

Tendances évolutives des paramètres climatiques sur les cultures vivrières (manioc, maïs, arachide et haricot) dans la Commune de Begoua sur la période de 2010 à 2023, République Centrafricaine

[Trends in climatic parameters for food crops (cassava, maize, groundnuts and beans) in the Commune of Begoua from 2010 to 2023, Central African Republic]

Justin Maguelkia¹, Aminou Backo Salao^{1,2}, Simplicie Prosper Yandia³, and Saint-Calvaire Henri Diemer^{1,4}

¹Ecole Doctorale des Sciences de la Santé Humaine et Vétérinaire (EDSSHV), Faculté des Sciences de la Santé (FACSS), Université de Bangui (UB), Central African Republic

²Université de Bangui (UB), Faculté des Sciences (FS), Département des Sciences de la vie (DSV), Central African Republic

³Université de Bangui (UB), Institut Supérieur du Développement Rural (ISDR), Central African Republic

⁴Faculté des Sciences de la Santé (FACSS), Université de Bangui (UB), Département de Santé Publique (DSP), Central African Republic

Copyright © 2025 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: Objective: The aim of this study is to determine the influence of rainfall and temperature on seasonal crop yields (maize, groundnuts, beans and cassava) in the commune of Begoua over the period 2010 to 2023.

Method: This was a cross-sectional, retrospective descriptive survey. In order to achieve this objective, the average temperatures and rainfall in the Commune of Begoua over the period 2010 to 2023 were taken at the meteorological station of the Agency for Safety of the Navigation Air navigation at Africa and Madagascar (ASECNA) Bangui-M'poko. Yields and other agronomic data (production and area) were obtained from the Ministry of Agriculture and Rural Development (MADR) and by documentary review.

Results: Our analysis shows that several rainfall variations have been recorded, around the average water requirement of plants, at Commune level: one (1) deficit year of 1224 mm in 2011, (2) surplus years varying between 1644 mm in 2013 and 1692 mm in 2017 and an interannual average of 1522.29 mm between 2010 and 2023 and an increase in temperatures was recorded from 2020 to 2023. Analysis of the influence of rainfall and temperature on food crops shows that, on an annual scale, rainfall is falling in parallel with the number of rainy days, while temperatures are rising. This drop in rainfall has an impact on cereal and grain legume yields, but cassava yields have not changed much.

Conclusion: In view of these results, it would be very important to take stock of local farmers' perceptions of climate change and their adaptation strategies to cope with these climatic impacts.

KEYWORDS: trends, climate parameters, food crops, impact, Begoua commune.

RESUME: Objectif: Cette étude vise à déterminer l'influence des précipitations et des températures sur les rendements des cultures saisonnières (maïs, arachide, haricot et manioc) dans la commune de Begoua sur la période de 2010 à 2023.

Méthode: Il s'agissait d'une enquête descriptive à visée transversale et rétrospective. Pour atteindre cet objectif, les moyennes des températures, des précipitations de la Commune de Begoua sur la période de 2010 à 2023 ont été prises à la station météorologique de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et Madagascar (ASECNA) Bangui-M'poko. Les rendements et autres données agronomiques (productions et superficies) ont été obtenus au Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR) et par revue documentaire.

Résultats: Il ressort de notre analyse que plusieurs variabilités pluviométriques ont été enregistrées, autour du besoin moyen en eau des plantes, au niveau de la Commune: une (1) année déficitaire de 1224mm en 2011, (2) années excédentaires variant entre 1644 mm en

2013 et 1692 mm en 2017 et une moyenne interannuelle de 1522,29 mm entre 2010 à 2023 et une hausse des températures a été enregistré de 2020 à 2023. L'analyse de l'influence des précipitations et des températures sur les cultures vivrières montrent qu'à l'échelle annuelle, les précipitations baissent parallèlement au nombre de jour des pluies alors que les températures augmentent. Cette baisse des précipitations influence sur les rendements des cultures céréalières et légumineuses à grains, mais par contre les rendements de manioc n'ont pas beaucoup variés.

Conclusion: Au vu de ces résultats obtenus, il serait très important de recenser les perceptions des paysans locaux sur les changements climatiques et les stratégies d'adaptation à faire face à ces impacts climatiques.

MOTS-CLEFS: tendances, paramètres climatiques, culture vivrière, impacte, Commune de Begoua.

1 INTRODUCTION

La variabilité climatique étant considérée comme la fluctuation saisonnière ou interannuelle des différents paramètres climatiques par rapport à leurs valeurs moyennes de référence [1]. Elle se manifeste, entre autres, par de longues périodes de sécheresse, se traduisant parfois par une réduction de la productivité du travail paysan et une diminution des ressources financières des ménages [2]. De la fin des années 1960 jusqu'au début des années 1990, une tendance à la baisse de la pluviosité a été observée en Afrique Occidentale et Centrale [1,3,4].

En Afrique Centrale, le déficit estimé représente environ 16% des apports pluviométriques interannuels durant la décennie 1980, contre 7% au cours de la décennie 1970, alors qu'au niveau Ouest-Africain, il est d'environ 27 et 13%, respectivement au cours des décennies 1980 et 1970 [1,5]. Selon Zhao en 2005, les changements climatiques vont entraîner une baisse des rendements agricoles futurs à l'horizon 2025 en Afrique sub-saharienne, notamment le manioc (-26 %), l'arachide (-15 %) et le maïs (-11 %) [6]. Cette situation serait due à une variabilité des indices agroclimatiques qui influencent directement les rendements agricoles, notamment l'indice d'humidité dont la baisse signifie une diminution de l'apport climatique en eau en raison de la péjoration de l'évapotranspiration potentielle et de la baisse des cumuls pluviométriques [7].

Comme certains pays de la planète, la République Centrafricaine (RCA), pays à vocation agricole, n'est pas épargnée de ces aléas climatiques (les températures extrêmes, la sécheresse, les feux de brousses, les inondations, l'érosion hydrique, les vents violents, les affaissements de sols, le décalage saisonnier et la mauvaise répartition des pluies) [8]. Dans ce contexte, une augmentation des températures associée à une forte diminution ou une augmentation des précipitations, conduirait à des baisses plus notables des rendements agricoles [9]. En effet les effets néfastes des changements climatiques sont plus préoccupants dans les pays en développement où l'agriculture constitue la principale source d'emploi et de revenus pour la majorité de la population [10]. Il y a donc un risque, un sentiment d'incertitude qui naît au niveau des producteurs en matière du respect des calendriers culturaux dont l'impact sur les rendements des cultures est élevé. Ainsi, les impacts directs des changements climatiques sur l'agriculture portent sur les comportements des cultures, les modifications pédologiques et les baisses de rendements. De manières indirectes, les changements climatiques se manifestent aussi au niveau de la main d'œuvre agricole, des prix des denrées agricoles et des unités de transformation agroindustrielles [11]. Pour ce faire, il est indispensable de disposer des données localisées du système climatique, ses impacts sur les systèmes de production, perceptions locales et de définir des mesures pertinentes d'adaptation à partir de celles développées localement.

La présente étude se propose d'évaluer la tendance évolutive des paramètres climatiques sur les rendements des cultures saisonnières dans la commune de Begoua en République Centrafricaine. Elle vise à déterminer l'influence des précipitations et des températures sur les rendements des cultures saisonnières (maïs, arachide, haricot et manioc).

Hypothèse: La modification des précipitations et des températures a une influence sur la production des céréales et les cultures légumineuses à grains comme le haricot et l'arachide.

2 MATERIELS ET METHODE

2.1 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

L'étude s'est déroulée du 30 Septembre au 30 Décembre 2023, dans la Commune de Begoua en République Centrafricaine. Elle est située vers le Centre-Ouest à la sortie de la capitale Bangui et comprise entre 4°27'00" Nord et 18°32'00" Est avec une altitude de 418 m. Elle est limitée au Nord par la Commune de Damara; au Sud par la Commune de Bimbo; à l'Est par le 4^{ème} et 7^{ème} Arrondissements de la ville de Bangui et à l'Ouest par la Commune de la Préfecture de Boali. Elle couvre une superficie d'environ 10886Km² avec une population estimée en 2021 à 264.067 habitants [12].

