EFFETS DES PERTURBATIONS CLIMATIQUES SUR LA DÉSYNCRONISATION SAISONNIÈRE DU CALENDRIER AGRICOLE DANS LES MASSIFS KABIYE AU NORD DU TOGO

IMPACTS OF CLIMATE DISTURBANCES ON THE SEASONAL MISMATCH IN THE AGRICULTURAL CALENDAR IN THE KABIYE HIGHLANDS OF NORTHERN TOGO

Edjéou Kimaré **LEKEZIME**[1], Awa Krou **MALAM BOUKAR**[2], Koudzo **SOKEMAWU**[1]

[1] *Université de Lomé, Laboratoire de recherche sur la dynamique des milieux et des sociétés (LARDYMES), Togo, 01BP1515, Tél.00 228 90 16 56 16, e-mail : edjeoulek@gmail.com*

[1]*Université de Lomé, Laboratoire de recherche sur la dynamique des milieux et des sociétés (LARDYMES), Togo, 01BP1515, Tél.00 228 90 27 30 21*

[2]*Ecole Africaine des Métiers de l'Architecture et de l'Urbanisme(EAMAU), Togo, BP 2067, Tél.00 228 22216253*

RESUME

L'agriculture emploie près de 40 % de la population active du Togo, 64 % des travailleurs en milieu rural et 70 % des ruraux vivant sous le seuil de pauvreté (Banque Mondiale, 2024). Elle subit les effets néfastes des changements climatiques qui ont pour impacts les bouleversements du calendrier agricole dans les massifs Kabiyè au nord du Togo, où se pratique une ingénieuse technique de culture en terrasse associée de cordons pierreux sur des sols érodés et rocailleux. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet des paramètres agro-climatiques sur le décalage des saisons culturales. Les données climatiques de précipitations journalières des stations météorologiques de Kara et de Pagouda de 1961 à 2024 ont été collectées. Les logiciels INSTAT+ v.3.37 et R ont permis de faire le traitement et l'analyse des données, ainsi que la production des graphiques. Les résultats montrent des cumuls pluviométriques en baisse. Les cumuls annuels oscillent principalement entre 1 000 et 1 750 mm/an à Kara. Un retard progressif des dates de début et de fin des saisons est observé, avec un décalage plus marqué à Kara qu'à Pagouda. Les séquences sèches observées en début de saison présentent des durées importantes, variant de 6 à 9 jours à Kara et de 7 à 8 jours à Pagouda. Des longueurs de saisons de plus en plus variables, la durée des saisons se situe le plus souvent entre 180 et 220 jours à Kara. Elles durent entre 170 et 210 jours à Pagouda. Ces paramètres affectent les calendriers culturaux, les rendements et la production agricole qui sont des piliers de la sécurité alimentaire, gage de la cohésion sociale des populations. Le suivi en temps réel des conditions météorologiques et l'utilisation de prévisions saisonnières deviennent des outils essentiels pour réduire les risques agricoles.

Mots-clés : Désynchronisation saisonnière, paramètres agro-climatiques, cohésion sociale, massifs Kabiyè.

ABSTRACT

Agriculture employs nearly 40% of Togo's active population, 64% of rural workers and 70% of rural people living below the poverty line (World Bank, 2024). It is suffering the adverse effects of climate change, which is disrupting the agricultural calendar in the Kabiyè highlands

in northern Togo, where an ingenious technique of terraced cultivation combined with stone ridges is practiced on eroded and rocky soils. The objective of this study is to assess the effect of agro-climatic parameters on the shift in growing seasons. Historical climate data on daily precipitation from the Kara and Pagouda weather stations from 1961 to 2024 were collected. The INSTAT+ v.3.37 and R software was used to process and analyze the data, also to produce the graphs. The results show a decline in cumulative rainfall. Annual rainfall totals mainly range between 1,000 and 1,750 mm/year in Kara. The start and end dates of the seasons are late, with a slight but noticeable shift towards later seasons since the 1960s, which is more pronounced in Kara than in Pagouda. Long dry spells at the beginning of the season, most of which last 6 to 9 days in Kara and 7 to 8 days in Pagouda. Increasingly variable season lengths, with seasons most often lasting between 180 and 220 days in Kara. They last between 170 and 210 days in Pagouda. These parameters affect crop calendars, yields, and agricultural production, which are pillars of food security and a guarantee of social cohesion among populations. Real-time monitoring of weather conditions and the use of seasonal forecasts are becoming essential tools for reducing agricultural risks.
Keywords : Seasonal desynchronization, agro-climatic parameters, social cohesion, Kabiyè highlands.

