

Effets de la variabilité climatique sur la production du maïs et de l'arachide dans le département du Mayo Dallah (1982 - 2021) au Tchad

Issa Justin LAOUGUE^{1*}, Gidibé PATALET² et Mahamat Ali MUSTAPHA¹

¹ Université Adam Barka d'Abéché, Tchad

² Université de Pala, Tchad

(Reçu le 03 Novembre 2023 ; Accepté le 23 Janvier 2024)

* Correspondance, courriel : Issa_laougue@yahoo.fr

Résumé

Cette étude a pour objectif de déterminer les effets de la variabilité climatique sur la production du maïs et de l'arachide dans le Mayo Dallah au Tchad. La détermination de ces effets a consisté à utiliser une méthodologie basée sur l'analyse des indices de pluie, la détermination des périodes de ruptures, l'estimation des effets des variations pluviométriques sur les productions agricoles par les calculs de corrélations et régressions entre les anomalies de températures, de pluviométrie et de rendements. Les données utilisées sont des données pluviométriques (1982 - 2021) et de productions agricoles de 2008 - 2022. Il ressort de cette étude que les paramètres de températures et de précipitations qui influent sur les rendements de cultures varient en fonction de la spéculation agricole. Cette variabilité pluviométrique est marquée par le démarrage tardif, l'arrêt précoce des pluies et les nombreuses séquences sèches qui bouleversent le programme des producteurs agricoles et les conduisent à l'adoption d'un certain nombre de stratégies.

Mots-clés : *variabilités pluviométriques, production agricole, impact, stratégies.*

Abstract

Effects of climate variability on corn and peanut production in the Mayo Dallah department (1982 - 2021) in Chad

This study aims to determine the effects of climate variability on corn and peanut production in Mayo Dallah in Chad. The determination of these effects consisted of using a methodology based on the analysis of rainfall indices, the determination of break periods, the estimation of the effects of rainfall variations on agricultural production by calculating correlations and regressions between anomalies. Temperatures, rainfall and yields. The data used are rainfall data from (1982 - 2021) and agricultural production from 2008 - 2022. It appears from this study that the temperature and precipitation parameters which influence crop yields vary depending on agricultural speculation. This rainfall variability is marked by the late start, the early cessation of rains and the numerous dry sequences, which disrupt the program of agricultural producers and lead them to the adoption of a certain number of strategies.

Keywords : *rainfall variability, agricultural production, impact, strategies.*

1. Introduction

L'agriculture revêt en Afrique subsaharienne une importance capitale car elle est la principale source de vie des populations qui y tirent leurs ressources, alimentaires ou monétaires comme le relève [1] qui indique qu'elle est une des principales sources de surplus. Cependant, cette agriculture demeure essentiellement dépendante des pluies et ce type d'agriculture ne peut nourrir son homme que dans un contexte de faible densité démographique et (ou) de faible appropriation des terres [2]. En effet, cette « agriculture dont l'économie de plusieurs pays et la sécurité alimentaire des populations en dépendent est affectée par plusieurs facteurs parmi lesquels, les perturbations climatiques n'en sont pas les moindres. En effet, ces perturbations climatiques rendent les systèmes de production agricole plus vulnérables et constituent une contrainte majeure aux objectifs d'autosuffisance alimentaire que se sont fixés les pays de l'Afrique [3]. Selon [4], une grande partie du sahel et de l'Afrique centrale pourraient subir une diminution des précipitations qui pourraient atteindre 20 à 30 % par rapport au niveau de référence 1961-1990 fixé par [5]. Cette vulnérabilité provient de l'augmentation des températures, de l'irrégularité et de la mauvaise répartition des pluies ainsi que des événements exceptionnels tels que l'inondation et la sécheresse [6]. Ainsi, le climat devient compromettant pour l'agriculture car il est fortement variable et imprévisible, ce qui fragilise les systèmes agricoles qui ne répondent plus aux pressions actuelles du climat [7]. À cet effet, la variabilité des conditions climatiques en Afrique de l'Ouest et Centrale en général et au Tchad en particulier, n'est plus à démontrer [8]. Dans la région du Mayo Kebbi Ouest en général et plus particulièrement dans le département de Mayo-Dallah, la variabilité pluviométrique accentue la tendance des mauvaises récoltes, bouleverse les calendriers agricoles, impose des modes de vie et des différentes techniques de culture du maïs et de l'arachide depuis plus de vingt ans déjà. Cette situation n'est pas sans conséquence sur les différentes spéculations (maïs et arachide) sur les marchés de consommation. La persistance de la crise climatique exige des efforts d'adaptation pour diminuer les effets et surmonter les risques. La présente étude est une contribution à la connaissance de l'impact de l'évolution défavorable des paramètres climatiques sur la productivité du maïs dans le Mayo Dallah. Pour atteindre cet objectif, nous développons deux approches à savoir, les analyses statistiques pour faire des tests de détection de ruptures, des indices pluviométriques et le test de corrélation pour montrer l'effet de la dynamique des paramètres climatiques sur la productivité du maïs. Il ressort globalement de cette étude que la variation de la production de l'arachide est corrélée à la variabilité pluviométrique (retards et mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies, départ précoce, etc.). En effet, la production de cette spéculation est dans une dynamique baissière.

2. Méthodologie

2-1. Cadre de l'étude

Situé dans le domaine soudanien au Sud-ouest du Tchad, précisément dans la province du Mayo Kebbi Ouest, le département du Mayo Dallah comprend, au plan administratif, 3 sous-préfectures et 9 cantons. Il se situe entre 9°21'48" latitude Nord et entre le 14°54'36" de longitude Est. Il est limité au nord par le département de Mont Illi, au sud par celui de la Nanai, à l'Ouest par celui de El-ouaya et le Lac Léré et enfin à l'Est par le département de la Tandjilé Ouest. Le département du Mayo Dallah couvre une superficie de 4 069 km². Pour cerner notre espace d'étude, la figure 1 ci-dessous nous présente la localisation de département du Mayo Dallah et ses localités environnantes.

