

CARACTERISATION DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE DANS LA COMMUNE DE KORSIMORO (CENTRE-NORD DU BURKINA FASO)

Ibrahim OUEDRAOGO
Abdoul Azize SAMPEBGO
Joachim BONKOUNGOU

¹ Université Norbert ZONGO, département de géographie, Laboratoire de recherche en Sciences humaines, UFR/SH, BP : 376, Koudougou, Burkina Faso.

² Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles (INERA), Centre de Recherches Environnementales, Agricoles et de Formation (CREAF) Kamboinsé, BP : 476, Ouagadougou 01, Burkina Faso.
ouedra.ibra16@gmail.com

Résumé

Ce travail, se base sur les données météorologiques de la station synoptique de Bogandé, qui couvre la zone de Korsimoro. Pour examiner les changements qui ont affecté la pluviométrie, la température, le vent, l'humidité relative de l'air et l'évapotranspiration potentielle (ETP), une analyse des données de l'Agence Nationale de la Météorologie fut nécessaire. Cette caractérisation de la variabilité climatique au sein de la commune a concerné la période de 1991 à 2020. Les données ont donc été modélisées à travers des tendances linéaires simples sur les graphiques représentant les moyennes mensuelles ou annuelles des différents paramètres climatiques. Cela a mis en évidence une moyenne pluviométrique de 669 mm/an avec en moyenne 48 jours de pluie l'année et une température moyenne annuelle de plus de 28°C. La vitesse moyenne annuelle du vent est de 2.22m/s, l'ETP moyenne annuelle de 181,73mm et l'humidité relative présente une valeur moyenne annuelle de 42.55%. L'Indice Standardisé des Précipitation, le diagramme ombrothermique de 1991 à 2020, la courbe événementielle de Franquin et Cochème ainsi que l'Indice d'Aridité de De Martonne, ont permis de constater l'évolution du climat de la zone à travers les périodes humides et sèches. Cette évolution du climat n'est pas sans conséquence car, elle impacte négativement sur les activités socioéconomiques, notamment l'agriculture pluviale qui occupe la majorité de la population.

Mots clés : caractérisation, variabilité climatique, commune de Korsimoro.

Abstract

This work is based on meteorological data from the Bogandé synoptic station, which covers the Korsimoro area. To examine changes in rainfall, temperature, wind, relative humidity and potential evapotranspiration (ETP), an analysis of data from the Agence Nationale de la Météorologie was necessary. This characterization of the climatic variability within the municipality concerned the period from 1991 to 2020. The data was therefore modeled through simple linear trends on graphs representing the monthly or annual averages of the various climatic parameters. This highlighted an average rainfall of 669 mm/year with an average of 48 days of rain per year and an average annual temperature of over

28°C. The average annual wind speed is 2.22m/s, the average annual ETP is 181.73mm and the relative humidity has an average annual value of 42.55%. The Standardized Precipitation Index, the umbrothermal diagram from 1991 to 2020, the Franquin and Cochème event curve and the De Martonne Aridity Index have allowed us to see the evolution of the climate of the area through wet and dry periods. This evolution of the climate is not without consequence because it has a negative impact on socio-economic activities, particularly rain-fed agriculture which occupies the majority of the population.

Keywords : *characterization, Climate variability, Korsimoro Commune.*

Introduction

En Afrique subsaharienne l'étude sur le climat participe aux grands enjeux internationaux, à travers la maîtrise de l'évolution des paramètres climatiques et les enjeux socioéconomiques auxquels font face les populations (GIEC, 2007). Non seulement, le climat de la région est caractérisé par le système de mousson qui détermine la redistribution de l'eau au sein de la zone intertropicale; Mais aussi, les sociétés sont d'une manière générale plus exposées aux variabilités du climat du fait que l'activité économique repose en majorité sur une agriculture très peu mécanisée, fragilisée par des politiques de gestion des risques climatiques encore peu convaincantes et peu coordonnées (Sultan, et al., 2015 : 209). En effet, Les aléas climatiques sont de plus en plus fréquents et se caractérisent par des phénomènes extrêmes tels que des sécheresses et des inondations (Cangré & al, 2015 : 89). Depuis plusieurs décennies, les pays sahéliens à l'image du Burkina Faso sont confrontés à un problème de péjoration climatique entraînant de graves crises environnementales. La période humide de 1930 à 1960, les sécheresses de 1970 à 1980 et la reprise de la pluviométrie dans les années 1990 et 2000 ont montré à quel point le climat présente des variations (Sankara, 2010 : 5).

Les variabilités climatiques représentent une menace potentielle majeure pour la viabilité des ménages ruraux d'Afrique subsaharienne qui vivent principalement de l'exploitation des ressources naturelles. C'est ainsi que pour Kouadio et al., (2020 : 10) les effets du changements climatique en Afrique subsaharienne commencent à être bien connus, et sont en lien avec la hausse des températures et la modification des précipitations. Au Burkina Faso, les différents constats scientifiques ainsi que les perceptions locales faits par de nombreux chercheurs, montrent à suffisance que les variabilités climatiques sont une réalité (Cangré & Evelyne, 2015 : 83). La commune rurale de Korsimoro, notre zone d'étude n'est pas en reste. En effet la commune, en termes d'activité