INTRODUCTION

Dans le secteur de l'agriculture, les conséquences des changements climatiques se font ressentir de façon acerbe malgré les efforts en cours pour adapter l'agriculture aux conditions climatiques et socioéconomiques actuelles (4CNCC, 2022). L'agriculture emploie près de 40% de la main-d'œuvre au Togo et reste la principale source de revenus pour 64% des ménages ruraux, 70% de ceux vivant sous le seuil de pauvreté, et 50% de l'ensemble des pauvres au Togo (Banque Mondiale, 2024). Elle subit les effets néfastes des changements climatiques qui ont pour impacts les bouleversements du calendrier agricole dans les massifs Kabiyè au Nord du Togo, où se pratique une ingénieuse technique de culture en terrasse associée de cordons pierreux sur des sols érodés et rocailleux. Comment se manifeste la désynchronisation saisonnière dans cet écosystème montagnard ? L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet des paramètres agroclimatiques sur le décalage des saisons culturales qui impacte les rendements et la production agricole, piliers fondamentaux de la sécurité alimentaire et de la cohésion sociale.

II. MATERIEL ET METHODE

2.1 Présentation de la zone d'étude

Les massifs Kabiyè se situent en pays Kabiyè, et se localisent dans la chaîne de l'Atakora (Région de la Kara) au nord du Togo entre 09° 25' et 10° 10' de latitude Nord et les méridiens 0° 15 et 1° 30 de longitude Est. Ils sont constitués par les préfectures de la Kozah et la Binah. La région est caractérisée par un climat tropical de type soudanien et d'une végétation de savanes soudano-guinéennes (Figure 1).