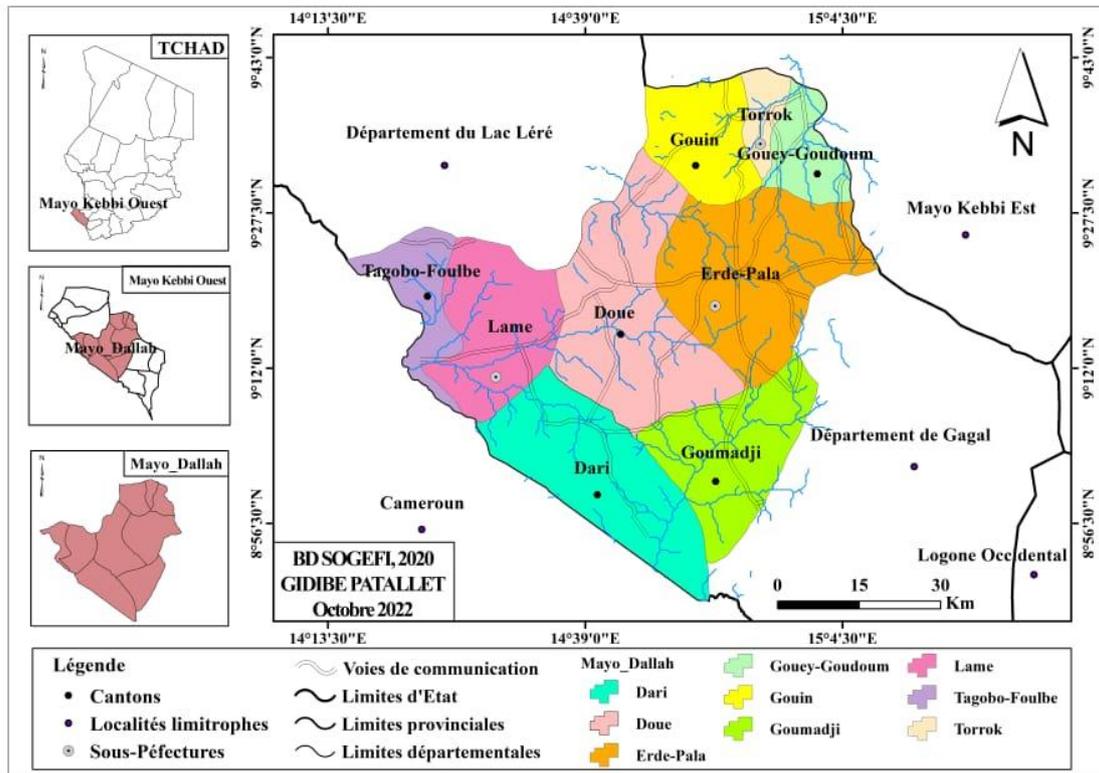


Figure 1 : Localisation de département du Mayo Dallah

2-2. Matériel utilisé

Dans le cadre de cette étude, plusieurs logiciels ont été utilisés pour le traitement des données agroclimatiques et cartographiques. Ce sont principalement les logiciels SPSS, Excel 2016, Qgis 2.18, GPS Essentiel, ENVI et Google earth.

2-2-1. Données météorologiques

Les précipitations et les températures de l'air sont les données climatiques utilisées dans cette étude. Elles ont été collectées dans le site de la NASA et auprès du service de la Météorologie Nationale du Tchad. Ces données sont de bonne qualité et représentatives de la zone d'étude. Elles couvrent une période de quarante ans (1982 - 2021).

2-2-2. Données agronomiques

Il s'agit d'appréhender les statistiques agricoles du département du Mayo Dallah. Ces données sont collectées auprès du service de l'ONDR/ANADER antenne Sud-ouest avec son siège à Bongor. Elles portent sur la production de deux types de cultures à savoir : le maïs et l'arachide et s'étend sur une période de quatorze ans, de 2008 à 2022.

2-2-3. Données cartographiques

La cartographie est un outil indispensable pour les géographes. Les cartes nous aident à spatialiser les phénomènes. Les documents cartographiques du département de Mayo Dallah nous ont été fournis par le Centre National d'Appui à la Recherche (CNAR) et par le projet RECONNECT. Ces documents nous ont permis de réaliser la carte de localisation de notre zone d'étude à travers le logiciel QGIS 2.18.

2-3. Méthodes

Pour les données agrométéorologiques, nous avons calculé :

2-3-1. La moyenne annuelle des températures

Cette moyenne est obtenue d'après l'Équation suivante :

$$T_a = \sum (T_x) / N_b \quad (1)$$

avec, T_a : Température annuelle moyenne en °C ; T_x : Température mensuelle recueillie dans la station de Pala en °C et N_b : nombre total de mois.

➤ L'écart à la moyenne des précipitations

Cet écart est calculé afin de déceler les périodes sèches ou humides. Il est obtenu d'après l'Équation suivante :

$$Emoy (P) = P_i - P_m \quad (2)$$

avec, $Emoy$: Ecart à la moyenne des précipitations ou des températures ; P_i : précipitation (ou température) d'une année quelconque en mm et P_m : moyenne des pluies (ou températures) enregistrée sur un intervalle de temps donné.