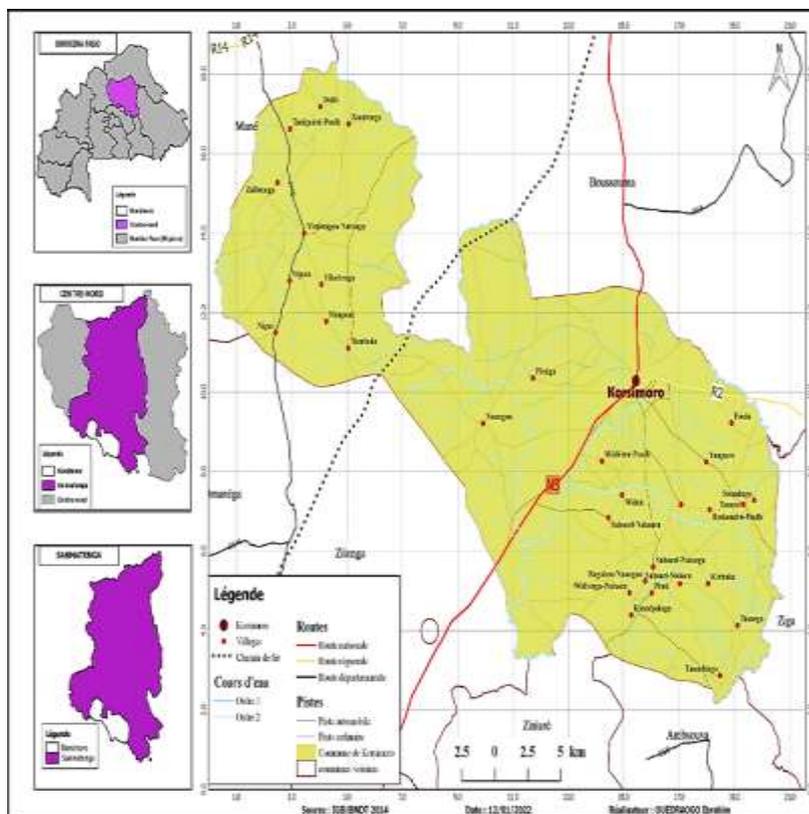
économique est dominée par l'agriculture pluviale. Une activité qui reste sensible à toute variation des paramètres climatiques surtout la pluviométrie. C'est donc dans cette optique que se situe cette présente étude qui vise principalement à caractériser les variabilités climatiques au sein de la commune.

1. Matériel et méthodes

1.1. Présentation de la zone d'étude

La commune de Korsimoro se situe à 70 Km de Ouagadougou dans la province du Sanmatenga, dans la région du Centre-Nord (figure1). La commune de Korsimoro a une superficie de 667 km². Elle est limitée au Nord par celle de Boussouma à l'Est par celle de Ziga, à l'Ouest par celle de Mané et Zitenga et au Sud par celles d'Absouya et de Ziniaré. L'agglomération de Korsimoro est reliée aux principaux centres de son environnement par des routes de type national et départementale suivantes : Korsimoro-Ouagadougou : 70km, Korsimoro-Kaya : 30km, Korsimoro -Boulsa : 60 Km et Korsimoro-Ziga : 40 Km.

Figure 1: Localisation de la zone d'étude



1.2. Méthodologie

Pour caractériser les variabilités climatiques dans la commune de Korsi-moro, cinq variables ont été nécessaires : la pluviométrie, la température, l'évapotranspiration potentielle, le vent et l'humidité relative de l'air. Les données utilisées respectent deux critères importants : la longueur chronologique d'une part (couvrir la plus grande période de temps possible), la qualité des données d'autre part (le moins de données manquantes possible) (Kabore et al., 2019 : 7). Les données ont été obtenues à l'Agence Nationale de la Météorologie (ANAM). Elles couvrent la période de 1991-2020, soit 30 ans, durée recommandée par l'Organisation Météorologique Mondiale pour les analyses climatiques. La caractérisation de la variabilité climatique a nécessité l'analyse décennale de l'évolution interannuelle de la pluviométrie. S'y ajoute

l'analyse de l'évolution annuelle des séquences saisonnières (séquences sèches maximales, les mois pluvieux et non pluvieux, les périodes sèches et celles humides). La détermination de ces diverses périodes est faite en fonction de la position des valeurs moyennes pluviométriques décennales par rapport à celles de l'ETP et de l'ETP/2 en utilisant la courbe événementielle de Franquin et Cochème.

L'Indice Standardisé des Précipitations (ISP) est utilisé dans cette étude pour caractériser la tendance et l'irrégularité pluviométrique. En effet, il permet de déterminer les niveaux de sécheresse ou d'humidité d'un milieu au cours d'une période donnée (OMM, 2012). L'utilisation des indices climatiques est justifié par plusieurs auteurs dans la caractérisation du climat Kaboré, (2012 : 39) ; Ouoba,(2013 : 32); Yanogo, (2012 : 41). La formule de l'ISP s'inspire de celle de NICHOLSON et al (1988) préconisée par OMM (2012). Elle est définie par la relation suivante :

$$ISP = \frac{X_i - X_m}{\sigma_i}$$

avec X_i le cumul des pluies pour une année i ;

X_m et σ_i , respectivement la moyenne et l'écart type des pluies annuelles observées pour la série concernée.

L'indice d'aridité (IA) de De Martonne, (1926) est aussi utilisé dans cette étude. C'est un indicateur numérique du degré de sécheresse du climat à un endroit donné. L'indice d'aridité permet d'identifier, de localiser ou de délimiter les régions qui souffrent d'un déficit d'eau disponible, une condition qui peut affecter gravement l'efficacité de l'utilisation des terres pour des activités telle que l'agriculture.