Cette Commune subit globalement les influences des climats tropicaux humides au sud et secs au nord. Elle a été choisie compte tenu de leur caractère cosmopolite, de leur forte densité en population et de la diversité culturelle des peuples au plan social et alimentaire. Pour cerner notre espace d'étude, la figure 1 ci-dessous nous présente la localisation de la Commune de Begoua en République Centrafricaine et ses localités environnantes.

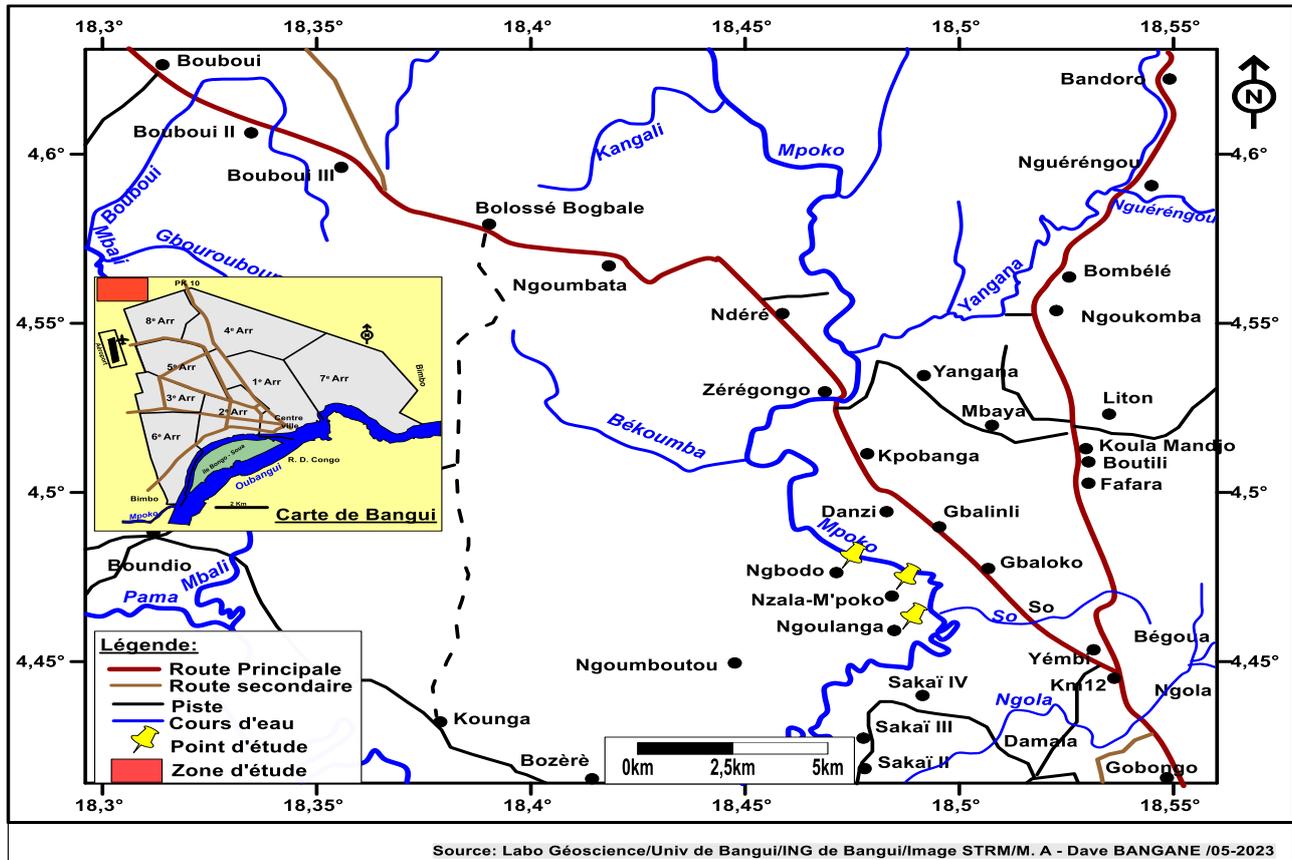


Fig. 1. Carte de la zone d'étude

2.2 TYPE D'ETUDE ET PERIODE D'ETUDE

Il s'agissait d'une enquête descriptive à visée transversale et rétrospective dans la Commune de Begoua qui s'est déroulée du 30 Septembre au 30 Décembre 2023, soit 90 jours

2.3 CONSIDERATIONS ÉTHIQUES

La participation a été volontaire après le consentement des autorités administratives et coutumières de chaque village enquêté et quartier. Les informations ont été recueillies après le consentement verbal, éclairé des participants.

2.4 DONNEES D'ENQUETE

La collecte des données s'est déroulée en deux phases hormis les informations sur des variables socioéconomiques et démographiques (âge, sexe, niveau d'éducation, situation matrimoniale,), expérience vécu, type d'activité, la taille moyenne de ménage, membre d'une association paysanne, accès aux crédits agricoles et à l'appui technique.

La première phase consiste à collecter les données existantes relatives aux productions agricoles (la superficie cultivée en ha, la production en t et le rendement en t/ha observées sur la période 2010 à 2023. Ces données sont issues de la base des données du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR) qui en assure le contrôle de qualité) et la seconde phase c'est sur les données météorologiques (la précipitation annuelle en mm des pluies, le nombre moyen de jour de pluies, la température moyenne annuelle, la température maximale moyenne annuelle, la température minimale moyenne annuelle, observées sur la période 2010 à 2023. Ces données sont issues de la base des données de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et Madagascar (ASECNA) de Bangui-M'poko qui en assure le contrôle de qualité.

2.5 OUTILS, TECHNIQUES DE COLLECTE DES DONNEES ET MODE DE TRAITEMENT

La collecte des données a été faite à partir des questionnaires individuels, des guides d'entretien et les observations sur le terrain. Les données climatiques relatives à la température ont été réalisées sur Excel 2007 sur la base des moyennes annuelles minimales et maximales afin de cerner la variabilité inter annuelle pareillement au nombre moyen de jour des pluies et les données relative à la hauteur des pluies ont été analysées à partir de l'indice standardisé des précipitations (isp) afin de déterminer les trois types de saisons agricoles à savoir les années déficitaires, les années excédentaires et les années normales, selon la Formule suivante: $isp = \frac{xi - xm}{\sigma}$ (Avec isp: indice standardisé des précipitations annuelles, xi: variable pluviométrique enregistrée au cours de l'année; xm: moyenne annuelle de la variable pluviométrique sur la période d'étude et σ : écart type de la série pluviométrique sur la période d'étude). Ces analyses ont permis de faire une analyse sur les tendances météorologiques de la zone. Pour déterminer le degré d'implication des éléments du climat sur la production à l'hectare des cultures vivrières. Il est obtenu d'après la formule statistique suivante: $R = r_s \times r_s$ (avec r_s : coefficient statistique de Spearman (%)) R: coefficient de détermination de degré d'implication des éléments du climat sur la production des cultures vivrières. Les rendements (Rdts) annuels de la production des cultures vivrières, il est obtenu à partir de l'équation suivante: $Rdt = \frac{Po}{So}$ (avec, Po: Production des cultures vivrières et So: surface de production des cultures vivrières). Une corrélation dynamique a été établie entre les précipitations et les rendements afin de mesurer l'effet de la disponibilité de l'eau sur la production. Les données sur les exigences des cultures en température en eau et celles de la zone ont permis d'établir leurs degrés de vulnérabilité des cultures et pour voir le degré de la vulnérabilité de la population, il est obtenu à l'aide des formules mathématiques selon plusieurs auteurs: (Vulnérabilité = Exposition + Susceptibilité – Résilience [13] et Vulnérabilité = Exposition - Capacité d'adaptation [14]).

Les données ont été saisies sur Excel 2007 et transférées sur Epi info 7. Elles ont ensuite été analysées à travers des statistiques descriptives à l'aide du logiciel Epi info 7. Les résultats ont été présentés sous forme de tableaux et graphiques sur Epi info 7, puis sur Excel 2007. Nous avons déterminé également l'effectif et la proportion des variables de l'étude.