➤ Détermination du coefficient de variation (CV)

Le CV est calculé en faisant le rapport de l'écart-type de la série sur la moyenne de cette même série. La valeur du CV est exprimée en pourcentage en la multipliant par 100 afin de faciliter son interprétation d'après la classe des valeurs du CV [9]. La Formule suivante a été utilisée pour le déterminer :

$$CV = \frac{\delta}{\bar{X}} \times 100 \quad \text{Où : } \bar{X} = \text{moyenne et } \delta = \text{écart-type} \quad \delta = \sqrt{\delta^2} \quad (3)$$

$$\delta^2 = \frac{1}{n} \times \sum (X_i - \bar{X})^2 \quad \delta^2 = \text{Variance et } \bar{X} = \sum \frac{n_i}{N} \quad (4)$$

Ainsi, une fois détecté le CV, le **Tableau 1** est utilisé pour l'interprétation de sa valeur.

Tableau 1 : Classes des valeurs du CV en %

Intervalle des valeurs en %	Signification
< 20	Moins variable
25 - 29	Modérément variable
> 30	Fortement variable

Source : [9]

➤ La droite de régression des éléments du climat

Elle représente la tendance générale de l'évolution des différentes variables agroclimatiques par unité de temps sur la série des données observées. Elle est obtenue à partir de l'Équation ci-après.

$$Y = Ax + B \quad \text{avec } A = \text{cov}(x, y) / x^2 \quad \text{et } B = m(y) - am(x) \quad (5)$$

avec, A : la pente de la droite de régression par rapport à l'axe des x , ou encore le taux de croissance des températures, des précipitations et la production à l'hectare par unité de temps ; B : la coordonnée verticale de l'intersection entre la droite de régression et l'axe des y .

➤ **Indice de Saisonnalité**

L'indice de saisonnalité est un indice calculé pour mettre en évidence d'éventuelles variations saisonnières de la pluviométrie. Il est un indicateur primordial dans le cadre de notre étude puisqu'il permet de détecter les saisons sèches et les saisons humides. Selon [6], la **Formule** de saisonnalité est :

$$SI = \frac{1}{R} \sum | X_n - \frac{R}{12} | \tag{6}$$

où, R est la moyenne annuelle des précipitations et X_n la moyenne des précipitations du mois ou d'une période donnée. Le SI permet de déterminer les types de saison au cours de l'année et mettre en évidence celle favorable à la production agricole dans la zone d'étude (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Interprétation des valeurs de SI

Indice de Saisonnalité (SI)	Régime des précipitations
≤ 0,19	Très constant
0,20 – 0,39	Constant avec une saison humide définie
0,40 – 0,59	Légèrement saisonnier avec une courte saison sèche
0,60 – 0,79	Saisonnier
0,80 – 0,99	Saisonnier avec une longue saison sèche
1,00 – 1,19	Plus de pluie en trois mois ou moins
≥ 1,20	Extrême, presque toutes les pluies en un ou deux mois

Source : [10]

➤ **Indice Standard de précipitation**

L'indice standardisé des précipitations autrement appelé en Anglais, Standardized précipitation, est mis en œuvre par [10] pour la quantification du déficit des pluviométries à plusieurs échelles de temps donné. Cet indice a été utilisé pour déterminer les périodes humides extrêmes d'anomalies négatives et positives (**Tableau 3**) et ensuite vérifier les facteurs à l'origine des inondations. Il permet de vérifier l'hypothèse principale de recherche.

$$SPI = (P - P_m) / \delta \tag{7}$$

d'où P = Précipitation totale d'une période donnée en mm ; P_m = Précipitation moyenne de la période en mm.

Tableau 3 : Classe des valeurs de SPI

Valeurs SPI	Catégorie	Probabilité (%)
2,00 ou plus	Extrêmement humide	0
1,5 à 1,99	Sévèrement humide	0
1,00 à 1,49	Modérément humide	0
0 à 0,99	Légèrement humide	0
0 à -0,99	Sécheresse légère	0
-1 à -1,49	Sécheresse modérée	0
-1,5 à -1,99	Sécheresse sévère	0
-2 ou plus	Sécheresse extrême	0

Source : [11]

➤ **Indice d'aridité de Martone**

$$Ia = \frac{P}{T+10} \quad (8)$$

d'où P est la précipitation totale, T la température et 10 représente une valeur standard pour ne pas la valeur de l'indice négative. Cet indice permet de faire le constat sur la variabilité climatique et voir un changement progressif du climat qui pourrait influencer sur les productions agricoles dans l'Afrique subsaharienne.

➤ **Indice de Köppen**

$$P < 2T$$

Avec P les précipitations et T les températures. Il permet de déterminer le type de climat dans la zone d'étude. Il sert à déterminer les types de climat et les classer par les lettres alphabétiques. La détermination du type de climat est impérieuse pour évaluer l'apport de la variabilité climatique dans l'occurrence des inondations car cet indice se base sur les saisons en été et en hiver qui varient selon la saison des pluies et la saison sèche.

➤ **Les rendements annuels de la production du maïs et de l'arachide**

Ce rendement (Rdt) est le rapport de la production obtenue par an et par unité de surface et se mesure en tonne/ha. Il est obtenu à partir de l'**Équation** suivante :

$$Rdt = Po / So \quad (9)$$

avec, Po : Production du maïs ou de l'arachide et So : surface de production du maïs et de l'arachide.

➤ **Analyse de la vulnérabilité**

Le degré de vulnérabilité de la population est calculé à l'aide des **Formules** mathématiques selon plusieurs auteurs :

- Vulnérabilité = Exposition + Susceptibilité – Résilience [12] (10)

- Vulnérabilité = Exposition - Capacité d'adaptation [13] (11)

Ces données sont enfin transportées dans le logiciel Word Microsoft pour la conception de ce document. Pour la présentation en diaporama, Powerpoint est d'une importance capitale dans cette étude.