Pour le calculer, on utilise la formule :

$$IA \text{ (Annuel)} = \frac{P}{T + 10}$$

où P désigne les précipitations totales annuelles et T la température moyenne annuelle ; et, pour un mois :

2. Résultat et discussion

2.1. Résultats

2.1.1. Variabilité pluviométrique

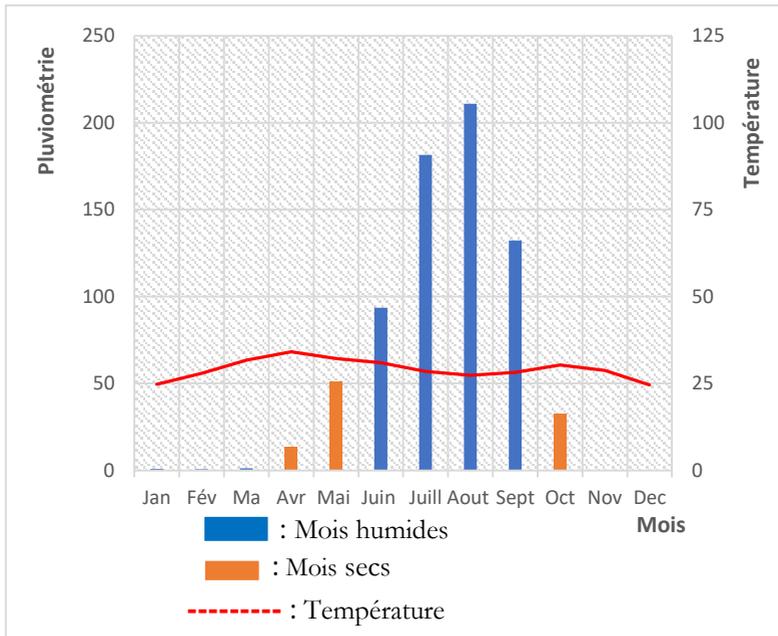
La moyenne des précipitations annuelles de la commune de Korsimoro est de 669 mm/an pour la période de 1991-2020. La moyenne mensuelle des pluies observée de 1991 à 2020 montre une saison pluvieuse annuelle de quatre (04) mois allant de juin à septembre.

Sur le diagramme ombro-thermique, on distingue trois périodes (figure 2) :

- une période humide qui va de juin à septembre, avec des précipitations élevées, surtout en août, et des températures relativement basses ; C'est la période purement pluvieuse.
- deux périodes sèches allant d'octobre à décembre et de janvier à mai, avec des températures moyennes maximales qui varient entre 32° C en décembre et 34° C en avril.

Source : Agence Nationale de la Météorologie (Burkina Faso), 2021

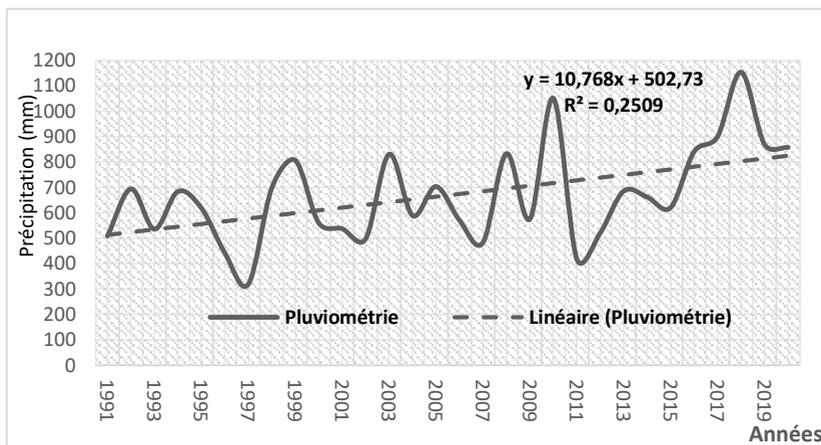
Figure 2: Diagramme ombrothermique de Korsimoro



Le cumul pluviométrique (figure 3) en forme de dents de scie sur toute la ligne, atteste la variabilité annuelle des pluies sur l'ensemble de la série. L'allure nous informe qu'à partir de 2016, il y'a une hausse de la pluviométrie mais la droite de tendance des précipitations est légèrement à la hausse, avec un coefficient de détermination assez faible ($R^2 = 0,25$) montrant une faible fiabilité des données quant à la poursuite de la tendance. L'année 2018 a enregistré la plus forte hauteur pluviométrique

(1154 mm) et 1997 est l'année de la plus faible hauteur de précipitation (319,8 mm).

Figure 3: Cumul pluviométrique de 1991 à 2020 à Korsimoro

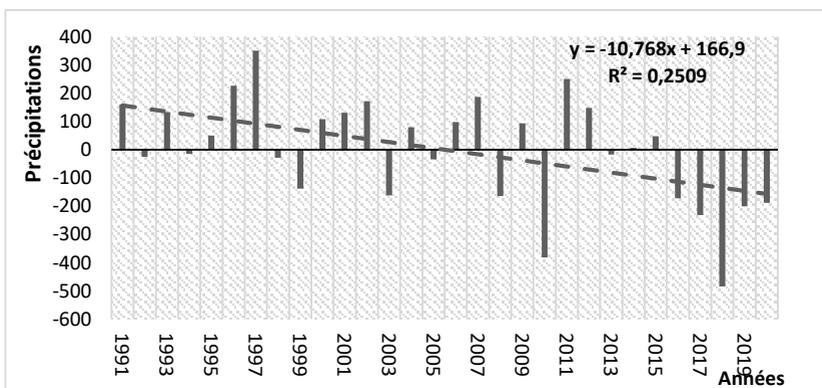


Source : Agence Nationale de la Météorologie (Burkina Faso), 2021

2.1.2. Évolution temporelle de la pluviométrie

L'analyse de la variabilité interannuelle des précipitations de la commune de Korsimoro de 1991 et 2020 permet de distinguer quatre séquences (figure 4).