3 RESULTATS

3.1 ANALYSE TENDANCES ÉVOLUTIVES DES PARAMETRES CLIMATIQUES DANS LA COMMUNE DE BEGOUA SUR LA PERIODE 2010-2023

3.1.1 LE NOMBRE MOYEN DE JOURS DE PLUIE PAR AN

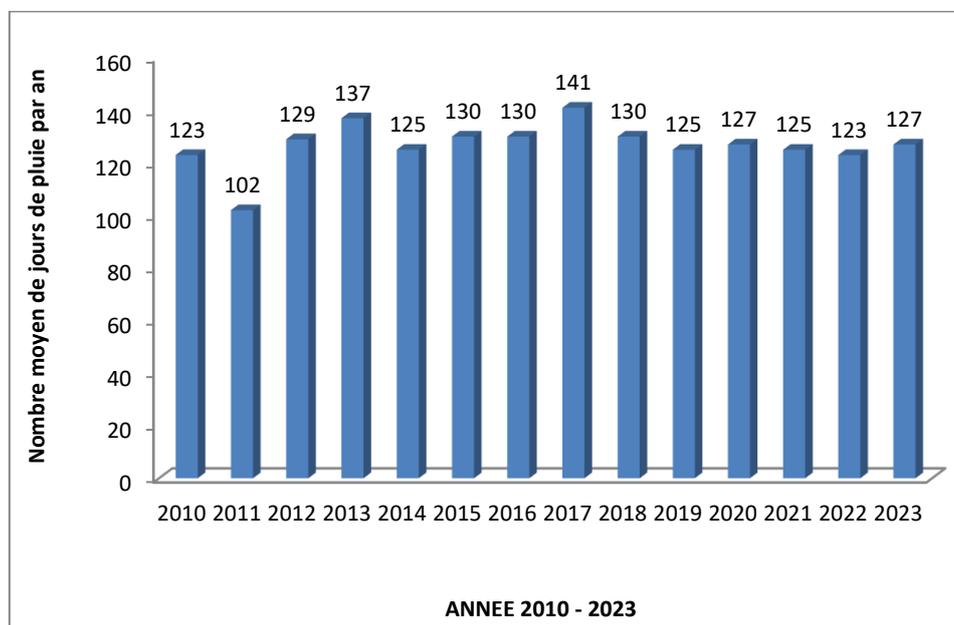


Fig. 2. Evolution du nombre moyen de jour de pluie entre 2010 à 2023

La figure 2 présente l'évolution du nombre moyen de jours de pluie entre 2010 à 2023 pour les zones Guinéennes (zone 2). On note que le nombre moyen de jours de pluie présente une tendance en dent de scie dans les zones climatiques, la chute étant plus prononcée en 2010 à 2011 soit une différence de 21 du nombre moyen de jour de pluie, 2013 à 2014 et 2015 soit une différence respectivement de 12 et 7 du nombre moyen de jour de pluie, 2017 à 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 et 2023 soit une différence respectivement (11, 16, 14, 16, 18) du nombre moyen de jour de pluie. Une tendance en hausse est prononcée en 2011 jusqu'à 2023 soit respectivement (27,

35, 23, 28, 28, 39, 28, 23, 25, 23, 21 et 25) du nombre moyen de jour de pluie. La moyenne interannuelle du nombre moyen de jour de pluie sur la période de 2010 à 2023 est de 126,71 avec des extrémités de 102 et 141.

Ainsi le résultat de notre analyse montre que sur les 14 années corrélées, 06 enregistrent des précipitations inférieures à la moyenne et les 08 autres enregistrent des précipitations supérieures à cette moyenne sur la période d'étude.

3.1.2 INDICATEURS PLUVIOMETRIQUE

Le régime pluviométrique de la Commune de Begoua est unimodal avec deux saisons: une saison pluvieuse d'Avril à Novembre et une saison sèche de Décembre à Mars.

Cependant, dans le cadre de notre étude, nous avons choisi de travailler avec les données moyennes annuelles d'une période de quatorze ans, soit de 2010 à 2023 (Cf. fig 3) afin d'analyser la variabilité pluviométrique. Ainsi selon Bricquet, J.P et al en 1997 définit la variabilité climatique étant considérée comme la fluctuation saisonnière ou interannuelle des différents paramètres climatiques par rapport à leurs valeurs moyennes de référence. Dans la présente étude, nous considérerons la variabilité pluviométrique comme: l'ensemble des fluctuations des valeurs réelles de la pluviométrie autour de leur valeur moyenne prise à différentes échelles temporelles et spatiales. La gamme des cumuls pluviométriques enregistrés dans la commune de Begoua montre une forte variation qui est perceptible d'une année à l'autre. Pour étudier la variation annuelle des précipitations, nous aurons besoin des moyennes annuelles des précipitations de la période allant de 2010 à 2023.

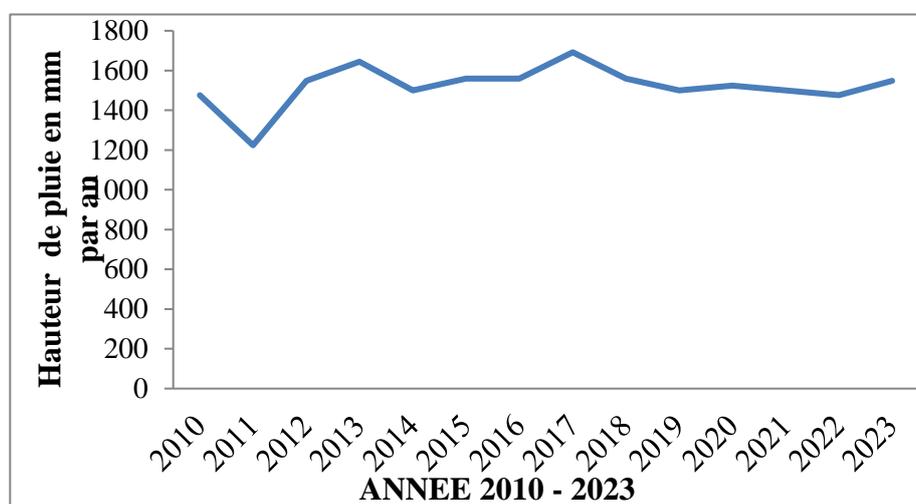


Fig. 3. Evolution de la hauteur de pluie dans la Commune de Begoua 2010 à 2023

La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée sur les 14 années est de 1522,29 mm de pluies qui s'étend sur environ 126,71 jours de pluies en moyenne (Cf. fig 3). Ces précipitations évoluent en dents de scie telle que le présente la figure 4. Ainsi, les années 2013 et 2017 sont les années où on enregistre les plus fortes quantités précipitées (respectivement 1644, 1692).

On passe de 1644 mm de précipitation pour l'année la plus arrosée 2013 étalée sur 137 jours et de 1692 mm de précipitations pour l'année la plus arrosée 2017 étalée sur 141 jours, tandis que l'année la moins arrosée est l'année 2011 avec 1224 mm de pluies sur 102 jours. Cette différence est une preuve de variabilité très significative de la pluviométrie dans la Commune de Begoua sur la période d'étude. Dans l'ensemble, les précipitations ont tendance à baisser comme témoigne l'équation de la pente de la courbe évolutive des précipitations. La figure 4, nous permet d'avoir une lecture plus appréciée de cette variation du régime pluviométrique. Le résultat de notre analyse montre que sur les 14 années corrélées, 06 enregistrent des précipitations inférieures à la moyenne (2010, 2011, 2014, 2019, 2021 et 2022) et les 08 autres enregistrent des précipitations supérieures à cette moyenne sur la période d'étude. L'indice standardisé des précipitations sur la période 2010-2023 nous a permis de constater que la Commune de Begoua est caractérisée par une variabilité pluviométrique sous la forme d'une alternance d'années déficitaires et excédentaires.

