

Changement Climatique et Production Agricole au Sud-Kivu, République Démocratique du Congo.

BISIMWA NGABO Arnold^{1,2*}, MUHANYA NZIGIRE Lambertine^{1,2}, KOKO MUKURU Yves², KAFIRONGO MANENO Jacques², APENDEZA MWEMA Christelle³.

Paper History

Received:

April 01, 2019

Revised:

July 09, 2019

Accepted:

October 10, 2019

Published:

March 27, 2020

Keywords:

Climate change, agriculture production and South Kivu.

ABSTRACT

Climate change and agriculture production in South Kivu, DR Congo

The aim of this study was to analyze the link between climate change and agriculture production in South Kivu from 2010 to 2015. The study used a secondary database from the Provincial Inspectorate of Agriculture, Fisheries and Livestock of South Kivu and from Lwiro Research Center. A simple linear regression using the least square method was applied to the data. The analysis and data processing were made by SPSS 20 software. Data analysis reveals that climate change (expressed by temperature and maximum precipitation) has significant negative impacts on agricultural production in South Kivu under the studied period.

Political authorities and national or international institutions and organizations in charge of agriculture, nature conservation and ecosystem management should take appropriate steps to prevent climate change and reduce its impact on agricultural production with the aim of ensuring food security and boost the economy of South Kivu.

¹Institut Supérieur d'Études Agronomiques et Vétérinaires, Kabare, Sud-Kivu, R. D. Congo.

²Département des Sciences Commerciales et Administratives, Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu, R. D. Congo.

³Université catholique de Bukavu, Sud-Kivu, R. D. Congo.

* To whom correspondence should be addressed: arnoldbisimwangabofredi@gmail.com

INTRODUCTION

Le réchauffement climatique global croissant sur la planète terre est une menace grave pour l'humanité et constitue un défi auquel l'humanité a et aura à faire face. Le changement climatique se manifeste à partir des variations de la température et des précipitations induisant ainsi des fortes irrégularités saisonnières et une baisse régulière de la pluviométrie. Également, il induit des phénomènes ou catastrophes naturels comme : les inondations, les vents violents, la fonte des glaciers suite à la hausse de la température, les torrents, la grêle, la pénurie en eau, etc. [MOSS, 2010].

GIEC [2007] martèle la détection d'une tendance au réchauffement planétaire et son attribution aux activités anthropiques, caractérisées principalement par une utilisation exceptionnelle des combustibles fossiles, une déforestation sans précédent et un changement dans l'utilisation des sols. Ce phénomène de réchauffement lié au problème des couches d'ozone dû à l'énorme

production mondiale de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄) de la terre influe sur les différents facteurs climatiques (température, vent, etc.) et sur les différents termes du bilan hydrique (ETR/ETR), Précipitation (p), Ruissèlement (R), Infiltration (I)). On peut citer à titre d'exemple : Les variations de la teneur en aérosols, la pollution de l'air due à la circulation automobile, les industries, les feux de chauffe, les déchets [DELECOLLE *et al.*, 1995].

Les pays en voie de développement sont plus vulnérables au changement climatique que les pays développés à cause de la prédominance de l'agriculture à faible capital et des activités économiques affectées par le climat et de leurs climats de base relativement chauds [BALBUS *et al.*, 1989].

Globalement, au cours de ces dernières années, le début et la fin des saisons pluvieuses sont devenus de moins en moins prévisibles pour les paysans, ce qui rend aléatoire la planification agricole. Il en est de même pour la période de la croissance des cultures (PCC) qui

caractérise la période favorable au développement et à la productivité des cultures [DIOP *et al.*, 1996].

L'Afrique a souvent été identifiée comme une région la plus vulnérable à la variabilité et aux changements climatiques en raison de la perturbation multiple et d'une faible résilience et de la pauvreté endémique due à la sécheresse récurrente, des situations d'urgence et des conflits complexes qui lui sont associés. Les risques liés au climat ont des répercussions fondamentales sur les populations et les économies africaines et mobilisent des montants importants pour les ressources d'urgence [GIEC, 2007].

En Afrique les populations rurales sont particulièrement concernées par les changements climatiques dans la mesure où les performances de leurs systèmes de production sont étroitement tributaires du climat [BOKO, 1988]. Comme la plupart des pauvres du monde sont ruraux et dépendent de l'agriculture pour leur subsistance, le lien entre pauvreté rurale (insécurité alimentaire) et agriculture est donc nécessairement étroit. En Afrique subsaharienne, plus de 65% de la population sont rurales, dont 56% dépendent de l'agriculture pour vivre. En outre, l'agriculture dans la région est essentiellement de subsistance et la production est concentrée dans les cultures vivrières de faible valeur représentant plus de 70% de la production agricole de la région [OGUNDIPE *et al.*, 2017].