Figure 4: Évolution des écarts de précipitations en valeurs absolues par rapport à la moyenne de la série de 1991 à 2020 de Korsimoro



Source : Agence Nationale de la Météorologie (Burkina Faso), 2021

- Une première, allant de 1991 à 1997 qui est plutôt humide et considérée comme une période excédentaire.
- Une deuxième, allant de 1998 à 2010 qui est marquée par une période intermédiaire caractérisée par une alternance d'années humides et sèches dans la commune.
- Une troisième séquence commence à partir de 2011 à 2015 humide mais relativement faible.
- La quatrième séquence est marquée par une période déficitaire allant de 2016 à 2020.

L'observation des moyennes de précipitations annuelles de 1991 à 2020, dans la zone d'étude, montre une dynamique de la pluviométrie caractérisée par une succession d'années déficitaires, normales et excédentaires. Cela est parfaitement illustré par la représentation des écarts à la moyenne des précipitations. Une telle évolution des quantités de pluie par an est l'un des grands facteurs de la variabilité climatique de la commune de Korsimoro du fait que la précipitation reste l'un des principaux paramètres du climat. L'évolution de la droite tendancielle des précipitations atteste de la diminution des volumes d'eau tombés, avec un coefficient de détermination très faible ($R^2 = 0,25$).

2.1.3. L'Indice Standardisé des Précipitations (ISP)

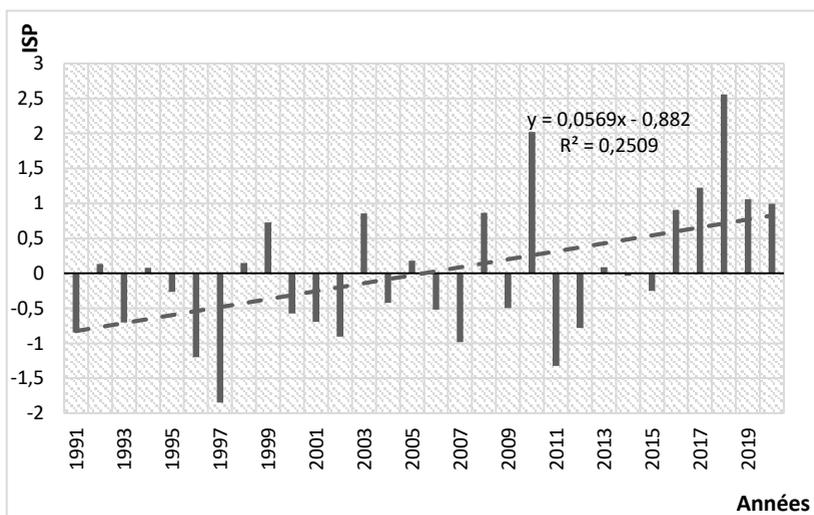
La représentation graphique de l'évolution de L'Indice Standardisé des Précipitations de 1991 à 2020 indique une variabilité caractérisée par une succession d'années humides et sèches (figure 5). L'indice est fondé sur la probabilité de précipitations sur une période donnée dans l'optique de mesurer le déficit. Les valeurs positives de l'indice indiquent des années de pluviométrie supérieure à la moyenne de la période 1991–2020 et les négatives indiquent des années de pluviométrie inférieure à cette moyenne. On constate donc :

- Une première, de 1991 à 2006 caractérisée par une sécheresse modérée ;
- Une deuxième, de 2007 à 2015 qui connaît une brève alternance de période humide et sèche ;
- Une troisième phase, de 2016 à 2020 caractérisée par une période humide.

Les années de forte et extrême humidité sont respectivement 2010 et 2018. Les années 1997 et 2011 sont les années les plus sèches. Pour cette tendance, le coefficient de détermination assez faible ($R^2 = 0,25$) montrant une faible fiabilité des données quant à la

poursuite de la période humide qui a commencé à partir de l'année 2016.

Figure 5: L'indice pluviométrique standardisé de la commune de Korsimoro

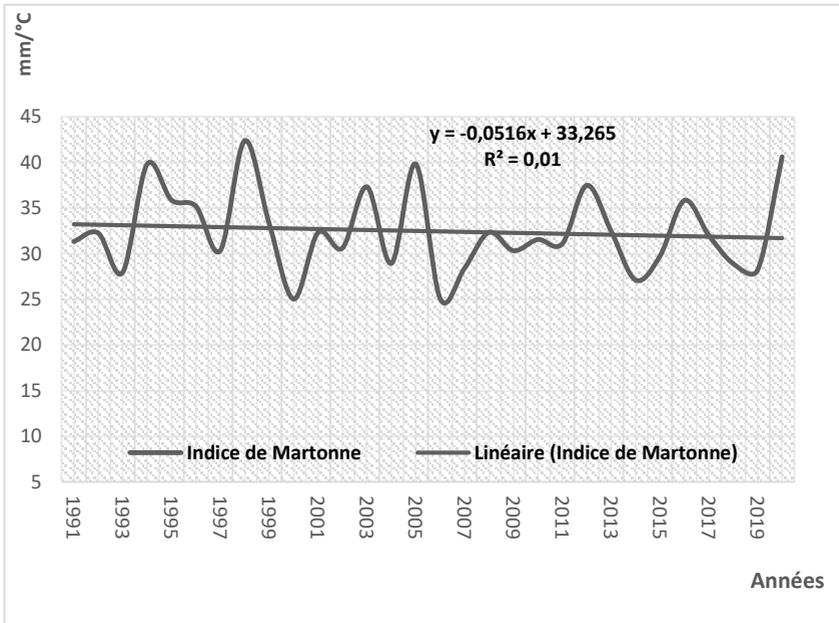


Source : Agence Nationale de la Météorologie (Burkina Faso), 2021

2.1.4. L'Indice d'Aridité

L'Indice d'Aridité de la station de Bogandé, entre 1991 et 2020 (figure 6), a évolué d'une manière irrégulière et trouve son maximum en 1998 et en 2005. L'évolution de l'Indice d'Aridité est légèrement à la baisse, même si l'on constate une relative stabilité sur la série chronologique considérée. Le coefficient de détermination de la tendance ($R^2 = 0,01$) est aussi très faible ce qui ne garantit pas une baisse de la tendance ni un maintien de cette situation.