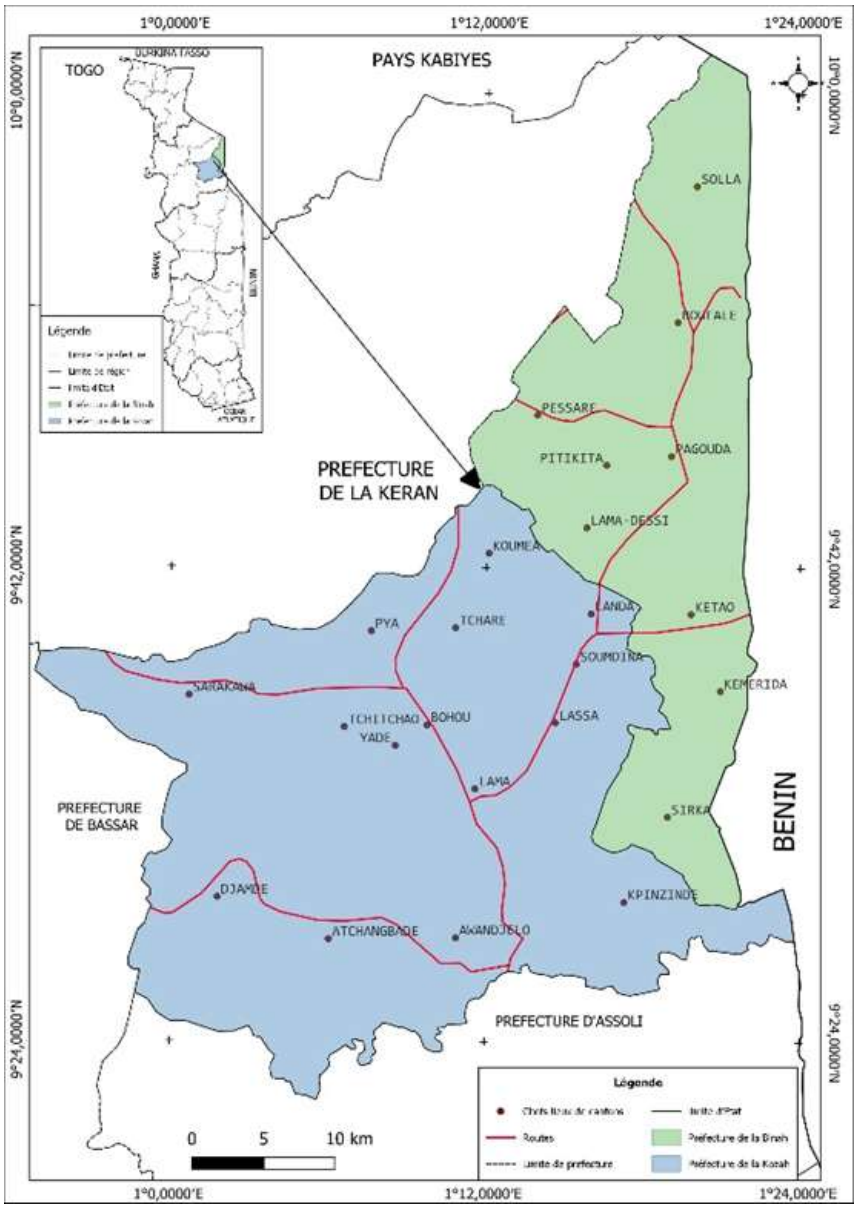


Figure 1 : Zone d'étude

2.2 Méthodologie

Les données d'observations des précipitations journalières des stations météorologiques de Kara et de Pagouda, de 1961 à 2024 issues de la base des données de l'Agence nationale de la météorologie du Togo, sont utilisées dans cette étude. INSTAT+ v.3.37 est utilisé pour importer, préparer, restructurer, analyser et présenter les résultats des données agroclimatiques. En plus, le logiciel R a servi à organiser ces données à travers son package appelé « dplyr» grâce aux codes. La réalisation des graphiques et l'ajustement des droites de tendances sont réalisés à l'aide du package «ggplot2 » de R qui est un outil puissant et flexible de visualisation de données, qui permet de créer les graphiques complexes. Le critère de M. V. K. SIVAKUMAR (1988, pp. 295-305) est retenu pour la date de début de saison. On retient comme critère de début de saison une quantité de 20 mm de pluies recueillies en 3 jours consécutifs après

le 15 mars, sans période sèche supérieure à 10 jours dans les 30 jours qui suivent. Il est considéré qu'à partir du 1er novembre, la saison sèche commence lorsque le bilan hydrique est inférieur ou égal à 0,5 mm. La différence entre les dates de fin et de début de la saison des pluies constitue la longueur de la saison des pluies.

3. RESULTATS

3.1 Evolution des cumuls pluviométriques

La figure 2 met en relief l'évolution des précipitations de la station de Kara et Pagouda entre 1961 et 2024.