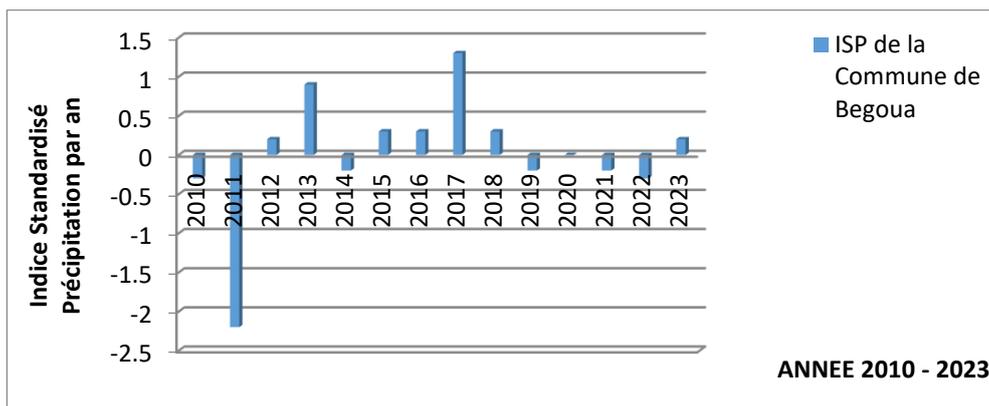


Fig. 4. Évolution de l'indice standardisé des précipitations dans la commune de 2010 à 2023

La tendance évolutive des précipitations inter annuelles dans la zone d'étude sur la période 2010 à 2023 montre une variabilité importante traduisant donc son influence sur les activités agricoles. Il ressort de l'analyse des indices standardisés des précipitations (isp) que la zone d'étude a enregistré 6 années de sécheresses variant de modérément sèche à extrêmement sèche ($-2, 2 < \text{isp} < 0$). Sur la même période, il indique également au moins 8 années excédentaires qui ont varié de précipitations légèrement humides à extrêmement humides ($0 < \text{isp} < 1,3$). L'analyse météorologique de la Commune de Begoua (Cf. fig. 4) a indiqué une aridité légère alternée d'aridité sévère de 2010 à 2011, et une humidité entre 2012 à 2023 dans laquelle quatre années ont été marquées par des épisodes secs (2014, 2019, 2021 et 2022). La série de 2010 à 2023 a connu plus d'irrégularités mais avec deux années extrêmement humides (2013 et 2017).

3.1.3 INDICATEURS THERMIQUES DANS LA COMMUNE DE BEGOUA

L'évolution des indicateurs thermiques dans la zone d'étude sur la période 2010 à 2023, nous, ont permis de déterminer le rythme de l'évolution de la température moyenne annuelle dans la Commune de Begoua (Cf.fig 5).

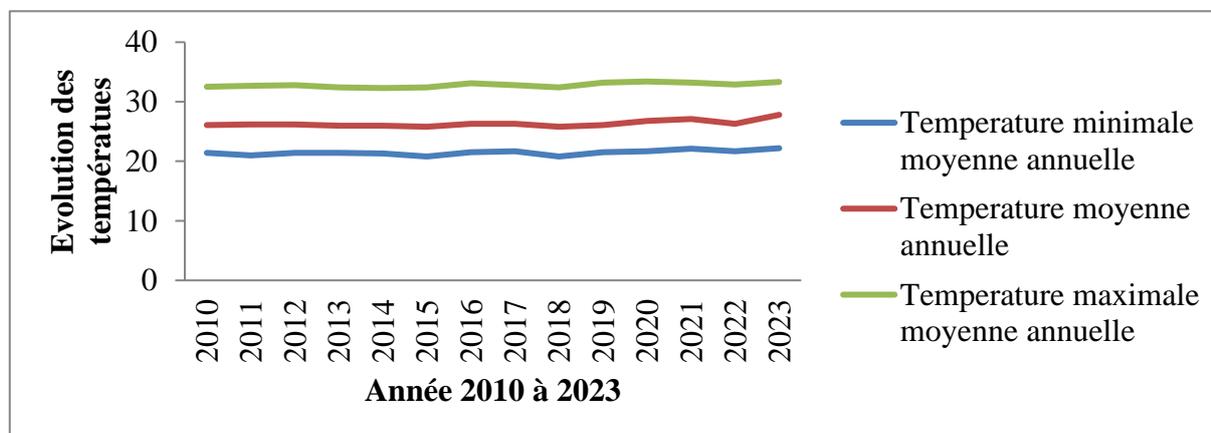


Fig. 5. Évolution des indicateurs thermiques dans la commune sur la période de 2010 à 2023

La Figure 5 met en évidence la variabilité inter-annuelle des températures moyennes, maxima et minima sur la période de 2010 à 2022 dans la Commune de Begoua.

L'évolution de la température moyenne varie entre 26,1°C en 2010 à 26,3°C en 2016, 2017 et 2022 soit une augmentation de 0,2°C (0,02°C/an). Quant à la température maximale, elle varie de 32,4°C en 2010 à 33,1°C en 2016, 33,2°C en 2019 et 2021, puis à 33,4°C en 2020, soit une différence respectivement (0,7°C; 0,8°C et 1°C) avec une moyenne de variation de hausse de température 0,8°C (0,08°C/an).

Pour la température minimale, celle-ci varie de 21,4°C en 2010 à 21,7°C en 2017, 2020 et 2022, puis à 22,1°C en 2021, soit une différence respectivement (0,3°C et 0,7°C) avec une moyenne de variation 0,4°C (0,04°C/an). Cette augmentation de la température favorise l'élévation du taux d'évapotranspiration dans la Commune de Begoua. Pour la Commune, les températures sont en hausse de 0,8°C (température maximale), 0,2°C (température moyenne) et 0,4°C (température minimale). L'agriculture dans la Commune de

Begoua étant essentiellement pluviale, la modification de son régime des précipitations et la hausse des températures ont d'énormes répercussions sur la production agricole et les rendements. Ainsi, les déficits ou excès pluviométriques et la hausse des températures peuvent entraîner des chutes de rendement.

3.2 ANALYSE DES EFFETS DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE SUR LES CULTURES SAISONNIERES (MANIOC, MAÏS, ARACHIDE, ET HARICOT) DANS LA COMMUNE DE BEGOUA

3.2.1 INFLUENCE DES PRECIPITATIONS ET DES TEMPERATURES SUR LES RENDEMENTS DU MAÏS

De son nom scientifique *Zea mays*, le maïs est une plante exigeante en eau. Un maïs de 120 jours en climat tropical demande au moins 600mm de pluies bien réparties. Les sécheresses sont particulièrement dommageables au moment du semis, mais encore plus au moment de la floraison et de la formation des épis. L'excès de pluies provoque l'asphyxie, la pourriture des racines et les vents provoquent l'averse (le memento de l'agronome 2006).