Figure 6: Évolution de l'Indice d'Aridité dans la commune de Korsimoro

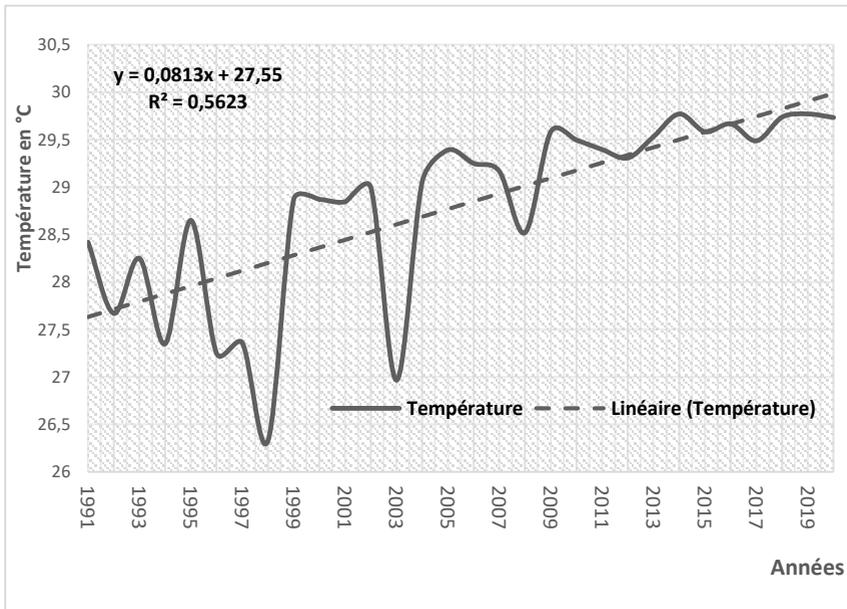


Source : Agence Nationale de la Météorologie (Burkina Faso), 2021

2.1.6. Évolution des températures de 1991 à 2020

Les températures moyennes annuelles de la zone d'étude, pour la période de 1991 à 2020, sont relativement constantes et la moyenne annuelle de 1991 à 2020 est élevée (28° C). Les écarts thermiques annuels sont faibles (2° C). De 1991 à 2020, on note une hausse de la moyenne annuelle des températures (figure 7). La courbe de tendance a un coefficient de détermination assez élevé ($R^2 = 0,56$).

Figure 7: Température moyenne annuelle de 1991 à 2020

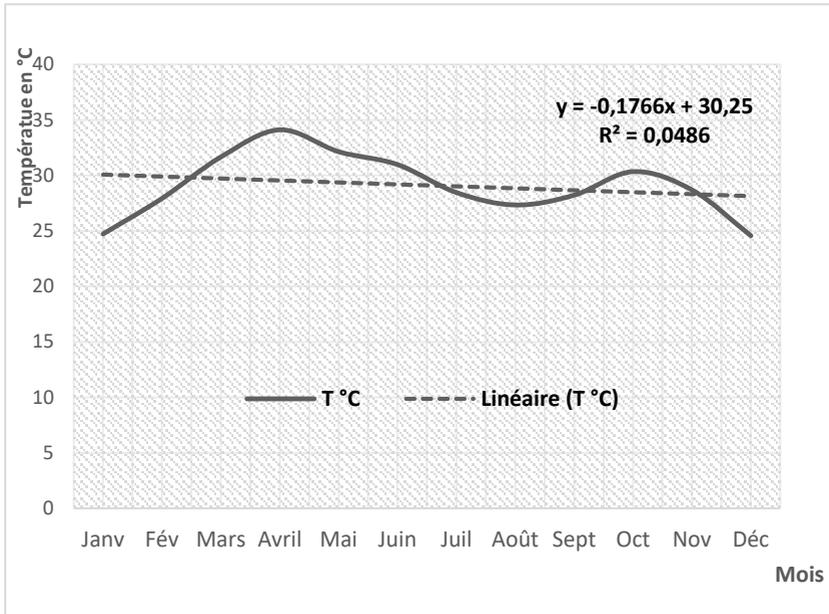


Source : Agence Nationale de la Météorologie (Burkina Faso), 2021

L'évolution mensuelle des températures moyennes de 1991 à 2020 (figure 8), permet de distinguer quatre périodes :

- de novembre à février, on a une période fraîche avec des températures minimales mensuelles de 24,9° C (décembre) et des maxima de 27° C (février). Le mois de décembre est la période la plus fraîche de l'année ;
- de mars à juin, on a la période la plus chaude de l'année. Les températures maximales moyennes sont de 33° C (avril et mai) et les minima moyens, de 30° C (juin). Le mois d'avril est en général, le mois le plus chaud avec une température moyenne de plus de 34° C ;
- de juillet à août on a une seconde période fraîche, qui correspond à la saison des pluies. Les températures minimales moyennes sont de 27° C (août) et les maxima, 28° C (juillet).
- et enfin, de septembre à octobre, on a la seconde période de chaleur. Elle correspond à la fin des pluies. Les températures maximales moyennes sont de 30° C (octobre) et les minima de 28° C (septembre).

Figure 8: Température moyenne mensuelle de 1991 à 2020



La caractéristique majeure de l'évolution de la température à Korsimoro est sa forte fluctuation. Les températures sont toujours élevées. Elles atteignent leur maximum en avril (40°), puis baissent pendant la saison des pluies. Les amplitudes thermiques assez constantes se situent entre 12°C et 16°C en saison sèche, contre 8°C et 11°C en saison pluvieuse.