➤ **Le coefficient de détermination du degré d'implication des éléments du climat sur la production à l'hectare du maïs et de l'arachide dans le Mayo Dallah**

Ce coefficient a été calculé pour estimer le degré d'implication des éléments du climat sur la production à l'hectare du maïs et de l'arachide dans le département du Mayo Dallah. 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 à l'hectare du maïs et de l'arachide.

3. Résultats

3-1. Analyse de la variabilité climatique

La variabilité des précipitations est analysée à l'aide des données du département de Mayo Dallah. Généralement, la quantité moyenne de précipitations de 2012 à 2021 a été calculée à 946,48 mm. Pour mieux décrire le scénario, nous avons effectué des analyses au cours des sous périodes décennales. Le **Tableau 4** présente le cadre temporel en fonction des analyses de la variabilité des pluies dans le Mayo Dallah. Le tableau 4 présente les cumuls, la moyenne interannuelle, les Écart types et le coefficient de variation de pluviométrie suivant les séquences pluviométriques décennales dans le département du Mayo Dallah. Ainsi, le CV de 1982 à 1991 est de 20,30 % alors que d'après le tableau d'interprétation de CV de [11], il est compris entre 20 % et 30 % ce qui est modérément variable. La pluviométrie a modérément varié de 1982 à 1991. Au cours de la période 1992 à 2001, il a été constaté que le CV est inférieur à 20 % soit 19,57 %, ce qui est moins variable. Pendant ces 10 ans la pluviométrie n'a pas vraiment varié. C'est aussi le même cas pour les deux dernières périodes (2002 - 2011 on est à 17,68 % et 2012 à 2021, on est à 16,61 %).

Tableau 4 : Analyse de la variabilité des pluies dans le département du Mayo Dallah

Cadre temporel	Évolution des cumuls pluviométriques (mm)	Moyenne interannuelles (mm)	Ecart-type en mm	Coefficient de variation (CV) en %
1982 - 1991	11090,05	1109,05	225,63	20,30
1992 - 2001	9919,35	991,93	194,17	19,57
2002 - 2011	9708,39	970,83	171,68	17,68
2012 - 2021	9464,84	946,48	157,26	16,61

Source : Données ANADER, Juillet 2022

3-2. Variabilité pluviométrique et anomalies interannuelles

La variabilité pluviométrique interannuelle établit des liens entre la variabilité interannuelle et le cycle d'événements pluvieux en fonction des années. Pour le cas du département de Mayo Dallah, nous allons analyser les données pluviométriques allant des années 1982 à 2021. La **Figure 2** illustre l'évolution pluviométrique interannuelle de 1982 à 2021 dans le Mayo Dallah.

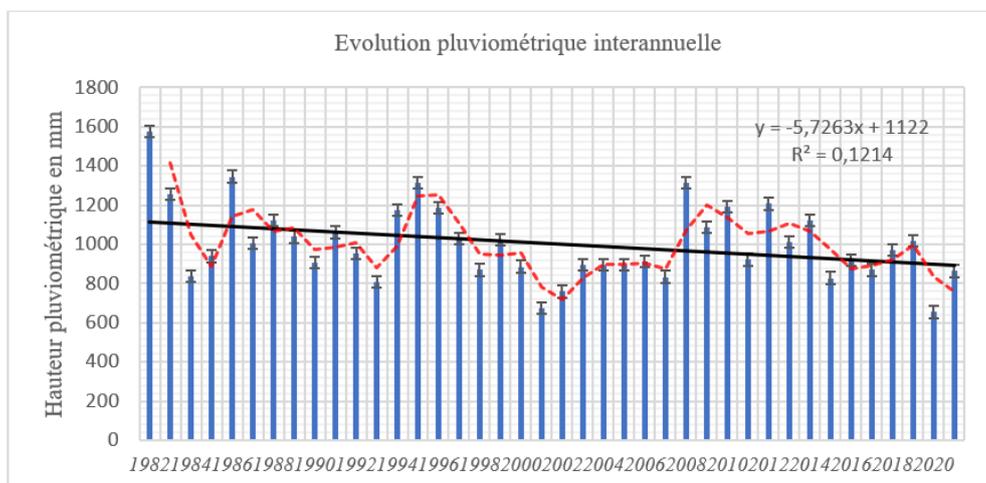


Figure 2 : Évolution pluviométrique interannuelles dans le département du Mayo Dallah 1982 - 2021