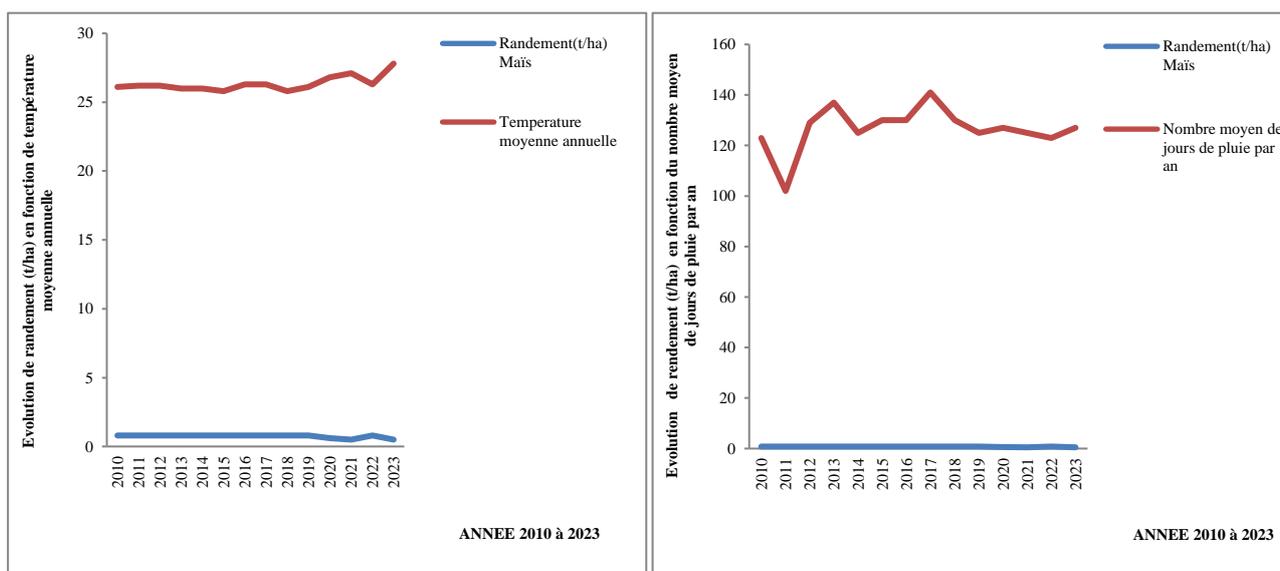


Fig. 6. Evolution de température moyenne et du nombre de jours de pluie sur le rendement du maïs dans la commune de Begoua 2010 à 2023

Le traitement des données relatives aux rendements nous révèle que sur la période allant de 2010 à 2011; 2013 à 2014 et 2015; 2017 à 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 et 2023, la Commune de Begoua est marquée par une diminution progressive des précipitations, du nombre de jours de pluies et de l'évapotranspiration; tandis qu'elle connaît une stabilité des rendements de maïs et des températures de 2010 jusqu'à 2019. Cette variation est confirmée par la pente des courbes évolutives. L'évolution observée n'est cependant pas uniforme sur la période d'étude. Elle est marquée par une diminution des précipitations au cours des campagnes 2010/2011 à 2014/2019, 2012 à 2022. De même, on observe une variation de rendement et de températures au cours des campagnes 2020/2021 et 2023. La variation de ces trois facteurs (précipitations, températures et rendements de maïs) est confirmée par la pente de leurs courbes évolutives. L'évolution observée n'est pas régulière sur la période étudiée. De même, on observe une baisse considérable des rendements de maïs au cours de certaines de ces campagnes citées ci-haut, notamment les campagnes 2020/2021 et 2023.

Ces trois années de campagnes enregistrent les rendements les plus bas sur toute la série. Car sur les 14 années corrélées, 06 enregistrent des précipitations inférieures à la moyenne et les 08 autres enregistrent des précipitations supérieures à cette moyenne sur la période d'étude.

Les rendements de maïs quant à eux sont restés stationnaire au cours de la période considérée (2010-2019 et 2022). Les rendements de maïs les plus bas s'observent au cours de la campagne 2020/2021 et 2023. Le développement du maïs est très influencé par la température et la baisse de pluie. Le maïs est une plante qui a besoin de lumière pour sa croissance. Les températures et les rendements de maïs sont stationnaires sur la période d'étude. Cette stabilité est attestée par les équations de la pente des courbes évolutives. Ainsi, entre 2020, 2021 et 2023, les températures augmentent progressivement pendant que les rendements baissent. Durant les 14 années d'étude, le rendement de maïs le plus stable s'observe au cours de la campagne 2010/2019 avec une température moyenne annuelle de 26,1°C. Dans le temps, on remarque une hausse rapide des températures minimales 20,8 et 21,5°C; les rendements quant à eux vont de 0,5 à 0,8 t/ha. Toutefois on remarque qu'en 2021 et 2023 la température minimale était de 22,3°C; et on enregistre le rendement le plus bas sur la période (0,5 t/ha). Les deux courbes évoluent de façon parallèle jusqu'à 2019. Aussi, les variations extrêmes des températures influencent de façon significative la production. Le traitement des données relatives aux rendements nous révèle que sur

la période allant de 2020, 2021 et 2023, la Commune est marquée par une diminution progressive des rendements du maïs; tandis qu'elle connaît une augmentation des températures moyennes.

L'évolution observée n'est cependant pas uniforme sur la période d'étude. De 2010 à 2011, la Commune est marquée par une diminution progressive des précipitations et une augmentation des rendements de maïs. Les températures et les rendements de maïs sont en augmentation sur la période d'étude. Cette augmentation est attestée par les équations de la pente des courbes évolutives.

3.2.2 INFLUENCE DES PRECIPITATIONS ET DES TEMPERATURES SUR LES RENDEMENTS DE L'ARACHIDE

L'arachide cultivée est du nom scientifique *Arachis hypogaea* (*Arachis* correspond au genre et *hypogaea* à l'espèce), est une plante légumineuse annuelle touffue, à fleurs jaunes, de la famille des Papilionacées. Cette plante a la particularité de produire ses fruits sous terre. Les besoins en eau de l'arachide se situent entre 500 et 1000 mm. Cette quantité d'eau permet généralement d'obtenir une bonne récolte. La bonne répartition des pluies en fonction du cycle de la variété est plus importante que le total pluviométrique.

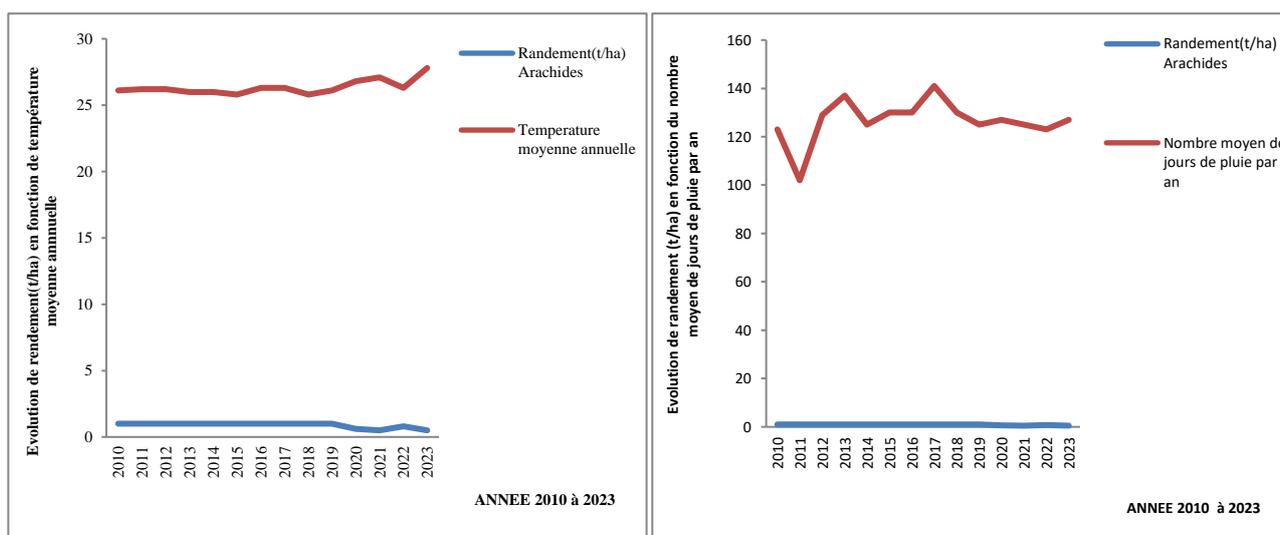


Fig. 7. Evolution de température moyenne et du nombre de jours de pluie sur le rendement d'arachide dans la commune de Begoua 2010 à 2023

La courbe des précipitations, le nombre de jours de pluies, l'évapotranspiration et les rendements d'arachide montre des courbes qui traduisent leur diminution sur la période d'étude. Alors que la pente de la courbe des températures est en dent de scie. Les campagnes 2010 jusqu'à 2019 enregistrent les rendements les plus stables sur la période d'étude. De 2020 jusqu'à 2023, la courbe des rendements est en dessous de sa courbe de tendance. Les courbes évolutives des rendements et des températures montrent qu'entre 2020 jusqu'à 2023, les courbes de température croissent et celles de rendements décroissent. De 2011/2012, 2013/2014, 2016/2017, elles oscillent et ont presque la même tendance d'évolution. Ainsi, la baisse des précipitations, nombre de jours de pluies, la hausse de température moyenne et de l'évapotranspiration entraînent la baisse des rendements. Alors que la pente de la courbe des températures est croissante et évolue en sens inverse par rapport à celle des rendements. En 2023, on a un pic de température qui correspond à 27,8°C. L'évolution de ces variables donne une idée générale de l'évolution de ces paramètres sur la période d'étude.