Les estimations indiquent qu'environ le tiers des africains vivent dans des milieux propices à la sécheresse. Pour le PNUD [1991], la sécheresse correspond à un déficit de 50% des précipitations du niveau de sévérité. Elle peut se développer lentement et durer plusieurs années. Les famines accompagnent souvent la sécheresse.

Les années 1970 ont été caractérisées par des famines sévères associées aux sécheresses de 1984 qui touchèrent l'Afrique subsaharienne y compris l'Afrique centrale. La région avait attiré l'attention internationale avec la perte de plusieurs centaines de million des personnes et d'animaux à cause de la sécheresse.

Des études [BOKO, 1988 ; OGOUWALÉ, 2006 ; SECK *et al.*, 2005 ; SALACK *et al.*, 2006] ont été réalisées dans divers pays de l'Afrique de l'ouest (Bénin, Sénégal, Niger, Niger) et se sont intéressées à l'évidence des changements climatiques et leurs impacts multisectoriels (l'agriculture et la sécurité alimentaire).

La RDC est un pays à vocation agricole. Sa position à cheval de l'Equateur lui permet de produire durant toute l'année. Le positionnement géographique de la RDC lui confère une très grande diversité culturelle, ce qui permet de cultiver une large gamme de produits. Le réseau hydrographique du fleuve Congo procure au pays plus de 50% des réserves en eau de l'Afrique et des potentialités importantes pour les aménagements hydro-agricoles et électriques. Par ailleurs, les terres irrigables sont estimées de 4 à 7 millions hectares, incluant les petits périmètres de bas-fonds. Malgré ces potentialités très importantes, les périmètres aménagés ne dépassaient pas 13.500 ha et sont dans un état de délabrement à cause du manque d'entretien [BANQUE MONDIALE, 2016].

Le réchauffement climatique est l'un des défis majeurs auxquels est confronté le Sud-Kivu. Ce réchauffement est dû à l'abatage excessif des arbres, à la mauvaise gestion des déchets ménagers et des usines, à la pratique du système de feu de brousse dans certains milieux ruraux. Ces problèmes ont conduit à la baisse sensible de la production agricole, à la pollution et à la destruction de la nature et de l'écosystème, à des irrégularités voir des baisses de pluviométrie.

Au Sud-Kivu aucune étude ne s'est intéressée au lien qui pourrait exister entre changement climatique et production agricole. La province du Sud-Kivu, jadis grenier des provinces environnantes de par sa production, ne parvient même plus à assurer la sécurité encore moins l'autosuffisance alimentaire de sa propre population qui pourtant reste à vocation agricole. Comme la province du Nord-Kivu et du Katanga, plus de 80% de sa population vit de l'agriculture.

On considère que les bonnes conditions climatiques jouent un rôle important dans l'accroissement de la production agricole. Ainsi, l'augmentation de la productivité agricole est l'une des conditions préalables du progrès économique et donc de réduction du niveau d'insécurité alimentaire. L'augmentation de la productivité agricole affecte les revenus de la famille et la nutrition ; ce qui favorise la productivité du travail, entraînant une amélioration de la santé et du bien-être de la population. Des mauvaises conditions climatiques occasionnées par les changements climatiques entraînent une baisse de la production.

Cette étude vise globalement à évaluer l'impact que les changements climatiques pourraient avoir sur la production agricole au Sud-Kivu.

Pour ce faire, cette recherche se fonde sur la question suivante : Quel est l'impact du changement climatique sur la production agricole au Sud-Kivu ?

L'hypothèse est telle que : Le changement climatique induit par les variations de la température et des précipitations aurait des effets négatifs significatifs sur la production agricole au Sud-Kivu pour la période allant de 2010 à 2015.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

La [Figure 1](#) montre la zone d'étude. L'étude a été menée dans la province du Sud-Kivu, dont la description correspond plus ou moins aux coordonnées suivantes : une superficie de 65.070 km² et une population de 4 944 662 personnes avec une densité de 76 hab./km² [[REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO, 2015](#)].

Elle est située à l'Est de la République Démocratique du Congo, approximativement entre 1°36' et 5° de latitude sud d'une part et 26°47', et 29°20' de longitude Est d'autre part. Elle est limitée à l'Est par le Rwanda, le Burundi, la Tanzanie.

La Province du Sud-Kivu est limitée au Sud – Est par la province du Tanganyika ; au Sud, à l'Ouest et au

Nord-Ouest par la Province du Maniema et au Nord par la Province du Nord-Kivu. L'Est de la province jouit d'un climat de montagne aux températures douces où la saison sèche dure trois à quatre mois (de juin à septembre) et la saison de pluie dure neuf mois. La saison sèche connaît une température élevée et une rareté de pluies durant toute cette période [[REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO, 2006](#)].