Source : <https://www.nasa.gov> et DREM, 2019

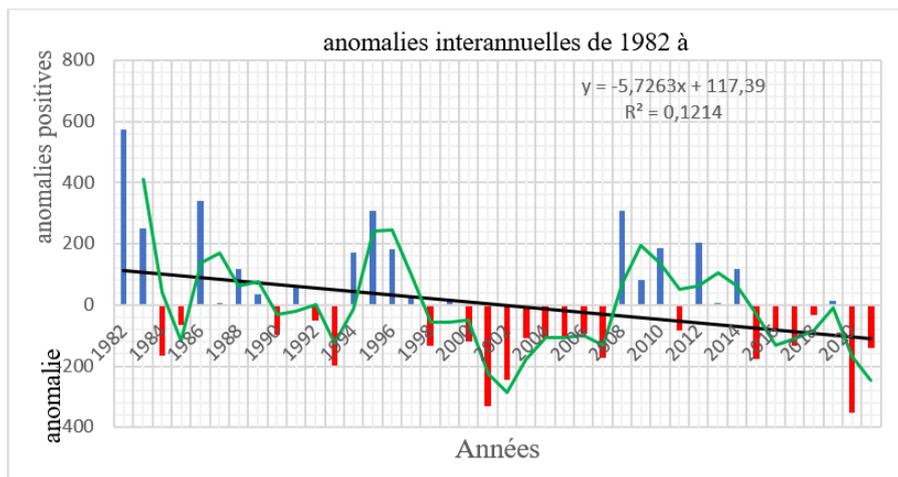
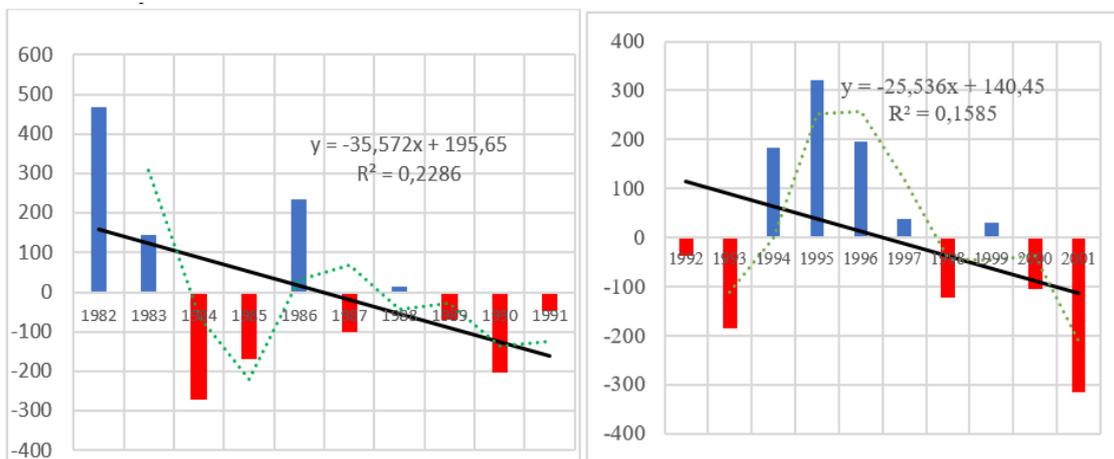


Figure 3 : Évolution pluviométrique et anomalies interannuelles dans le département du Mayo Dallah 1982 - 2021

Source : <https://www.nasa.gov> et DREM, 2019

Les **Figures 1 et 2** montrent que la fluctuation des quantités de précipitations entre les années est remarquable. Certaines années ont enregistré plus de précipitations par rapport à d'autres. Les années d'anomalies sont celles où les précipitations sont supérieures ou inférieures à la normale. Sur ces figures, les années excédentaires sont en couleur bleue et les années déficitaires en couleur rouge. Ces figures expriment le caractère des années avec abondance des pluies et les années en manque des pluies. Alors, les années déficitaires sont plus nombreuses que les années excédentaires. Ce qui traduit une tendance en baisse sur toute la décennie.

3-3. Analyse décennale des anomalies interannuelles



Source : <https://www.nasa.gov> et DREM, 2019

Pour les analyses de quatre décennies, il est important de retenir que pendant que les décennies : 1982 - 1991, 1992 - 2001 et 2012 - 2021 sont déficitaires, la décennie 2002 - 2011 est excédentaire. Ce qui indique une régression de la pluviométrie dans département du Mayo Dallah entre 1982 et 2021. Ce phénomène implique de façon générale que sur la période d'étude, la hauteur des pluies diminue d'année en année et cela peut considérablement avoir d'impact sur la production agricole de façon générale et celle de département du Mayo Dallah en particulier.

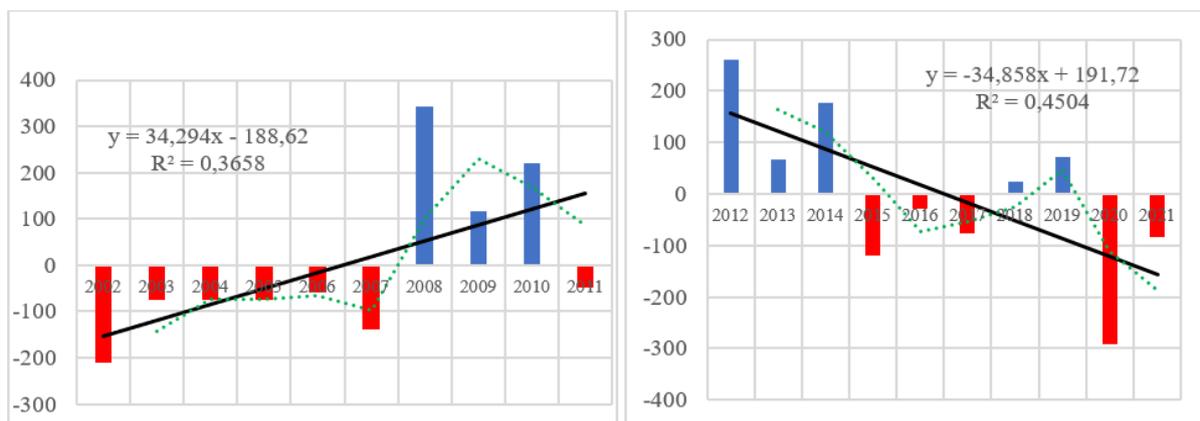


Figure 4 : Anomalies décennales interannuelles des pluies dans le Mayo Dallah 1982 - 2021

Source : <https://www.nasa.gov> et DREM, 2019

3-4. Indice d'aridité d'Emmanuel De Martone

L'aridité est un phénomène climatique impliquant une faiblesse des précipitations annuelles et un fort déficit de celles-ci par rapport à l'évapotranspiration potentielle. Cet indice permet de déterminer le type de climat. Les **Tableaux 5 et 6** présentent respectivement la légende d'appréciation et lecture de l'indice d'aridité et les résultats de l'indice d'aridité calculé dans le département du Mayo Dallah suivant la période 1982 - 1991 ($I_a = 21,06$), 1992-2001 ($I_a = 18,66$), 2002-2011 ($I_a = 18,02$) et enfin 2012 - 2021 qui a l'indice d'aridité de 17,67. Il en ressort que les résultats de calcul sont compris entre 10 et 30 selon le tableau de classification des types de climat d'Emmanuel De Martone. Il s'agit en effet, d'un climat semi-aride durant les quatre dernières décennies dans le département du Mayo Dallah. Ainsi, on constate une décroissance significative des valeurs de l'indice suivant les quatre périodes avec une tendance vers un climat aride. La décroissance significative de cet indice est à l'origine de la variabilité pluviométrique accélérée de ces dernières années, avec pour conséquence un impact significatif sur la production du maïs et de l'arachide dans le département du Mayo Dallah.