3.2.3 INFLUENCE DES PRECIPITATIONS ET DES TEMPERATURES SUR LES RENDEMENTS DE HARICOT

Du nom scientifique *Phaseolus vulgaris* L. Le haricot est une espèce de plantes annuelles de la famille des Fabaceae (papilionacées), du genre *Phaseolus*, couramment cultivée comme légume ou légumineuse. On en consomme soit le fruit (la gousse), haricot vert ou « mange-tout), soit les graines, riches en protéines. Le terme « haricot » désigne aussi ces parties consommées, les graines (haricots secs) ou les gousses. La température idéale pour permettre la germination du haricot au sol doit être supérieure à 23°C. La floraison débute généralement 28-45 jours après les semis. Le haricot est une culture de type annuel de hauteur 40 à 400 cm. Cette plante rampante et grimpante ou érigée et buissonnante a une racine pivotante bien développée, et des racines latérales et adventives nombreuses.

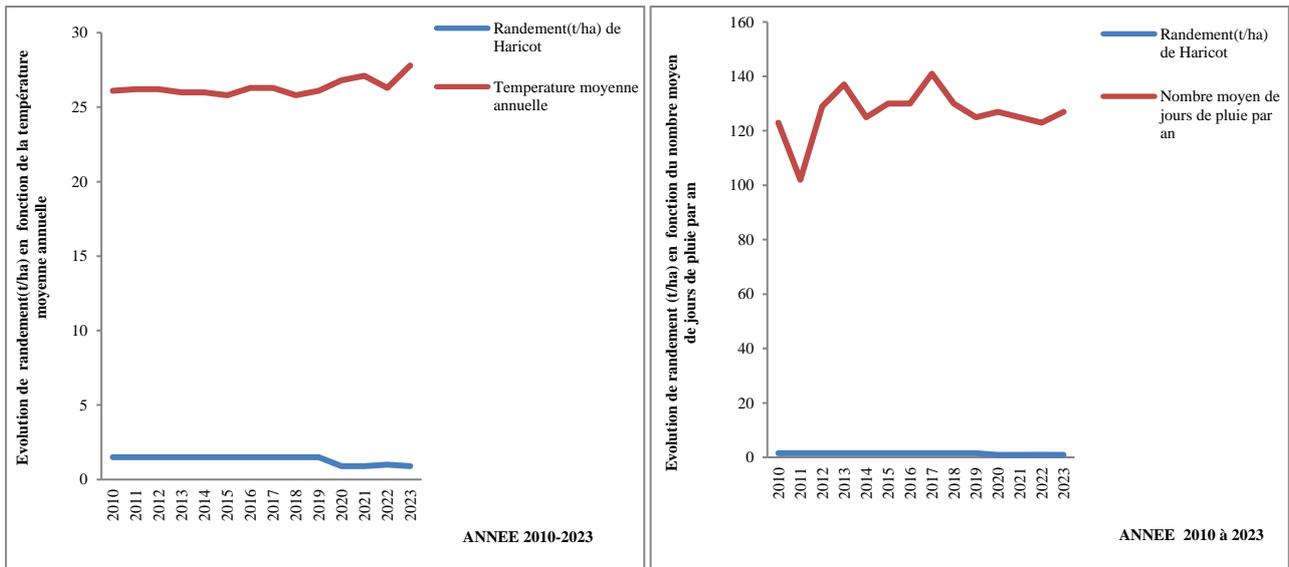


Fig. 8. Evolution de température moyenne et du nombre de jours de pluie sur le rendement de haricot dans la commune de Begoua 2010 à 2023

Notre analyse indique pendant la campagne 2010, les rendements connaissent une hausse constante jusqu'à 2019 pendant que la courbe des températures est constante. Lorsque les rendements connaissent une baisse pendant la campagne 2020 jusqu'à 2023, alors que les températures sont en hausse pendant la campagne 2020 jusqu'à 2023. Toutefois, l'augmentation des températures entraîne la baisse des rendements de haricots, d'où les deux variables ne sont pas liées. Les précipitations, le nombre de jours de pluies, l'évapotranspiration et des rendements de haricot connaissent une diminution sur la période d'étude. Ainsi, la baisse ou hausse des précipitations, du nombre de jours de pluies et de l'évapotranspiration entraîne la baisse des rendements. En outre, les températures sont en augmentation et évoluent en sens inverse par rapport à celle des rendements.

3.2.4 INFLUENCE DES PRECIPITATIONS ET DES TEMPERATURES SUR LES RENDEMENTS DE MANIOC

Du nom scientifique *Manihot esculenta*, le manioc est une plante légumineuse annuelle touffue, des feuilles vertes ou violet, de la famille des Euphorbiaceae. Cette plante se multiplie par bouturage et à une particularité de produire ses fruits sous terre.

La température optimale de croissance est entre 25 et 30 °C mais peut supporter des extrêmes de 10 à 12 °C pour les basses températures et jusqu'à plus de 40 °C pour les plus hautes, et les besoins en eau de manioc se situent entre 1 000 et 1500 mm. Cette quantité d'eau permet généralement d'obtenir une bonne récolte. La bonne répartition des pluies en fonction du cycle de la variété est plus importante que le total pluviométrique.

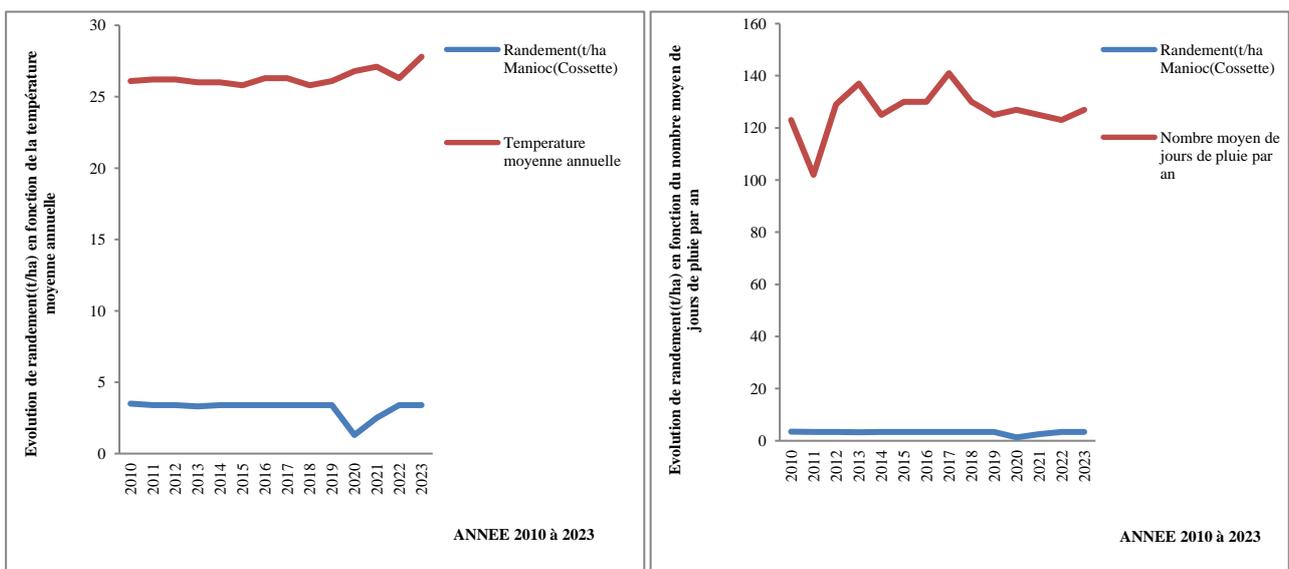


Fig. 9. Evolution de température moyenne et du nombre de jours de pluie sur le rendement de manioc dans la commune de Begoua 2010 à 2023