Méthodes

Il sied de signaler que cette étude n'a pas fait l'objet d'un questionnaire d'enquête auprès des agriculteurs. Les données secondaires ont été recueillies à l'Inspection Provinciale de l'Agriculture, Pêche et Elevage et au Centre de Recherche de LWIRO (CRSN). Ainsi, nous nous sommes intéressées à la production des légumes et des tubercules, car ce sont des produits les plus cultivés et les plus consommés par la plupart des ménages du Sud-Kivu. L'étude supposait trouver une base des données qui s'est avérée inexistante, seules les statistiques dérisoires établies par l'agronome rural sur base des rapports des tous les agronomes de sa cellule ont été exploitées. Les données secondaires ou bibliographiques collectées ont été saisies en EXCEL2010 pour analyse nécessaire. L'utilisation du logiciel SPSS20 a permis de tester ces données par la régression linéaire multiple.



Figure 1 : Carte de la province du Sud-Kivu (Source : [CAID \(2015\)](#)).

La méthodologie utilisée par MOUTON et SILLONS [1954] dans les analyses des enjeux des variabilités et des changements climatiques sur la production agricole a été suivie. Leurs résultats montrent qu'il existe une relation de dépendance entre la production et le changement climatique. Le recours au test de Student leur a donc permis de rejeter l'hypothèse nulle qui stipulait que la production agricole ne dépendait pas du changement climatique.

La présente étude s'est basée sur : La méthode analytique grâce à laquelle les données quantitatives recueillies, à l'inspection provinciale du Sud-Kivu et au centre de recherche de Lwiro, ont été soumises à des analyses statistiques et économétriques pour tester l'impact du changement climatique sur la production agricole ; ce qui a ressorti des résultats qui ont fait objet d'interprétation suivant les modèles économétriques. En plus, la technique documentaire a permis d'élaborer une base théorique grâce aux recherches menées dans différentes bibliothèques du Sud-Kivu et sur les sites web (internet).

Présentation des Variables

Les variables utilisées dans cette recherche sont présentées dans le [Tableau 1](#).

➤ La variable endogène

La production agricole constitue la variable endogène de la présente étude. Cette variable sera saisie par la production agricole notée PROD trouvée sur la production moyenne écoulée dans les 8 territoires que compte la province du Sud-Kivu. Ces données couvrent la période de 2010 à 2015.

La production désigne une activité exercée par une unité institutionnelle qui combine des facteurs de production (main d'œuvre, capital, et matière première)

Tableau 1 : Signes des variables

| Variabiles | Sigle | Nature de la variable | Signe attendu |
|------------------------|-------|-----------------------|------------------------|
| Productivité | PROD | Quantitative | Positif |
| Précipitation maximale | PMM | Quantitative | Ambigu ou dichotomique |
| Température | TEMP | Quantitative | Ambigu ou dichotomique |

pour fabriquer des biens et services.

Pour produire, le fermier a besoin de trois facteurs qui lui sont purement indispensables : la terre, le travail et le capital. La production agricole dépend de la qualité des terres et de la taille de l'exploitation.

Plusieurs projections ont montré que l'augmentation de la température et la variabilité de la quantité et de la distribution des pluviosités seront un facteur important limitant la production en région tropicale si des mesures d'atténuation et d'adaptation adéquates ne sont pas prises.

➤ Les variables exogènes

La variable exogène est le changement climatique capturé par la température en degré Celsius notée TEMP et la précipitation maximale notée PMM en millilitre.

Les facteurs climatiques tels que la température, les précipitations, la lumière, etc. influencent le rendement des cultures par leurs effets sur la croissance du plant et sur les processus physiologiques liés à la formation du grain [ABROL *et al.*, 1991].

Il existe par ailleurs un lien très étroit entre la température et les précipitations car l'augmentation de la température accroît l'évaporation dont la condensation en nuage dans l'atmosphère entraîne l'augmentation des précipitations. La perturbation de ces facteurs affecte également indirectement le rendement en augmentant les dégâts causés par les maladies, les ravageurs et les adventices [MORON, 1994].

Le climat reste un facteur dominant contrôlant les types des récoltes, les rendements, le calendrier agricole et d'autres activités centrées sur l'Agriculture. L'analyse des précipitations et des prix a montré le lien entre l'inflation sur le marché des produits agricoles et les précipitations. En 2010, année la plus chaude depuis la mise en place des stations d'observation du climat, les inondations ont affecté plus de 1,5 millions de personnes en Afrique de l'Ouest et Centrale avec des appels à l'aide humanitaire de plus de 70 millions de dollars [CEA, 2011].

La température règle les réactions chimiques qui ont lieu dans le sol et conditionnent les activités biologiques (optimum à 27 °C). Des températures en dehors des limites critiques influencent le rendement en grain en affectant le tallage, la formation des épillets et la maturation.