Tableau 5 : Légende d'appréciation et de lecture de l'indice d'aridité

Indice d'aridité (I_a)	Appréciation
21,06	Bon
18,66	Moins bon
18,02	Faible
17,67	Très faible

Indice	Type de climat	Exemple de régions
$0 < I < 5$	Hyper aride	Déserts absolus
$5 < I < 10$	Aride	Régions désertiques Ex : Désert du Sahara
$10 < I < 30$	Semi-aride	Le Sahel (Afrique)
$20 < I < 30$	Semi-humide	La région méditerranéenne
$30 < I < 55$	Humide	

Source : Z-Score

Tableau 6 : Résultats des calculs d'indice d'aridité dans le Mayo Dallah

Cadre temporel	Précipitations moyennes en mm (P)	Température en °C (T+10)	Indice d'aridité (Ia)
1982 - 1991	1109,05	52,64	21,06
1992 - 2001	991,93	53,15	18,66
2002 - 2011	970,83	53,86	18,02
2012 - 2021	946,48	53,55	17,67

Source : <https://www.nasa.gov> et DREM, 2019

3-5. Influence des précipitations et des températures sur la production du maïs

L'évolution du climat est une réalité ressentie par les paysans, qui se traduit en particulier par une augmentation des sécheresses, des inondations, des phénomènes extrêmes et du caractère aléatoire des cycles saisonniers, avec de forts impacts sur la production [14]. Les précipitations jouent un rôle important dans la pratique de l'agriculture dans les régions sahéliennes en général et dans le Mayo Dallah en particulier. C'est pourquoi on dit que « l'eau conditionne et explique environ 50 % des fluctuations de la productivité et des potentialités agricoles des pays sahéliens » [15]. Les *Figures 5 (1) et 5 (2)* montrent le lien entre l'évolution de la production du maïs et celle des précipitations, températures sur 15 ans dans le Mayo Dallah. En observant les figures on remarque une décroissance progressive des précipitations et la montée de la production maïs. Cela s'explique par le fait que, dans les années antérieures (2000 - 2010), le maïs était cultivé dans les jardins de case uniquement pour la consommation. Mais depuis les années de 2013 à 2020, cette culture a pris essor pour des raisons commerciales. À cause de ses caprices écologiques, cette culture est menacée par la variabilité pluviométrique et la hausse des températures actuelle, car il s'agit d'une culture très sensible aux aléas naturels. La production maximale s'observe au cours de la campagne 2020 (39198 tonnes).

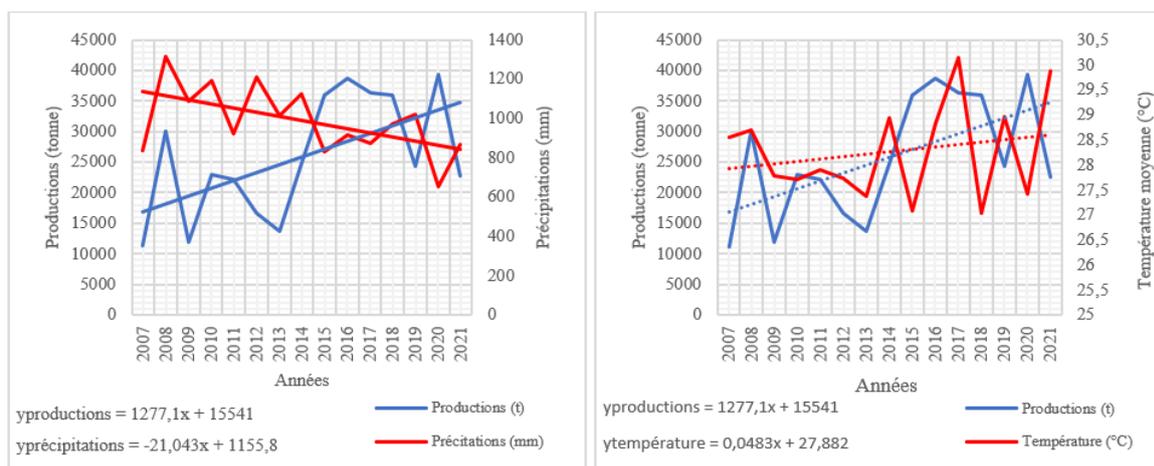


Figure 5 : Évolution des précipitations et température sur la production du maïs dans le département du Mayo Dallah 2007 - 2021

3-6. Influence des précipitations et des températures sur la production de l'arachide

Le climat est un facteur explicatif important de la production agricole [16]. Cependant, une pluviométrie peu abondante (sécheresse) ou très abondante (inondation) peut entraver le développement de l'arachide, limitant ainsi sa production. Les *Figures 6 (1) et 6 (2)* montrent l'évolution des précipitations, températures et de

la production de l'arachide dans le département du Mayo Dallah de 2007 - 2021. Sur la période allant de 2007 à 2021, le département du Mayo Dallah est marqué par une diminution progressive des précipitations, températures et de la production de l'arachide. La variation de ces deux variables agroclimatiques 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 2007, 2011, 2015, 2016, 2017 et 2020. De même, on observe une baisse considérable des rendements de l'arachide au cours de ces campagnes. Lors des campagnes des années 2007, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 et 2018 on enregistre une baisse considérable de la production de l'arachide. Sur les 15 années corrélées, 5 enregistrent une moyenne des précipitations supérieures à la moyenne de la période et 10 des totaux annuels inférieurs à cette moyenne, alors que la production diminue au cours de la période considérée (2007 - 2021). La production maximale de l'arachide s'observe au cours de la campagne 2009 (47852 tonnes). D'après ces analyses, la variation de la production de l'arachide est corrélée à la variabilité pluviométrique (retards et mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies, départ précoce, etc.). C'est pourquoi la production de cette spéculature a une tendance à la baisse.