Nos résultats montrent que pendant la campagne 2010, les rendements connaissent une hausse constante jusqu'à 2019, pendant que la courbe des températures est constante, puis à partir de 2019 jusqu'à 2021, les rendements connaissent une baisse sur la période d'étude pendant que la courbe des températures est en hausse. Toutefois, l'augmentation des températures entraîne la baisse des rendements de manioc, d'où les deux variables ne sont pas liées. Les précipitations, le nombre de jours de pluies, l'évapotranspiration et des rendements de manioc connaissent une diminution sur la période d'étude. Ainsi, la baisse ou la hausse des précipitations, du nombre de jours de pluies et de l'évapotranspiration entraîne la baisse des rendements. En outre, les températures sont en augmentation et évoluent en sens inverse par rapport à celle des rendements du manioc car La vitesse de germination des boutures de manioc est également influencée par la température. Aussi cette nuance n'est pas de nature à remettre en cause ou à minimiser les liens entre rendements agricoles, climat et sol. Le risque de réduction des rendements agricoles est toujours présent dans les différentes régions agro-écologiques en Centrafrique. Lorsqu'il y a une augmentation supplémentaire des températures et quand les sols deviennent plus secs.

4 COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS

4.1 TENDANCES PARAMETRIQUES CLIMATIQUES DE LA ZONE D'ETUDE

L'indice pluviométrique sur la période 2010-2023 nous a permis de constater que la Commune de Begoua est caractérisée par une variabilité pluviométrique sous la forme d'une alternance d'années déficitaires et excédentaires. Plusieurs variabilités pluviométriques ont été enregistrées au niveau de la Commune: une (1) année déficitaire de 1224mm en 2011 qui s'étale sur 102 jours, (2) années excédentaires variant entre 1644mm en 2013 et 1692 mm en 2017 (respectivement 137 et 141 jours) et une moyenne interannuelle de 1522,29 mm de pluies qui s'étend sur 126,71 jours de pluies en moyenne entre 2010 à 2023. Ce résultat est en concordance avec celui de Noufé et al., 2011 dans l'étude de Variabilité climatique et production de maïs en culture pluviale dans l'est Ivoirien [15]. Les précipitations maximales interannuelles sont plus observées à partir de l'année, 2012 à 2023. Les paramètres climatiques, notamment la pluviométrie est la plus déterminante des productions agricoles dans la Commune de Begoua. La quasi-totalité des populations enquêtées ont affirmé que la commune connaît des cas de retard des pluies, des poches de sécheresse en pleine saison pluvieuse ou d'un prolongement de saison pluvieuse.

Cette évolution des précipitations dans cette dernière décennie a entraîné un bouleversement du calendrier agricole et par conséquent une baisse des rendements agricoles. Les résultats confirment celui de l'auteur [16], qui a révélé que la variation pluviométrique entre les années 1985-1994 a compromis le bon rendement agricole avec toutes ses conséquences sur l'alimentation dans la région nord Bénin. Quant aux températures, elles sont en hausse de 0,8°C (température maximale), 0,2°C (température moyenne) et 0,4°C (température minimale). Cette augmentation de la température favorise l'élévation du taux d'évapotranspiration dans la Commune de Begoua. Cette tendance confirme celle du pays, les prévisions du GIEC pour la sous-région Afrique Centrale, appliquées au pays sont favorables à la hausse de température de 0,1 à 0,3°C par décennie [17]. Les impacts des changements climatiques affectent déjà gravement l'environnement, les ressources naturelles et les populations qui en dépendent, en particulier les communautés les plus pauvres et les plus vulnérables [18], à cause de leurs incapacités d'adaptation et leur grande dépendance des ressources à forte sensibilité climatique, telles que les ressources en eau et les systèmes de production agricole [19]. Le milieu d'étude connaît une variation des précipitations et des températures, confirmée par la totalité des enquêtés. Cette situation qui compromet la disponibilité de ressource en eau, perturbe fortement l'activité agricole et affectent les moyens de vie et d'existence des acteurs locaux. Les ressources en eau sont une nécessité pour la vie, l'agriculture ainsi que la vie aquatique [20].

4.2 EFFETS DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE SUR LES CULTURES SAISONNIERES (MANIOC, MAÏS, ARACHIDE, ET HARICOT) DANS LA COMMUNE DE BEGOUA SUR PERIODE DE 2010 À 2023

Les résultats de ce travail établissent un lien entre l'évolution des températures, des hauteurs pluviométriques, le nombre moyen de jour de pluie et les rendements du maïs, de l'arachide, de haricot et de manioc dans la Commune de Begoua. L'analyse de notre résultat indique clairement que, la tendance est à la hausse des températures moyennes annuelles depuis 2020 jusqu'à 2023, tandis que la courbe de hauteur des précipitations moyennes annuelles parallèlement au nombre moyen de jour de pluie sont en baisse à partir des années (2010, 2011, 2014, 2019, 2021 et 2022). Toutefois, on note une forte pluviométrie à partir de 2013 et 2017 et des températures à partir de 2019 à 2023. Ce résultat est similaire à ceux de [21,22]]. Parmi les variables bioclimatiques, les précipitations et les températures sont les plus examinées vis-à-vis des cultures soulignant l'importance des deux variables pour l'agriculture. Plusieurs auteurs ont indiqué que chacune de ses variables a un impact sur les phases de développement des plantes [23, 24]. L'augmentation des températures devrait entraîner une réduction des cycles de floraison et de maturité des espèces cultivées [25, 26], et par contre le déficit hydrique pendant les phases préfloraison et floraison induisent un défaut de pollinisation et de remplissage des grains [27, 28].

Toute fois l'effet du changement climatique ne devrait cependant pas être uniforme sur toutes les cultures. Le manioc pourrait être une des cultures la moins affectée et voir son importance croître en raison de son aptitude à mieux supporter les fortes températures et les périodes de déficit hydrique. Mais par contre, les céréales et les légumineuses à graines comme le haricot et l'arachide devraient

souffrir des évolutions climatiques attendues en raison de leur sensibilité à la chaleur et au manque d'eau durant la période critique de la floraison. Ce constat a été faite par Ramirez-Villegas et Thornton en 2015 dans l'État du Tamil Nadu et Kerala au Sud de l'Inde. Ces résultats sont repris dans les travaux de [29] qui stipule que la rareté des pluies prolongées, des poches de sécheresse, des excès d'eau font baisser le rendement des cultures. C'est d'ailleurs ce qui a conduit à dire que l'excès de pluies et la sécheresse affectent le rendement des paysans [30]. Il est appuyé par [31] qui montrent que la perturbation qu'enregistrent les systèmes cultureux s'explique par l'irrégularité pluviométrique, la mauvaise répartition spatio-temporelle des précipitations et surtout le bouleversement du calendrier agricole.

5 CONCLUSION

Les résultats de ce travail établissent un lien entre l'évolution des températures, des hauteurs pluviométriques, le nombre moyen de jour de pluie et les rendements du maïs, de l'arachide, de haricot et de manioc dans la Commune de Begoua. L'analyse de notre résultat indique clairement que, la tendance est à la hausse des températures moyennes annuelles depuis 2020 jusqu'à 2023, tandis que la courbe de hauteur des précipitations moyennes annuelles parallèlement au nombre moyen de jour de pluie sont en baisse à partir des années (2010, 2011, 2014, 2019, 2021 et 2022). De ce fait, il est important de retenir que l'influence des fluctuations pluviométriques sur la production du maïs, de haricot et de l'arachide est trop marquée dans la Commune de Begoua. Compte tenu des rendements observés dans la zone d'étude, nous avons émis l'hypothèse selon laquelle, la modification des précipitations et des températures a une influence sur la production des céréales et les cultures légumineuses à grains comme le haricot et l'arachide est à partie justifié.