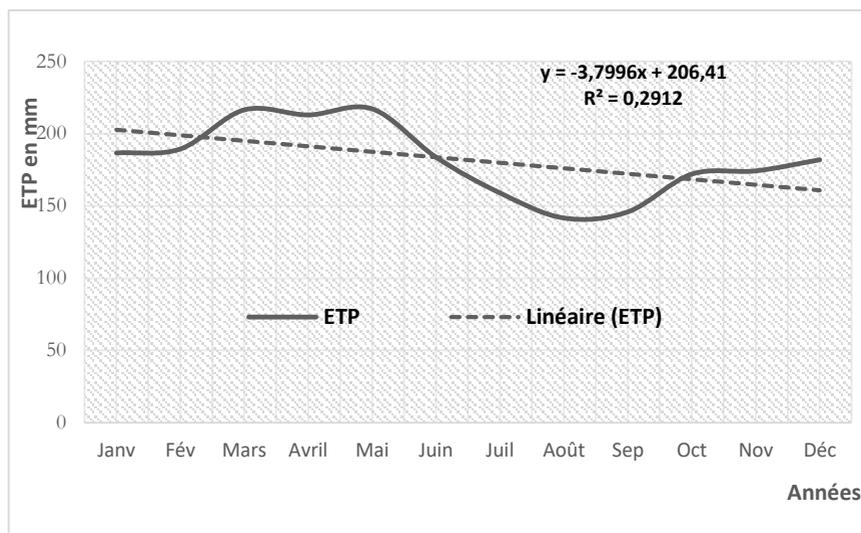
2.1.6. L'Évapotranspiration potentielle (ETP)

L'analyse des moyennes mensuelles de l'ETP permet de noter que les valeurs les plus fortes sont observées entre mars, avril et mai. Le maximum de la moyenne mensuelle se situe en avril (217,12 mm). Dès le mois de juin, on observe une baisse progressive de l'ETP jusqu'en septembre (figure 9). La baisse des valeurs observées à partir du mois de juin peut s'expliquer par l'installation de la saison pluvieuse. Le mois d'août qui est le mois le plus pluvieux se retrouve ainsi avec la plus faible valeur de l'ETP (141,58 mm).

Les valeurs les plus élevées de l'ETP de mars à mai seraient dues aux fortes températures enregistrées durant cette période. Cependant, de

novembre à février, les températures sont relativement basses et l'ETP reste élevée.

Figure 9: Évolution mensuelle de l'ETP de 1991 à 2020



Source : Agence Nationale de la Météorologie (Burkina Faso), 2021

Une analyse de l'évolution de l'ETP montre une augmentation sur la série. Cette situation est en corrélation avec l'augmentation de la température sur la même série dans la même zone.

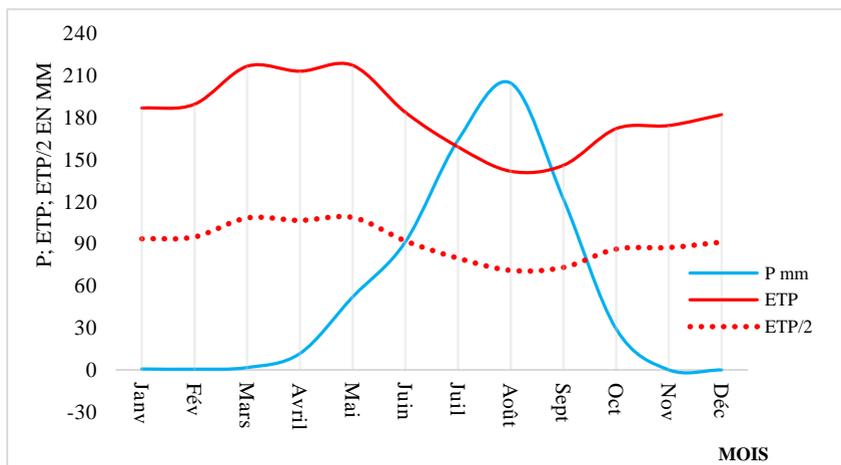
À partir de 2010, on constate une phase de hausse de l'ETP, qui en 10 ans est passée d'une moyenne annuelle de 167,33 mm (2010) à 209,32 en 2020. Cette augmentation de l'ETP à travers les valeurs moyennes annuelles vient souligner l'augmentation de la température dans la zone. Ce qui n'est pas sans conséquences pour les populations et leurs activités de production notamment l'agriculture.

2.1.7. Caractérisation des périodes sèches et humides

La méthode de Franquin et Cochème représentée par la figure 10, permet de distinguer les périodes sèches et les périodes humides. Ainsi, la saison pluvieuse a été divisée en trois périodes. Une première pendant laquelle les moyennes mensuelles de pluviométrie sont comprises entre celles de l'ETP et de l'ETP/2. C'est la période pré-humide. Cette période prépare

l'entrée dans la période humide et constitue sur le plan agronomique la période favorable pour le démarrage des activités agricoles (nettoyage des champs, semis, etc.) Dans le milieu d'étude, elle correspond aux mois de mai et juin. Une seconde période, appelé période humide, pendant laquelle les moyennes mensuelles de quantité de pluies sont supérieures à celles de l'ETP. Cette période s'étale de juillet à septembre. Elle correspond à une période d'intense activité agricole pour le monde paysan. La dernière, la période post-humide intervient lorsque la courbe des moyennes mensuelles de pluviométrie passe en dessous de celles de l'ETP et l'ETP/2 ; cela pendant la baisse des valeurs de pluviométrie. Elle correspond au mois d'octobre et marque ainsi la fin des cultures pluviales

Figure 10: Courbe événementielle de Franquin et Cochème (1991-2020)