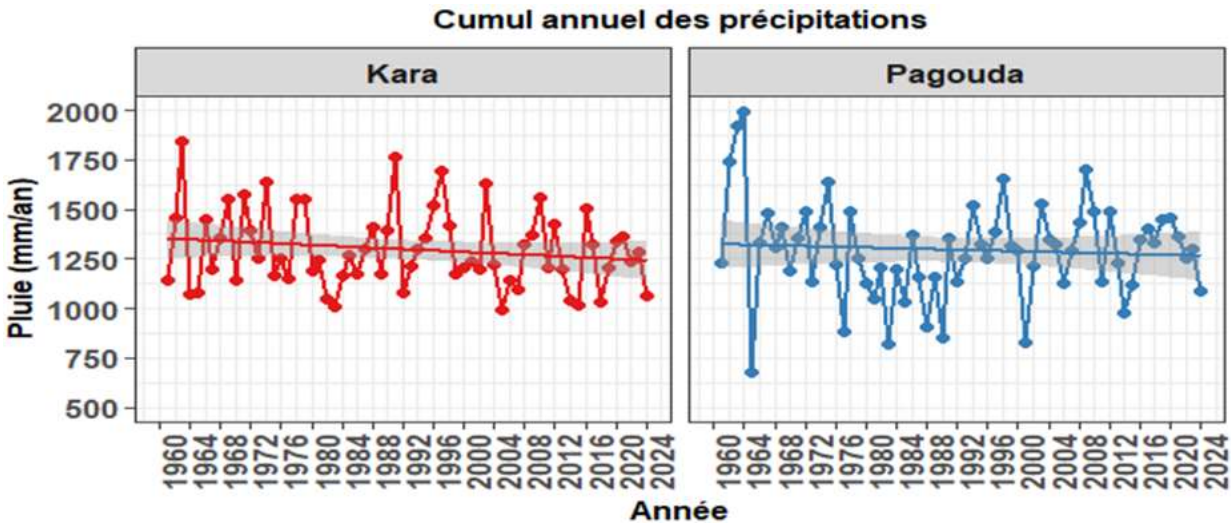
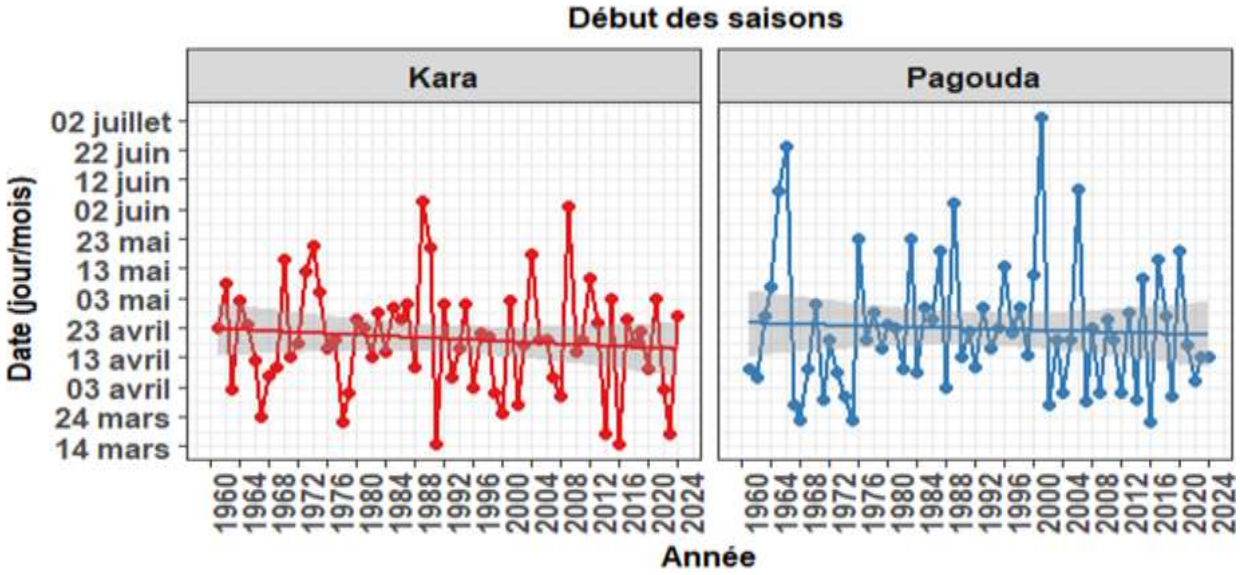


Figure 2. Evolution des précipitations journalières à Kara et Pagouda entre 1961 et 2024