Les basses températures prolongent la durée de la saison de croissance, limitent le rythme de croissance et le développement des plants des cultures. Des températures élevées induisent un stress thermique au niveau du plant [MALGRANGE, 2011]. Le changement climatique est l'un des plus gros défis de l'humanité pour les prochaines années, hausse des températures, fonte des glaciers, multiplication des sécheresses et inondations sont autant des signes que le changement climatique est engagé. Les risques sont énormes pour la plante et les générations futures, et obligent à agir d'urgence. Les modèles les plus fiables sont utilisés pour générer les projections climatiques dans le monde.

➤ Les précipitations

La pluviométrie est le paramètre climatique le plus étudié car elle est plus variable d'une année à une autre et d'un lieu à un autre et l'eau est le premier facteur conditionnant le rendement des cultures. Les précipitations fournissent de l'eau nécessaire aux divers processus de transport et de transfert de la matière dans le sol. On considère qu'une plante ne peut produire de biomasse que si elle satisfait à plus de la moitié de ses besoins en eau. La grêle, précipitation solide, survient généralement durant les intersaisons et pourra s'aggraver et avoir des impacts physiques très forts durant les phases végétatives et principalement durant la floraison.

Le climat consiste en un ensemble des paramètres qui interagissent et qui sont presque inséparables. Afin de maximiser le rendement dans le cadre d'un régime optimal de gestion, les dates de semis devraient être avec rigueur de manière à ce que la culture reçoive des niveaux optima de température, d'eau et de lumière, et limiter les risques d'évapotranspiration du vent et des dommages des maladies et des ravageurs [MALGRANGE, 2011]. Diverses études ont été menées pour identifier le changement climatique mondial et régional et pour séparer l'influence de l'homme sur la variabilité naturelle du climat. Les Modèles Généraux de Circulation (MGC) sont des modèles couplés numérique utilisés pour représenter divers aspects du système terrestre à savoir l'atmosphère, les océans, la terre, les surfaces terrestres et des glaces de mer [GIEC, 2007].

Les MGC sont utilisés pour prédire les changements climatiques en simulant les effets de la

concentration des gaz à effet de serre (GES) et d'aérosols dans l'atmosphère [DUFOR, 2010].

Les principales causes des changements climatiques sont tous des facteurs pouvant provoquer l'augmentation de la concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Cette augmentation engendre la destruction de la couche d'ozone qui entraîne du rayonnement solaire atteignant la surface terrestre ; d'où le réchauffement de la terre.

Spécification du Modèle Economique

Dans cette section, la régression multiple est utilisée et la droite de régression s'écrit :

$$Y_i = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + c_i$$

Cette équation est le modèle théorique de la droite estimée.

Et donc les paramètres seront estimés par la méthode des moindres carrés ordinaires.

Avec :

- Y_i : variable endogène
- X_1 et X_2 : Variables exogènes
- a_0, a_1, \dots, a_k : Paramètres du modèle
- C_i : terme d'erreur

➤ Spécification du modèle

Le modèle spécifié se présente comme suit :

$$\text{PRODAGR. (Y)} = \alpha_0 + \beta_1 \text{PMM} + \beta_2 \text{TEMP} + c_i \quad (1)$$

Avec :

- α_0 : l'intercepte,
- β_1 et β_2 : sont les paramètres du modèle,
- c_i : c'est le terme d'erreur, au seuil de 95%

D'une manière générale, si l'on symbolise le PMM par X_1 et la température (TEMP) par X_2 , notre équation peut s'écrire :

$$Y = \alpha_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + c_i \quad (2)$$

Cette équation montre que la production agricole est fonction de la précipitation maximale (X_1) et de la température (X_2) exprimée en degré Celsius.

1. Coefficient de détermination

Ce coefficient sous moindres carrés ordinaires cherche à exprimer la part de la variable endogène

expliquée par les variables exogènes. Il est noté R^2 . On le trouve par la formule suivante :

$$R^2 = \frac{SC.E}{SCT} \quad (3)$$

$$\text{Et le } R^2 \text{ ajusté} = 1 - \frac{\frac{SCR}{n-k}}{\frac{SCT}{n-1}} \quad (4)$$

Il consiste à vérifier la qualité d'ajustement du modèle :

- Si $R^2 \approx 1$ l'ajustement est parfait ou bon
- Si $R^2 = 0$ l'ajustement est très mauvais

Le R^2 doit être compris entre 0 et 1.

2. Test de significativité globale du modèle

Le test approprié à ce modèle est le test de Fisher ou F

Il est trouvé par la formule suivante :

$$\text{Fisher} = \frac{\frac{CE}{k-1}}{\frac{SCR}{n-k}} \quad (5)$$

Où :

- SCE = Variabilité Expliquée
- SCR = Variabilité des Résidus
- K = nombre des paramètres
- N = nombre d'observation

3. Tester la globalité du modèle

Hypothèses : $H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0$

$H_{1.1}$: il existe au moins un $\beta_i \neq 0$

Pour le test individuel du modèle, le test de Student est utilisé sous des hypothèses telles que :

$H_0: \beta_i = 0$.

