	Pratique des semis tardifs comme le haricot et l'arachide Pratique des semis précoces pour certaines cultures comme le manioc, Changement de la densité de semi, Pratique de plus de ressemis, Pratique de la culture des variétés à haut rendement (Exemple le riz à haut rendement dans la plaine de la Ruzizi et le soja en territoire de Kabare), Culture des variétés locales qui sont rustiques, Utilisation de plus d'amendement de type organique, Pratique des techniques de régénérescence des sols, Pratique de la rotation des cultures, Cultures des plantes de couverture dans les agroécosystèmes, Pratique de la lutte antiérosive, Construction des diguettes, Protection et exploitation des bas-fonds, Développement des cultures maraichères, Irrigation des surfaces irrigables, Entretien des cultures, Promotion de la filière des variétés résistantes, Constitution des stocks semenciers et des banques céréalières, Pratique du drainage des marais, de reboisement, de l'agroforesterie, et des cultures sous abris, Gestion écologique des résidus des champs,
Culturelles:	Consultation de Dieu par la prière en cas de retard dans l'arrivée des pluies et de sécheresse prolongée, Consulter les devins et les sages
Institutionnelles:	Dispersion des champs dans les différentes zones agroécologiques, Spécialisation des zones agricoles suivant leurs aptitudes, Entreprendre les concertations entre agriculteurs, et entre éleveurs, Valorisation des connaissances et savoirs endogènes. Prise en compte et valorisation de la production des services écosystémiques. Augmentation des espaces par la location des terres (si disponible)

La plus part des stratégies développées par les paysans agriculteurs au Sud-Kivu sont des réactions aux effets des aléas climatiques mais ne sont pas préventives. Ceci rencontre ce que Dugue (2012) affirme dans une étude sur la caractérisation des stratégies d'adaptation au changement climatique en agriculture paysanne, cependant il y a une tendance vers les stratégies préventives comme l'adoption de l'agroforesterie, l'agriculture écologique et la pratique des techniques de régénérescence des qualités biologiques des sols. Néanmoins leur adoption par les paysans agriculteurs est très lente par rapport à la vitesse des perturbations des facteurs climatiques dans la région.

Parmi toutes ces mesures il y en a qui peuvent être déconseillées en fonction des zones et des cultures. C'est comme le semi tardif et la réduction de la densité de semis du maïs qui ont présentés des limites dans le contexte du Bénin (Tidjani et Akponikpe, 2012) dont le test dans le contexte du Sud-Kivu pourrait révéler une similitude. Quelques autres attitudes ont été identifiées lors de cette étude et montrent qu'au lieu d'être des stratégies pour faire face aux atrocités du changement climatique, fragilisent les capacités des agriculteurs et des agroécosystèmes dans le domaine d'adaptation au changement climatique.

Ce qui est donné ci-dessous n'est fait qu'à titre indicatif de ce qui est issu des résultats de cette étude.

- Une bonne partie de la population paysanne (39,10%) n'envisage aucune stratégie d'adaptation. Ne faisant rien, ils assistent impuissamment aux affres du climat
- Ils sont rares qui pratiquent le traitement phytosanitaire et la majorité (78,19%) préfèrent ne rien appliquer comme traitement des cultures pendant les attaques par les bioagresseurs.
- Une faible adoption des techniques de régénérescence des sols fragilise le secteur agricole face aux effets du changement et perturbations climatiques.
- l'abandon des certaines cultures importantes sans le remplacer.

Toutes ces stratégies préconisées et adoptées par les paysans agriculteurs du Sud-Kivu devraient être testées selon les zones agropastorales et la diversité biologique exploitée afin de constituer une base nécessaire à l'adaptation des agroécosystèmes, de la production alimentaire et de la sécurité nutritionnelle au changement variabilité climatiques dans la région.

## **5 CONCLUSION**

Au Sud-Kivu, Province se trouvant à l'Est de la République Démocratique du Congo, le changement et la variabilité climatiques sont déjà très ressentis par les paysans, leurs impacts sur les agroécosystèmes, sur la production agricole et sur la sécurité alimentaire sont une réalité dans ces milieux paysans qui sont en train d'être fortement anthropisés.