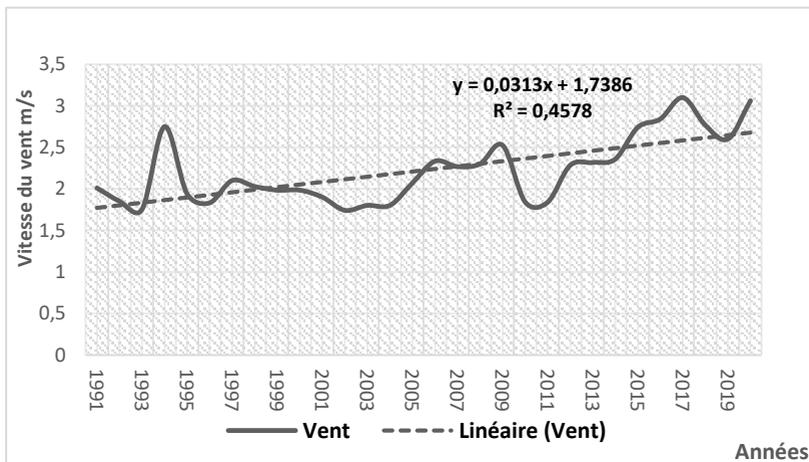


2.1.8. L'évolution des vents

Le régime des vents est élevé en début de saison des pluies avec un maximum en mai-juin ; la vitesse moyenne mensuelle varie entre 2,92 m/s en mai, 2,87 m/s en juin et 2,43 m/s en juillet.

Les valeurs moyennes annuelles des vents dans la série de 1991 à 2020 présentent une vitesse moyenne minimale en 1993 avec une 1,75m/s. En effet, La courbe de tendance des moyennes annuelles est à la hausse surtout pour la dernière décennie (2011-2020). La droite de tendance est en hausse et montre une augmentation de la vitesse sur la série.

Figure 11: Évolution des moyennes annuelles de la vitesse du vent de 1991 à 2020

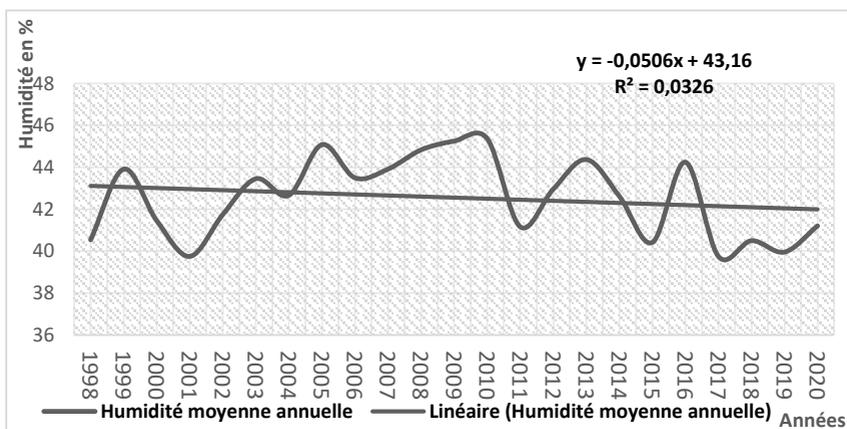


Source : Agence Nationale de la Météorologie (Burkina Faso), 2021

2.1.9. Évolution de l'humidité relative

La zone connaît une sécheresse de l'air pendant les mois de novembre à mai. La remontée du FIT s'accompagne de vapeur d'eau et trouve son maximum en saison des pluies (août) où l'humidité est maximale avec l'apparition de la rosée le matin (figure 12)

Figure 12: Evolution de l'humidité relative à Korsimoro



Source : Agence Nationale de la Météorologie (Burkina Faso), 2021

2.2. Discussion

La caractérisation des variabilités climatiques montre l'évolution du climat dans la zone d'étude. L'évolution pluviométrique est irrégulière et présente un comportement aléatoire et une instabilité qui rend difficile les prévisions. Ces résultats sont en phase avec ceux de A.P. Ouoba, (2013 : 98) dont les études portées sur les changements climatiques et la dynamique de la végétation ont été menées dans le sahel burkinabè ainsi que de Le Barbé & Tapsoba, (1994 : 10) dans la caractérisation des fluctuations pluviométriques interannuelles du Sahel. La représentation graphique des indices de pluie standardisés (IPS) a mis en exergue la succession des années sèches et d'années humides. Ainsi, la première série de 1991 à 2006 est caractérisée par une sécheresse modérée ensuite vient la deuxième série, 2007 à 2015 qui connaît une brève alternance de période humide et sèche et enfin, la troisième phase, de 2016 à 2020 qui est caractérisée par une période humide. Les années de forte et extrême humidité sont respectivement 2010 et 2018. Les années 1997 et 2011 sont les années les plus sèches. C'est résultats obtenus sont en conformités avec ceux P. Ozer et al., (2017 : 375), dans leurs études sur l'évolution récente des extrêmes pluviométriques au Niger de 1950 à 2014 où des phases humides et sèches ont été décelées sur la série. Des résultats similaires ont été obtenus par L. Descroix et al., (2015 : 37) en utilisant L'indice standardisé des précipitations afin de pouvoir comparer des séries différentes dans l'étude sur l'évolution récente de la pluviométrie en Afrique de l'ouest à travers deux régions : la Sénégalie et le bassin du Niger moyen. Les résultats ont été ensuite synthétisés et visualisés dans l'objectif de mieux constater l'évolution des séries sur une longue période. La forte variabilité de la pluviométrie et les anomalies constatées dans la commune de Korsimoro, sont aussi confirmées par plusieurs auteurs dans leurs différentes études notamment Diaz Olvera et al.,(2009 : 15); Mahe et al., (2010 : 3) et Almeida & Peliz, (2011 : 35). Les résultats obtenus dans cette étude sur l'évolution des températures, des vents ainsi que l'ETP et l'humidité relative sont en concordance avec ceux Ouedraogo, (2015 : 139) ; Ibrahim, (2012 : 58) qui confirment le comportement aléatoire de l'ensemble de ces paramètres climatiques tout comme cette présente étude.