$H_1: \beta_i \neq 0$

RESULTATS

La production agricole présente une importance capitale au sein des ménages du Sud-Kivu, elle intervient pour divers usages : Alimentation humaine et des bêtes ; source de revenu. Sa baisse entraîne une fragilisation des conditions de vie, des insécurités dues à la recherche de sources de subsistance, les migrations et les conflits tribaux et ceux d'occupation des terres, plus encore une destruction du patrimoine écologique. Au niveau macroéconomique, la baisse de production fausse les balances commerciales et impacte le pouvoir d'achat. Le [Tableau 2](#) donne des détails sur l'évolution décroissante de la production agricole au Sud-Kivu sous la période en revue.

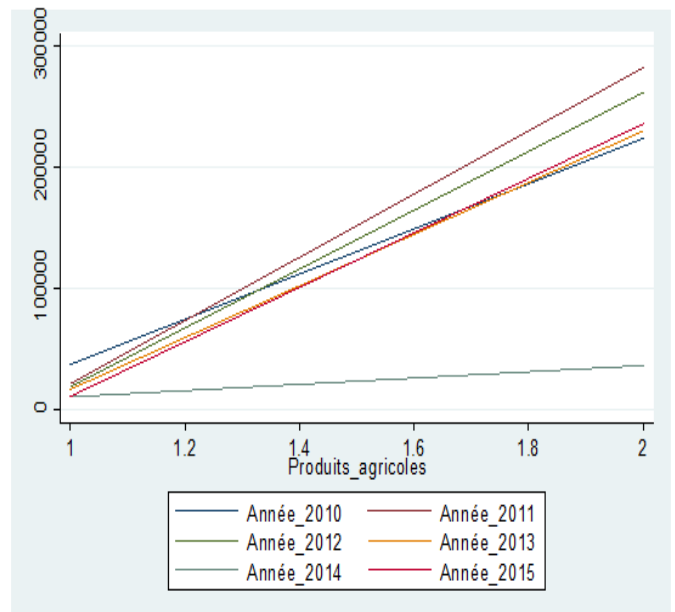


Figure 2 : Évolution de la production des légumes et des tubercules de janvier à décembre des années 2010 à 2015 (Source : Données recueillies au Centre de recherche de Lwiro (2016) et traitées avec Stata 14.0).

La lecture de la [Figure 2](#) permet d'observer une évolution décroissante de la production des légumes et des tubercules dans la province du Sud-Kivu. Au lieu que la production augmente, elle a dégingolée. Cette tendance de la courbe de production renforce même la problématique de l'étude, celle d'analyser à quel niveau le changement climatique est source de la baisse de la production des denrées alimentaire de base dans la province du Sud-Kivu.

La température est l'une de conditions préalables pour le rendement de l'agriculture. Sa stabilité a des effets positifs sur la production agricole.

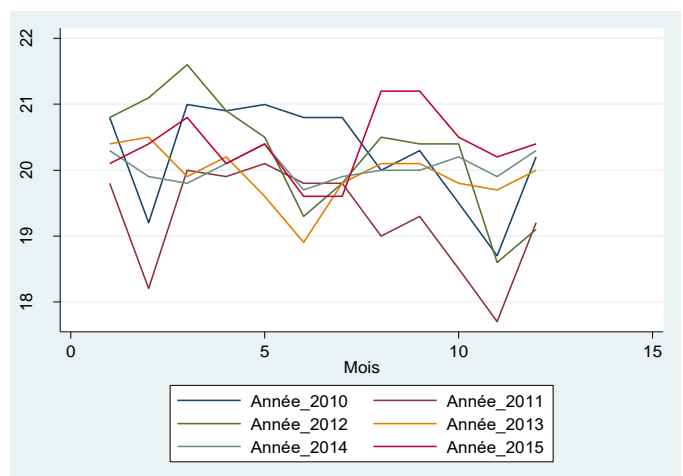


Figure 3 : Évolution de la température au Sud-Kivu pour le mois de janvier à décembre de 2010 à 2015 (Source : Données recueillies au Centre de recherche de Lwiro (2016) et traitées avec Stata 14.0).

La variation de la température sur la période retenue par la présente étude est consignée dans le [Tableau 3](#).

La [Figure 3](#) renseigne de l'évolution des températures, de celui-ci on constate que la température évoluée à dent de scie. Pourtant les variations de la température provoquent la chute de la production agricole. On remarque pour ces 5 années d'études que la température avait tendance à baisser pour la période du mois de Mai et Juin.