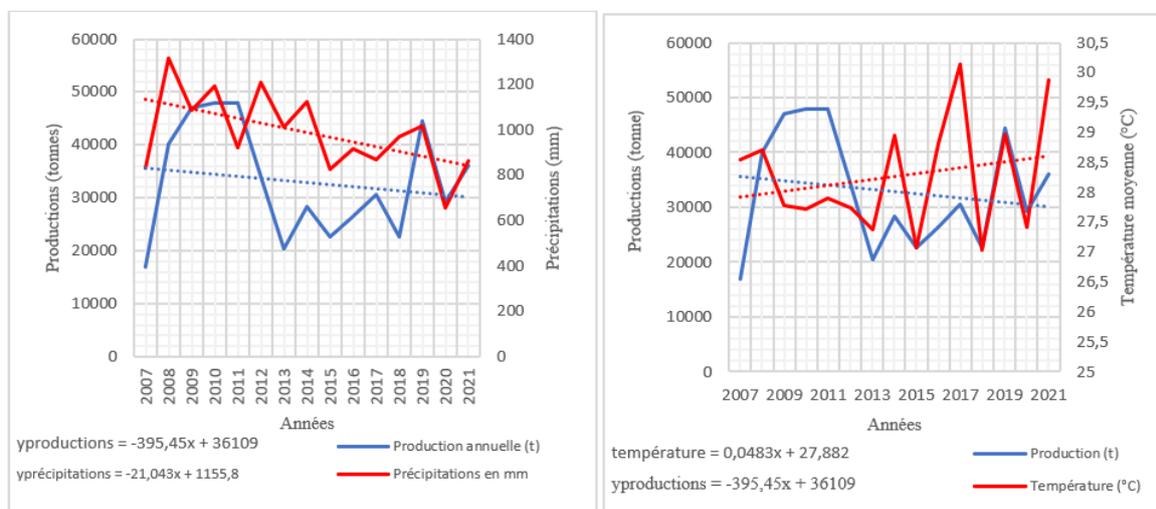


Figure 6 : Évolution des précipitations et température sur la production de l'arachide dans le département du Mayo Dallah 2007 - 2021

4. Discussion

Les résultats de ce travail établissent un lien entre l'évolution des températures, la baisse des hauteurs pluviométriques et la production du maïs et de l'arachide dans le département du Mayo Dallah. Nos analyses ont montré que la tendance des précipitations est en baisse et que les températures n'ont cessé d'augmenter depuis les années 1983 jusqu'à nos jours. La dynamique des variabilités pluviométrique dans le département du Mayo Dallah se caractérise par l'irrégularité des pluies, la hausse des températures, la baisse de la hauteur des pluies, le raccourcissement de la saison pluvieuse, la forte chaleur et les vents violents. L'analyse de nos résultats nous renvoie aux travaux de [17] sur la « variabilité spatio-temporelle des précipitations et stratégies d'adaptation paysannes dans le bassin du fleuve Ouémé (Benin) » et ceux de [18] sur « Variabilités climatiques et ruptures dans les séries de précipitations en République du Tchad » lesquels travaux indiquent que l'agriculture varie quantitativement dans l'espace et dans le temps selon les hauteurs pluviométriques et qu'il est donc difficile de prévoir cette dernière dans un secteur. Ainsi, la baisse des rendements des cultures vivrières a entraîné au cours des dernières décennies des pénuries alimentaires [19]. Cependant, la

péjoration pluviométrique, la persistance des anomalies négatives et la hausse des températures minimales modifient les régimes pluviométriques qui ont déjà connu plusieurs fluctuations [20]. Ces résultats sont repris dans les travaux de [21] qui ont renchéri 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 [22]. Il est appuyé par [23] 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. L'analyse de la dynamique pluviométrique passant les (IPS) nous a permis de détecter les séquences des années sèches et humides. Les séquences sèches répertoriées dans cette étude par le calcul des anomalies centrées réduites (IPS) montrent un caractère aléatoire des précipitations d'une année à une autre. Ces résultats rejoignent les travaux de [17, 19] ; et sont en conformité avec ceux obtenus par [21, 23] qui ont prouvé une variation incessante et une baisse de la pluviométrie dans le Cameroun.

5. Conclusion

Pour finir, il est important de retenir que l'influence des fluctuations pluviométriques sur la production du maïs et de l'arachide est trop marquée dans le département du Mayo Dallah. Compte tenu de la production observée dans le département étudié, nous avons émis l'hypothèse selon laquelle, la modification des précipitations et des températures a une influence sur la production du maïs et de l'arachide. Au vu des résultats obtenus, il ressort que l'impact de la variabilité pluviométrique est beaucoup plus marqué négativement sur la production d'arachide que le maïs du fait de sa forte dépendance à une pluviométrie plus élevée. Pour le cas du maïs, l'analyse prouve qu'il s'agit d'une culture plus sensible, car elle n'aime ni trop d'eau, ni moins, elle est exigeante en matière de température et d'autres paramètres climatiques.