Les paysans qui exploitent les agroécosystèmes dans les différentes zones agroécologiques du Sud-Kivu développent actuellement des moyens pour faire face aux atrocités du changement climatique. Ils connaissent que la lutte antiérosive, la lutte contre les ennemis des cultures, l'exploitation rationnelle des bas-fonds, les techniques de régénération des sols, le drainage, le reboisement, l'agroforesterie, les cultures sous abris, la spécialisation des zones agricoles suivant leurs aptitudes, la gestion des résidus des champs et la sensibilisation des communautés à former des synergies de lutte contre les effets de changement climatique peuvent les aider à bien s'adapter, bien que leur adoption soit encore à ses débuts et demande de mettre en place des projets intégrateurs.

Les résultats de cette étude sur les stratégies d'adaptation au changement et perturbation climatiques montrent que les agriculteurs dans les territoires du Sud-Kivu perçoivent effectivement les effets néfastes des perturbations climatiques au sein des agroécosystèmes et développent des mécanismes et stratégies pour l'adaptation, cependant la pratique des stratégies envisagées est encore rudimentaire et devrait faire preuve des suivis urgents pour renforcer les capacités d'adaptation qu'offre les milieu c'est pourquoi une étude de l'efficacité de chacune des stratégies s'avère importante afin des vulgariser celles qui se révéleront plus pertinentes, efficaces, praticables, faisable et accessible.

Bref toutes ces stratégies, qui du reste sont réactives, devraient être testées selon les zones agroécologiques et la diversité biologique exploitée. Elles doivent également être renforcées par les assurances des activités agricoles aux risques climatiques et l'installation des dispositifs d'alerte précoce dans chaque territoire pour avertir les agriculteurs sur l'évolution des paramètres environnementaux. Les stratégies de prévention des risques sont également recommandables dans le contexte des agroécosystèmes du Sud-Kivu comme le reboisement et la lutte contre la dégradation de l'environnement dans sa globalité.

## **REFERENCES**

- [1] Byenda MB., Dégradation des agroécosystèmes d'exploitation familiale : menace et défi des générations au Sud-Kivu. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 17: 43-56, 2016.
- [2] Chede FD., Houdenou C., Sarr B et Yabi I., Risques climatiques et activités agricoles dans la commune de Save, *XXVIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, 2 :159-163, 2012.
- [3] Dugue MJ., Caractérisation des stratégies d'adaptation au changement climatique en agriculture paysanne, *in Agronomes et Vétérinaires sans frontières* 50 Pages, 2012.
- [4] Kanyenga LA., Adaptation des accessions variétales de haricot commun (*Phaseolus vulgaris L.*) Bio fortifié. « Influence des conditions pédoclimatique et des itinéraires techniques sur la performance et la stabilité du rendement et des micronutriments dans les différentes zones agro écologiques de la RDC » *Thèse, UNILU, Inédite*. 248 pages, 2012.
- [5] Kengoum F., Tiani AM., Politiques d'adaptation et d'atténuation au Cameroun: Pistes des synergies. *Document occasionnel 96. Bogor, Indonésie*. 54 pages, 2013.
- [6] Nefzi A., Evaluation économique de l'impact du changement climatique sur l'agriculture : étude théorique et application au cas de la Tunisie, *AgroParisTech UMR Économie Publique, Centre de Grignon, France*, 282 pages, 2012.
- [7] Sabai K., Dagbenonbakin G D., Agbangba CE., De Souza JF., Kpagbin G., Azontondé A., Ogouwalé E., Tinté B. et Sinsin B., Perceptions locales de la manifestation des changements climatiques et mesures d'adaptation dans la gestion de la fertilité des sols dans la Commune de Banikoara au Nord-Bénin, *in Journal of Applied Biosciences* 82:7418–7435, 2014.
- [8] Sogoba N., Abdulai J., Michel N., Revue de la recherche et des politiques relatives à l'adaptation aux changements climatiques dans le secteur de la santé en Afrique centrale, 32pages, 2014.
- [9] Tidjani MA., Akponikpe PBI., Evaluation des stratégies paysannes d'adaptation aux changements climatiques : cas de la production du maïs au Nord-Bénin. *African crop science journal*, 20: 425-441, 2012.
- [10] Yegbemey RN., Yabi JA., Aihounton GB., Paraíso A., Modélisation simultanée de la perception et de l'adaptation au changement climatique : cas des producteurs de maïs du Nord Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cah Agricxx* : 1-11. doi : 10.1684/agr.2014.0697, 2014.