Sachant que la saison sèche débute en avril ou en mai, la température est restée presque la même dans cette saison. De la [Figure 4](#) on observe que cette saison a été accompagnée par des faibles précipitations freinant la montée de la température, un élément nécessaire à la culture des légumes et autres semences.

De la [Figure 4](#), on remarque une évolution mitigée des précipitations atmosphériques dans la province du Sud - Kivu pour chaque année d'étude. L'autre constant est que les prestations sont souvent fortes en début et en fin d'année mais faibles au milieu de l'année.

Régression Multiples des Données

La régression linéaire multiple est utilisée lorsqu'on veut tester l'impact d'au moins deux variables indépendantes sur la variable dépendante. Il convient, cependant de se référer aux mesures de la tendance centrale, telles que préconisées par les normes

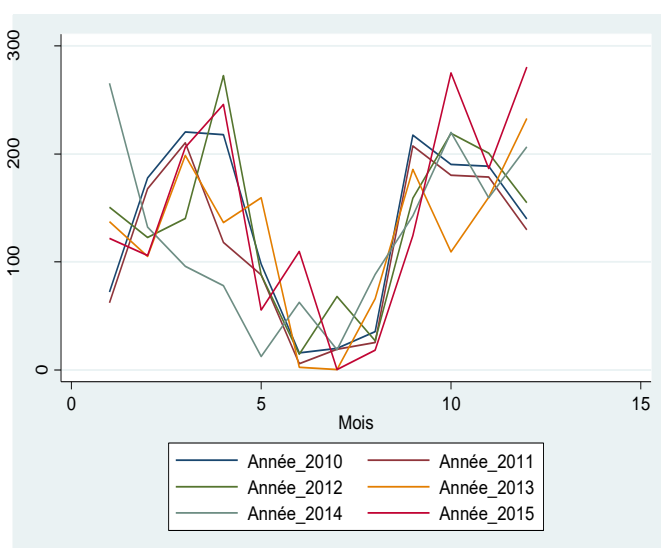


Figure 4 : Évolution des précipitations au Sud-Kivu pour le mois de janvier à décembre pour les années 2010 à 2015 (Source : Données recueillies au Centre de recherche de Lwiro (2016) et traitées avec Stata 14.0).

statistiques, pour voir comment les variables entourent la moyenne, si les données sont normalement distribuées ou non. Ces genres d'analyses sont faits grâce à la variance. Le [Tableau 2](#) présente les résultats de l'analyse de la variance.

Il découle du [Tableau 2](#) que les données sont normalement distribuées car avec une variance de 1,70410 et une chance de s'en écarter de 2,60510.

Au seuil de 95%, l'hypothèse nulle ne peut être rejetée car ce Fisher de 9,81 est supérieur à 1,96 ; de ce fait, le modèle reste globalement significatif.

Par application de la formule proposée dans la méthodologie, les compilations sous SPSS donnent les résultats suivant : la variable endogène qui est la production agricole est expliquée à 39% par les précipitations et la température, et à 61% elle s'expliquerait par d'autres facteurs comme la fertilité du sol, l'utilisation d'engrais et des lois économiques axées sur la théorie des marchés et la fiscalité en vigueur au Sud-Kivu tendant à décourager les activités agricoles et le manque d'intrants agricoles et des objets aratoires, l'insuffisance des voies de communication, etc.

Le coefficient de corrélation de 0,6285, compris entre -1 et 1, indique qu'il y a une forte corrélation entre le changement climatique et la production agricole au Sud-Kivu.

Le coefficient de corrélation ajusté de - 8 % montre l'existence d'une relation négative non significative entre les variables choisies.

Le [Tableau 4](#) révèle que la production serait fonction du niveau des précipitations ou de la quantité de pluie au cours d'une période et de la température exprimée en degré Celsius de la même période. Ainsi lorsque les précipitations moyennes annuelles varient d'une unité, la production a tendance à baisser de 4.658,7 tonne/an. De la même manière, la variation d'un degré de

Tableau 2 : Analyse de la variance

| Model | Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|------------|----------------|----|-------------|------|--------------------|
| Regression | 170,410 | 2 | 85,209 | 9,81 | 0,470 ^a |
| Residual | 260,510 | 3 | 86,849 | | |
| Total | 430,910 | 5 | | | |

Tableau 3 : de R^2 et R^2 ajusté

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|--------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | 0,629 ^a | 0,395 | 0,8 | 93185,520 |

la température moyenne annuelle aura tendance à baisser la production de 32.257,27 tonne/an.

Eu égard à ce qui précède, il existe une relation négative significative entre la quantité de la pluie au cours d'une période et le niveau de la production, et une relation négative significative entre la température et la quantité de la production réalisée au cours de la période en revue. La significativité individuelle avec le test de STUDENT (colonne 5) du [Tableau 4](#) montre que la précipitation et la température restent significatives au seuil de 5%, car le Student de 0,64 est inférieur à 1,96.