En effet, il ressort que l'impact de la variabilité pluviométrique est beaucoup plus marqué négativement sur les rendements d'arachide, de haricot et le maïs du fait de leur forte dépendance à une pluviométrie au moment de floraison. Toute fois l'effet du changement climatique ne devrait cependant pas être uniforme sur toutes les cultures. Le manioc pourrait être une des cultures la moins affectée et voir son importance croître en raison de son aptitude à mieux supporter les fortes températures et les périodes de déficit hydrique. Mais par contre les céréales et les légumineuses à graines comme le haricot et l'arachide souffriront des évolutions climatiques attendues en raison de leur sensibilité à la chaleur et au manque d'eau durant la période critique de la floraison. L'indice pluviométrique sur la période 2010-2023 indique que la Commune de Begoua est caractérisée par une variabilité pluviométrique sous la forme d'une alternance d'années déficitaires et excédentaires: une (1) année déficitaire de 1224mm en 2011 qui s'étale sur 102 jours, (2) années excédentaires variant entre 1644mm en 2013 et 1692 mm en 2017 (respectivement 137 et 141 jours) et une moyenne interannuelle de 1522,29 mm de pluies qui s'étend sur 126,71 jours de pluies en moyenne entre 2010 à 2023.

Au vu de ces résultats obtenus, il serait très important de recenser les perceptions des paysans locaux sur les changements climatiques et les stratégies d'adaptation à faire face à ces impacts climatiques.

Au vu de ces résultats obtenus, il serait très important de recenser les perceptions des paysans locaux sur les changements climatiques et les stratégies d'adaptation à faire face à ces impacts climatiques.

REMERCIEMENTS

Les auteurs de ce manuscrit adressent leur sincère remerciement aux autorités administratives du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR), de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et Madagascar (ASECNA) Bangui-M'poko et les autorités locales de la Commune de Begoua pour leur disponibilité ayant permis la collecte des données sur terrain sans oublier les populations de la commune pour leur adhésion à l'enquête de 2023.

CONFLIT D'INTERET

Aucun conflit d'intérêt en rapport avec cet article n'a été signalé.

FINANCEMENT

Aucun

CONTRIBUTION DES AUTEURS

Tous les auteurs qui ont participé à la rédaction de ce manuscrit. Chaque auteur a lu et approuvé la version finale du manuscrit.

REFERENCES

- [1] Bricquet, J. P., Bamba, F., Mahé, G., Touré, M. & Olivry, J. C. (1997). Evolution récente des ressources en eau de l'Afrique atlantique. *Rev. Sci. Eau* 3, 321–337.
- [2] Chaléard, J.-L. (1996). Temps des villes, temps des vivres. L'essor du vivrier marchand en Côte d'Ivoire. Karthala: Coll. Hommes et Sociétés.
- [3] Mahé, G. & Olivry, J. C. (1995). Variations des précipitations et des écoulements en Afrique de l'Ouest et Centrale de 1951 à 1989. *Sécheresse* 6 (1), 109–117.
- [4] Servat, E., Paturel, J. E., Lubès-Niel, H., Kouamé, B., Masson, J. M., Travaglio, M. & Marieu, B. (1999). De différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest et Centrale non Sahélienne. *Rev. Sci. Eau* 12 (2), 363–387.
- [5] Paturel J.E., Ouédraogo M., Servat E., Mahé G., Dezetter A. & Boyer J.F. (2003). The concept of rainfall and streamflow normal in West and central Africa in a context of climatic variability. *J. Hydrol.* 48 (1), 125–137.
- [6] Zhao Y., Wang, C. et Wang S., (2005). Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the sub-humid and humid tropics. *Climate Change*, 70, 71-116.
- [7] Berger A., (1992). Les climats de la Terre: Un passé pour quel avenir ? De Boeck Wesmael, Bruxelles, 479 p.
- [8] Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie et du Développement Durable (2013). Deuxième Communication de la République Centrafricaine sous la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.
- [9] FAO, (2008). Rapport de la 33ème session annuelle du comité de la sécurité alimentaire mondiale, 13-15 juin, Rome, 125 p.
- [10] Enete.A.A., and Onyekuru.A.N., (2011). Challenge of Agricultural Adaptation to Climate Change: Empirical Evidence from Southeast Nigeria. *Tropicultura* 29 (4), 243 - 249.
- [11] Mepn, (2007). Identification des options prioritaires d'adaptation aux changements climatiques et élaboration des fiches de projets: 1ère partie Secteurs: Agriculture et foresterie. Rapport final. Cotonou, Janvier 2007.
- [12] ICASEES, (2021). Institut Centrafricain des Statistiques et des Etudes Economiques et sociales:.
- [13] Mckee. T. B., Doesken. N. J. and Kleist. J., (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scale. Actes de la 8th Conference on Applied Climatology (Anaheim, Californie), 179 - 184 p.
- [14] Balica. S. F. and Wright. N. G., (2010). Reducing the complexity of Flood Vulnerability Index, 670. *Environmental Hazard Journal* 9 (4) 321 - 339.
- [15] Noufé D., Bruno L., Gil M., Eric S., Telesphore B. Y., Zueli K.B., Chaléard J.L., (2011). Variabilité climatique et production de maïs en culture pluviale dans l'est Ivoirien. *Journal des Sciences Hydrologiques*, 56 (1), 157p.
- [16] Ouorou Barre F. I., (2007). Variabilité climatiques et production vivrière dans la commune de Tanguiéta. Mémoire de géographie, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 71 p.
- [17] Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie et du Développement Durable (2013). Deuxième Communication de la République Centrafricaine sous la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.
- [18] IPCC (2001). Incidences de l'évolution du climat dans les régions: Rapport spécial sur l'évaluation de la vulnérabilité en Afrique. Island Press, Washington, 53 p.
- [19] GIEC (2001). Pauvreté et changements climatiques: Rapport sur Réduire la vulnérabilité des populations pauvres par l'adaptation aux changements climatiques. Berlin Media Company, Allemagne, 43 p.
- [20] CdP-18 (2012). La gestion des ressources naturelles transfrontalières dans un contexte de changement climatique-Le cas des bassins versants partagés en Afrique. Note conceptuelle de l'événement, 6 p.
- [21] Abdou A., Lebel T., Amani A. (2008), *Sécheresse*, 19 (4) 227 - 235.
- [22] Sarr B., Lona I. (2007), Les fortes pluies et les inondations enregistrées au Sahel au cours de l'hivernage: variabilité et / ou changement climatique. 14^{ème} Colloque International, SIFEE «Changement climatique et évaluation Environnementale» Outils et enjeux pour l'évaluation des impacts et l'élaboration des plans d'adaptation, Niamey, (2009).
- [23] Yin X. G., Jabloun M., Olesen J. E., Öztürk I., Wang M., Chen F., (2016). *Journal of Agricultural Science*, 154 1171 - 1189, doi: 10.1017/S0021859616000150.
- [24] Chen C., Qian C., Deng A. & Zhang W., (2012). *European Journal of Agronomy*, 38 94 - 103.
- [25] Tao F., Zhang Z., Shi W., Liu Y., Xiao D., Zhang S., Zhu Z., Wang M. & Liu F., (2013). *Global Change Biology*, 19 3200 - 3209.
- [26] Tao F., Zhang S., Zhang Z. & Rötter R. P., (2014). *Global Change Biology*, 20 3686 - 3699.
- [27] Çakir R., (2004). *Field Crops Research*, 89 1 - 16.
- [28] Ji R. P., Che Y. S., Zhu Y. N., Liang T., Feng R., Yu W. Y. & Zhang Y. S., (2012). *Chinese Journal of Applied Ecology*, 23 3021 - 3026.
- [29] Yabi I. et Boko M., (2007). « Recherche sur la variabilité de l'humidité relative dans le centre du Bénin (Afrique de l'ouest) ». In *Revue climat et développement* Numéro, 55 - 65 p.
- [30] Gouataine S. R., (2017). Influence des variabilités pluviométriques sur la variation des prix des produits agricoles dans le Mayo-Kebbi, *Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes*, N°3 107 - 117 p.
- [31] PNUD, (2007). Rapport mondial sur le développement humain 2007-2008, la lutte contre le changement climatique: un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé, New York, 391 p.