Références

- [1] - Ph. HUGON, L'agriculture en Afrique subsaharienne restituée dans son environnement institutionnel In Tradition et modernisation des économies rurales : Asie-Afrique-Amérique latine, Mélanges en l'honneur de Gilbert Étienne, Sous la Dir. De Nouvelle édition internationale, Genève, aux Presses universitaires de France, Paris (ISBN 2-13-049660-1) 396 p.
- [2] - P. PELISSIER, Competition and the Integration of Agriculture and Cattle Raising in Sahelian and Soudano-Sahelian Africa in Proceedings of an International Symposium on Rainfed Agriculture in Semi-Arid Regions - 17-22/04/1977 - Université de Californie - Riverside, 72 - 86 p.
- [3] - K. E. AGBOSSOU, Rapport provisoire d'étude de vulnérabilité, l'impacts et adaptations de l'agriculture béninoise aux Changements Climatiques. *Google Scholar*, (2010)
- [4] - GIEC, Bilan 2007 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail III au quatrième rapport d'évaluation. Résumé technique, PNUC, (2007) 103 p.
- [5] - S. BIGOT, T. T. BROU, J. SZARZYNSKI et B. Z. KOLI, Variabilité bioclimatique dans la région du Parc National de la Comoé (Côte d'Ivoire) : variations inter-annuelles et rythmes journaliers. Géotrope, Edition Universitaire de Côte d'Ivoire (EDUCI), (2003)
- [6] - D. F. CHEDE, Vulnérabilité et stratégies d'adaptation au changement climatique des paysans du Département des Collines au Bénin : cas de la Commune de Savè (Mastère en changement climatique et développement durable). Centre régional AGRHYMET, Niger, (2012) 86 p.

- [7] - R. N. YEGBEMEY, J. A. YABI, G. B. AÏHOUNTON et A. PARAISSO, Modélisation simultanée de la perception et de l'adaptation au changement climatique : cas des producteurs de maïs du nord Bénin (Afrique de l'ouest). *Cash Agriexx*, (2014) 1 - 11 p. <https://doi.org/10.1684/agar.2014.0697>
- [8] - J. E. PATUREL, E. SERVATE, B. KOUAME, H. LUBES, M. OUEDRAOGO and J.M. MASSON, Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea. Part two : An integrated regional approach. *Journal of Hydrology*, 191 (1997) 16 - 36
- [9] - H. LUBES, J. M. MASSON, E. SERVATE, J. E. PATUREL, B. KOUAME et J. F. BOYER, Caractérisation des fluctuations dans une série chronologique par application de tests statistiques. Etude bibliographique. Programme ICCARE, Rapport n°3, ORSTOM, Montpellier, (1994)
- [10] - D. NAVARRO, D. FOXCROFT et J-M. MEUNIER, Apprentissage des statistiques avec Jamovi : Un tutoriel pour les étudiants en psychologie et autres débutants, hal-02335912v2, (2020)
- [11] - R. P. D. WALSH and D. M. LAWLER, Rainfall seasonality : description, spatial patterns and change through time, Royal meteorological Society, Vol. 36, Issue7, (1981) 201 - 208
- [12] - T. B. MCKEE, N. J. DOESKEN and J. KLEIST, The relationship of drought frequency and duration to time scale. Actes de la 8th Conference on Applied Climatology (Anaheim, Californie), (1993) 179 - 184 p.
- [13] - S. F. BALICA and N. G. WRIGHT, Reducing the complexity of Flood Vulnerability Index, 670. *Environmental Hazard Journal*, 9 (4) (2010) 321 - 339
- [14] - OURANOS, Vers l'adaptation : synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec, (2015) Repéré à <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/SyntheseRapportfinal.pdf>
- [15] - M. J. DUGUE, H. DELILE & S. MALGRANGE, Caractérisation des stratégies d'adaptation au changement climatique en agriculture paysanne : Etude de capitalisation réalisée sur les terrains de coopération d'AVSF. *Agronomes et Vétérinaires sans frontières*, Lyon, France, (2012) 150 p.
- [16] - J. LECAILLON et C. MORRISON, Politiques macro-économiques et performances agricoles. Le cas de la Haute-Volta. OCDE, Centre de développement, Paris, (1984) 146 p.
- [17] - F. FOMEKONG G. NGONO, Changements climatiques, production agricole et effets sur la population : Cas du Cameroun, Communication proposée pour la sixième conférence africaine sur la population, Ouagadougou, Burkina-Faso, (2011)
- [18] - B. DONOU, E. OGOUWALE, I. YABI et M. BOKO, Contraintes climatiques et pression sur les pâturages dans le Département des collines (République du Bénin). *Revue de Géographie du Bénin*, Université de d'Abomey-calavi (Bénin), 3 (2008) 61 - 75
- [19] - L. BAOHOUTOU, Variabilités climatiques et ruptures dans les séries de précipitations en République du Tchad, *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologies*, 21 (2013) 187 - 208 p.
- [20] - E. W. VISSIN, Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, Dijon, (2007) 311 p.
- [21] - I. YABI et M. BOKO M., « Recherche sur la variabilité de l'humidité relative dans le centre du Bénin (Afrique de l'ouest) ». In *Revue climat et développement Numéro*, (2007) 55 - 65 p.
- [22] - S. R. GOUATAINE, Influence des variabilités pluviométriques sur la variation des prix des produits agricoles dans le Mayo-Kebbi, *Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes*, N°3 (2017) 107 - 117 p.
- [23] - PNUD, Rapport mondial sur le développement humain 2007-2008, la lutte contre le changement climatique : un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé, New York, PNUD, (2007) 391 p.
- [24] - BRING, Les séquences pluvieuses caractéristiques dans l'organisation de la saison des pluies dans l'Extrême-Nord du Cameroun, *Association Internationale de Climatologie*, Vol. 20, (2007) 162 - 167