Malgré ces résultats, il est à souligner que :

- La présence des précipitations dans une exploitation accroît/ décroît la production agricole. Car la grêle, la précipitation solide, suit généralement durant les intersaisons et pourra s'aggraver et avoir des impacts physiques très forts durant les phases végétatives, et principalement durant la floraison.
- La présence de la température dans une exploitation décroît la production agricole. Car les basses températures prolongent la durée de la saison de croissance, limitent le rythme des plants des cultures.

Ainsi la température et les précipitations doivent être modérées, ni plus basses ni plus hautes pour que leurs impacts sur l'agriculture soient de nature à augmenter la production agricole.

Tableau 4 : Paramètres de régression.

| Model | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | T | Sig. |
|--------------|-----------------------------|------------|---------------------------|----------|----------|
| | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 (Constant) | -1008449 | 1981182 | | -0,50901 | 0,645818 |
| X1 | -4658,71 | 7,395,909 | 0,475466 | 0,629904 | 0,573465 |
| X2 | -32257,27 | 135695,3 | 0,179435 | 0,237718 | 0,82741 |

L'équation de la régression : $y = -1,008 - 4658,710X_1 - 32257,274X_2$.

Le modèle peut s'écrire : $y = -1,008 - 4658,710Pmm - 32257,274temp + ci$

DISCUSSION

Les résultats de cette étude empiriques démontrent que le changement climatique a des impacts négatifs et significatifs sur la production agricole au Sud-Kivu sous la période en revue.

La température, les précipitations et la lumière influencent les rendements des cultures par leurs effets sur la croissance du plant et sur le processus physiologique liés à la formation du grain. Il existe un lien très étroit entre la température et les précipitations, car l'augmentation de la température accroît l'évaporation. La perturbation de ces facteurs affecte indirectement le rendement de l'agriculture par la présence des dégâts comme les maladies, les ravageurs et les adventices. Pourtant la production agricole peut générer d'importants revenus et ressources susceptibles d'améliorer, tant soit peu, le niveau de vie des paysans et stimuler le développement d'autres secteurs de l'économie du Sud-Kivu.

Les résultats trouvés dans le cadre de cette étude n'est pas étrange dans la littérature sur le lien entre changement climatique et production agricole. [MOUTON et SILLONS \[1954\]](#) avaient trouvé qu'il existe une relation de dépendance entre la production et le changement climatique.

Les changements climatiques se réalisent à partir de la température, des précipitations et de la lumière. Ces derniers influent sur le rendement des cultures par leurs effets sur la croissance du plant et sur les processus physiologiques liés à la formation du grain [[ABROL et al. 1991](#)].

Des recherches sur cette question montrent qu'il existe un lien très étroit entre la température et les précipitations. Cela se justifie par le fait que l'augmentation de la température accroît l'évaporation

dont la condensation en nuage dans l'atmosphère entraîne l'augmentation de la précipitation. La perturbation de ces facteurs affecte indirectement le rendement en augmentant les dégâts causés par les maladies, les ravageurs et les adventices [MORON, 1994].

CONCLUSION

La présente étude visait à analyser le lien qui existerait entre le changement climatique et le niveau de production au Sud-Kivu de 2010 à 2015. L'étude a utilisé une base de données secondaire provenant de l'Inspection Provinciale de l'Agriculture, Pêche et Elevage du Sud-Kivu et au Centre de Recherche de Lwiro. Une régression linéaire simple utilisant la méthode de moindre carrée a été appliquée aux données. L'analyse et le traitement de données ont été rendus possibles par le logiciel SPSS 20.

A l'issue des analyses, il a été établi que le changement climatique a influencé négativement et de façon significative la production agricole au Sud-Kivu pendant la période sous étude. Ainsi, l'hypothèse formulée a été confirmée, et l'objectif du travail a été atteint.

RESUME

La présente étude visait à analyser le lien qui existerait entre le changement climatique et le niveau de production agricole au Sud-Kivu pour la période de 2010 à 2015. L'étude a utilisé une base de données secondaires provenant de l'Inspection Provinciale de l'Agriculture, Pêche et Elevage du Sud-Kivu et du Centre de recherche de Lwiro. Une régression linéaire simple utilisant la méthode de moindre carrée a été appliquée aux données. L'analyse et le traitement de données ont été rendus possibles au moyen du logiciel SPSS 20. L'analyse des données révèle que le changement climatique (exprimé en fonction de la température et des précipitations maximales) a des impacts négatifs significatifs sur la production agricole au Sud-Kivu sous la période étudiée. Les autorités politiques, les institutions et organisations nationales ou internationales ayant dans leurs attributions l'agriculture, la conservation de la nature et la gestion des écosystèmes sont appelées à entreprendre des mesures tendant à prévenir les changements climatiques et réduire leurs impacts sur la production agricole dans le but d'assurer la sécurité alimentaire et la relance de l'économie du Sud-Kivu.