Conclusion

Cette étude a permis de constater que la commune de Korsimoro, comme la plupart des zones qui présentent les mêmes réalités

climatiques, est confrontés à la variabilité climatique. En effet, les analyses portées sur les paramètres climatiques permettent de constater sur une période de 30 ans la fluctuation des précipitations, les températures de plus en plus élevées, l'ETP qui s'accroît au fil des années et une approche analytique permet de constater une humidité en baisse avec des vents de plus en plus violents. Ces constats sont confirmés par l'augmentation de l'aridité et un indice standardisé des précipitations qui décèle davantage des mois de plus en plus secs. L'ensemble des caractéristiques climatiques qu'offre la commune de Korsimoro n'est point reluisant pour l'agriculture pluviale. Cette étude est donc interpellatrice sur les besoins de stratégies d'adaptation encore plus innovantes.

Références bibliographiques

Dao Madjelia Cangré Ebou et Paré Evelyne (2015). *Perceptions paysannes de l'effet du changement climatique sur le karité et stratégies d'adaptation au Burkina Faso*. Sciences Naturelles et Appliquées, 34(2015-2018).

Nicole d'Almeida et Ana Carolina Peliz (2011). *Le changement climatique en image et en texte*. Recherches en communication, 35.

Luc Descroix¹, Aïda Diongue Niang, Gérémy Panthou, Ansoumana Bodian, Youssouph Sane, Honoré Dacosta, Moussa Malam Abdou, Jean-Pierre Vandervaere et Guillaume Quantin (2015). *Évolution récente de la pluviométrie en Afrique de l'ouest à travers deux régions : La Sénégalie et le bassin du Niger moyen*. Climatologie, 12, 25-43.

Lourdes Diaz Olvera, Didier Plat, Pascal Pochet et Maïdadi Sahabana (2009). *Changement climatique, pauvreté et transport dans les villes au sud du Sahara*. HAL.

Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat. (2007). *Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation* du (p. 103).

Boubacar Ibrahim. (2012). *Caractérisation des saisons de pluies au Burkina Faso dans un contexte de changement climatique et évaluation des impacts hydrologiques sur le bassin du Nakanbé*. Thèse de doctorat en Université Pierre et Marie Curie.

Kaboré Augustin (2012). *Les stratégies communautaires d'adaptation au changement climatique : Cas des bois sacrés dans l'aire socioculturelle moaaga du Burkina Faso*. Thèse de doctorat, université Abomey-Calavi.

Kabore Pamalba Narcise, Barbier Bruno, Ouoba Paulin, Kiema André, **Some Léopold et Ouedraogo Amadé** (2019). *Perceptions du changement climatique, impacts environnementaux et stratégies endogènes d'adaptation par les producteurs du Centre-nord du Burkina Faso*. Vertigo : la revue électronique en sciences de l'environnement, 19(1).

Kouadio Jules, Chancibault Katia, Rodriguez Fabrice (2020). *Les solutions fondées sur la nature : Une stratégie d'adaptation aux changements globaux adaptée à l'Afrique subsaharienne ?* XIIèmes Journées Géographiques de Côte d'Ivoire (JGCI), 13-p.

Le Barbé Luc et Tapsoba Dominique. (1994). *Une méthode de caractérisation des fluctuations pluviométriques interannuelles du Sabel : L'exemple du Burkina-Faso*. In : Interactions surface continentale/atmosphère : l'expérience HAPEX-Sahel-10. Journées Hydrologiques, 13-14.

Barbier Bruno, Mahé Gil, Dezetter Alain, Diello Pierre (2010). *Baisse des pluies et augmentation des écoulements au Sabel : Impact climatique et anthropique sur les écoulements du Nakambé au Burkina Faso*. Sécheresse, 21(4), 330-332.

Martonne Emmanuel. (1926). *L'indice d'aridité*. Bulletin de l'Association de Géographes Français, 3(9), 3-5.
<https://doi.org/10.3406/bagf.1926.6321>

Ouédraogo Blaise. (2015). *Stratégies d'adaptation des agropasteurs à la variabilité climatique dans le bassin versant de Yakouta (Burkina Faso)*. Thèse de doctorat unique en géographie, université de Ouagadougou.

Ouoba Awa Pounyala. (2013). *Changements climatiques, dynamique de la végétation et perception paysanne dans le Sabel burkinabè*. Thèse de doctorat unique en géographie, université de Ouagadougou.

Ozer Pierre, Laminou Manzo Ousmane, Tidjani Adamou Didier, Djaby Bakary et De Longueville Florence (2017). *Evolution récente des extrêmes pluviométriques au Niger (1950-2014)*. Geo-Eco-Trop : Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Ecologie Tropicales, 41(3), 375-384.

Sankara, T. Bakari. (2010). *Variabilité climatique et gestion des ressources naturelles. Cas de la forêt classée et réserve partielle de fanne de Gonse au Burkina Faso*. Maîtrise en géographie à l'université de Ouagadougou, 94p.

Sultan Benjamin., Lalou Richard., Amadou Sanni Mouftaou., Oumarou Amadou et Soumaré Mame Arame. (2015). *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*. IRD Éditions. <http://books.openedition.org/irdeditions/8914>

Yanogo Pawendkisgou Isidore. (2012). *Les stratégies d'adaptation des populations aux aléas climatiques autour du Lac Bagré (Burkina Faso)*. Thèse de doctorat unique en géographie, université d'Abomey Calavi.