Mots Clés

Changements climatiques, production agricole et Sud-Kivu.

REFERENCES

- ABROL Y.P., BAGGA A.K., CHAKRAVORLY M.V.K., WALTAL P.N. [1991]. Impact of rise in temperature on productivity of wheat in India. In: Impact of Global Climatic Change on Photosynthesis and Plant Productivity. Oxford & IBH Publishers, New Delhi, pp. 787-798.
- BALBUS J., COHEN S., BRODY M., OUDE G.H.P. [1998]. Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies, Amsterdam, 92p.
- BANQUE MONDIALE [2016]. Projet intégré de croissance agricole. Rapport n° PAD 1320.
- BOKO M. [1988]. Climatologie et communautés rurales du Bénin ; Rythmes climatiques et rythmes de développement, Thèse de doctorat d'État ès – lettres à l'Université de Bourgogne Dijon.
- CAID. [2015]. Cellule d'Analyse des Indicateurs de Développement (CAID), R.D. Congo, Consulté le 28 juin 2019, <https://www.caid.cd/index.php/donneesparprovince-administrative/provinceDusud-kivu>.
- CONFERENCE ECONOMIQUE AFRICAINE [2011]. Économie verte et transformation structurelle Addis-Abeba (Éthiopie). CEA- 25-28.
- DELECOLLE R., RUGET F., RIPOCHE D., GOSSE G. [1995]. Possible effects of climate change on wheat and maize crops in France, pp; 241-257. In Rosenzweig C. [ed.]; Climate change and agriculture analysis of potential International Impact, American Society of Agronomy; Madison, USA, ISBN , 978-0-89118-325-9.
- DIOP M., HOUNDEROU C., RICHARD Y. [1996]. Variabilité des dates de début et de fin de l'hivernage au Sénégal. AIC/Sénégal, 430-435p.
- DUFOUR E. [2010]. Adaptation aux changements climatiques dans le nord du Canada, mémoire de maîtrise, Centre Universitaire de Formation en Environnement, Université de Sherbrooke, Québec, Canada.
- GIEC. [2007]. Contribution of working group into the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change (Solomon, S, D, Qin, M. Marques K. B, Averyt, M. Tignor and HL. Miller, Cambridge). P.50.
- MALGRANGE S. [2011]. L'agriculture paysanne face à l'instabilité climatique au Pazos, Huancavelica, Pérou. Mémoire-Maitrise, ISTOM/Pérou, P.58.
- MORON V. [1994]. Variabilité des précipitations en Afrique tropicale au Nord de l'équateur (1993-1990) et réalisation avec les températures de surface océanique et la dynamique de l'atmosphère, Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, Centre de Recherches de Climatologie, Dijon, France.
- MOSS R. [2010]. The next generation of scenarios for climate change research and assessment, University of Maryland, Volume 463, 747-756.
- MOUTON J., SILLONS [1954]. Les cultures indigènes dans les régions forestières de l'Oubagui-Chari cahier ORSTOM, Sénégal, 97p.
- OGOUWALE E. [2006]. Changement climatique dans le Benin méridional et central ; indicateur scénario et prospective de la sécurité alimentaire, Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, P. 320.

OGUNDIPE A. A., ODUNTAN E. A., ADEBAYO I. O., KEHINDE O. O. [2017].

Agricultural productivity, Poverty Reduction and inclusive growth in Africa: linkages and pathways. Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology. 1 – 15.

PNUD. [1991]. Rapport final du projet TUN/88/04, Étude de l'impact des actions de développement et de la lutte contre la désertification, Tunis, document n° 13 Direction des Sols, P.37.

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO [2006]. Document de la Stratégie de Croissance et de Réduction de la pauvreté (DSRP), RD Congo, Ministère du plan.

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO [2015]. Document de la Stratégie de Croissance et de Réduction de la pauvreté (DSRP), RD Congo, Ministère du plan.

SALACK S., TRAORE B.S., SARR B. [2006]. Synthèses sur la collecte, sur la mise en forme et le stockage des données climatologiques des pays du CISS et étude d'impact des changements climatiques sur la production agricole au Sahel. Centre régional Agrihymet, Rapport final UNEP, Niger, P.95.

SECK M., MOUSSA NA ABOM M., WADE S., THOMAS J.P. [2005]. Adaptation au changement climatique : étude des cas de systèmes de production agricole, Sebikotane (Sénégal), ENDA Tiers-monde, P.33.



This work is in open access,

licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in the credit line; if the material is not included under the Creative Commons license, users will need to obtain permission from the license holder to reproduce the material. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>