L'examen des séries chronologiques des précipitations annuelles à Kara et Pagouda sur la période 1961-2024 révèle des tendances et des caractéristiques communes, mais également des différences notables. A Kara, les cumuls annuels oscillent entre 1 000 et 1 750 mm/an, avec quelques années exceptionnelles dépassant 1 800 mm. La tendance linéaire met en évidence une baisse légère mais persistante sur la période étudiée. Les années 1960-1980 présentent plusieurs pics élevés, alors que les décennies récentes (2010-2020) semblent marquées par une fréquence plus élevée d'années moyennement pluvieuses. A Pagouda, la variabilité est plus marquée, avec des extrêmes allant d'environ 600 mm/an à près de 1 900 mm/an. La tendance montre également une diminution du cumul annuel, légèrement plus prononcée qu'à Kara. Les fluctuations interannuelles sont plus fortes, notamment avant 1980, avec une succession rapide d'années excédentaires et déficitaires. Les deux stations présentent une variabilité interannuelle importante, mais celle-ci est plus irrégulière à Pagouda. Avant les années 1980, les années humides étaient les plus fréquentes. À partir de 1980, les déficits pluviométriques sont devenus plus marqués, probablement sous l'effet des sécheresses sahéliennes. Bien que certaines années récentes aient été légèrement plus humides que la moyenne, elles ne suffisent pas à modifier la tendance générale, qui

reste déficitaire. L'amplitude des variations à Pagouda connaît des variations plus extrêmes, ce qui pourrait traduire une sensibilité accrue aux anomalies climatiques régionales. Les deux séries présentent une tendance négative, ce qui met en évidence un recul des cumuls pluviométriques annuels au cours des six dernières décennies. Cette évolution confirme une tendance générale à la diminution de la pluviométrie dans la zone d'étude. Certaines années sèches ou humides semblent communes aux



deux sites, signe d'une influence climatique régionale, mais l'ampleur diffère. Cette diminution progressive des précipitations annuelles affecte négativement l'agriculture pluviale et les rendements, réduit la recharge des nappes et la disponibilité en eau et augmente la vulnérabilité aux sécheresses agricoles et hydrologiques.

3.2 Dynamique des dates de début de saison

La figure 3 met en exergue la dynamique des dates de début de saison la station de Kara et Pagouda entre 1961 et 2024.

Figure 3 : Dynamique des dates de début de saison à Kara et Pagouda entre 1961-2024

L'analyse de l'évolution des dates de début de saison à Kara et Pagouda met en évidence des variations interannuelles importantes et des tendances contrastées, bien que globalement stables à l'échelle de la période étudiée. A Kara, les dates de début de saison s'échelonnent entre mi-mars et début juillet. La tendance linéaire montre une très légère anticipation (démarrage plus précoce) au fil des décennies. Toutefois, la dispersion des valeurs reste importante, ce qui traduit une forte variabilité interannuelle. La plage de variation est similaire (mars à début juillet) à Pagouda, avec une tendance quasi stable, mais un léger déplacement vers des débuts plus précoces après les années 2000. La variabilité est particulièrement marquée avant les années 1980, avec quelques années très tardives. Les deux sites présentent des écarts pouvant dépasser deux mois d'une année à l'autre, ce qui rend difficile la prévision à partir de

la seule tendance moyenne. Les années de démarrage très tardif (fin mai) coïncident souvent avec des périodes déficitaires en pluies, suggérant un lien entre retard de la saison et anomalies pluviométriques régionales. À l'inverse, certaines années de démarrage précoce (mi-mars à début avril) correspondent à des années globalement humides, mais cela n'est pas systématique. Dans plusieurs années, les deux stations enregistrent des dates proches, ce qui reflète probablement l'influence commune de la mousson ouest-africaine. Pagouda semble présenter plus d'années de démarrage très tardif que Kara, ce qui est lié à des facteurs locaux (topographie, couverture végétale, microclimat). Les départs très précoces apparaissent de manière plus fréquente à Kara dans les années récentes (2020). La tendance légèrement précoce observée à Kara est associée à un ajustement des régimes pluviométriques, tandis que la stabilité relative à Pagouda suggère une résilience du calendrier pluviométrique, malgré la baisse globale des cumuls annuels. La variabilité importante des dates de début de saison rend la planification agricole plus complexe. Un retard marqué du début de saison peut compromettre la période de croissance des cultures pluviales, tandis qu'un démarrage trop précoce suivi d'une pause sèche peut causer des pertes de semis.

3.3 Tendance des dates de fin de saison

La figure 4 présente, la tendance des dates de fin de saison à la station de Kara et de Pagouda entre 1961 et 2024.

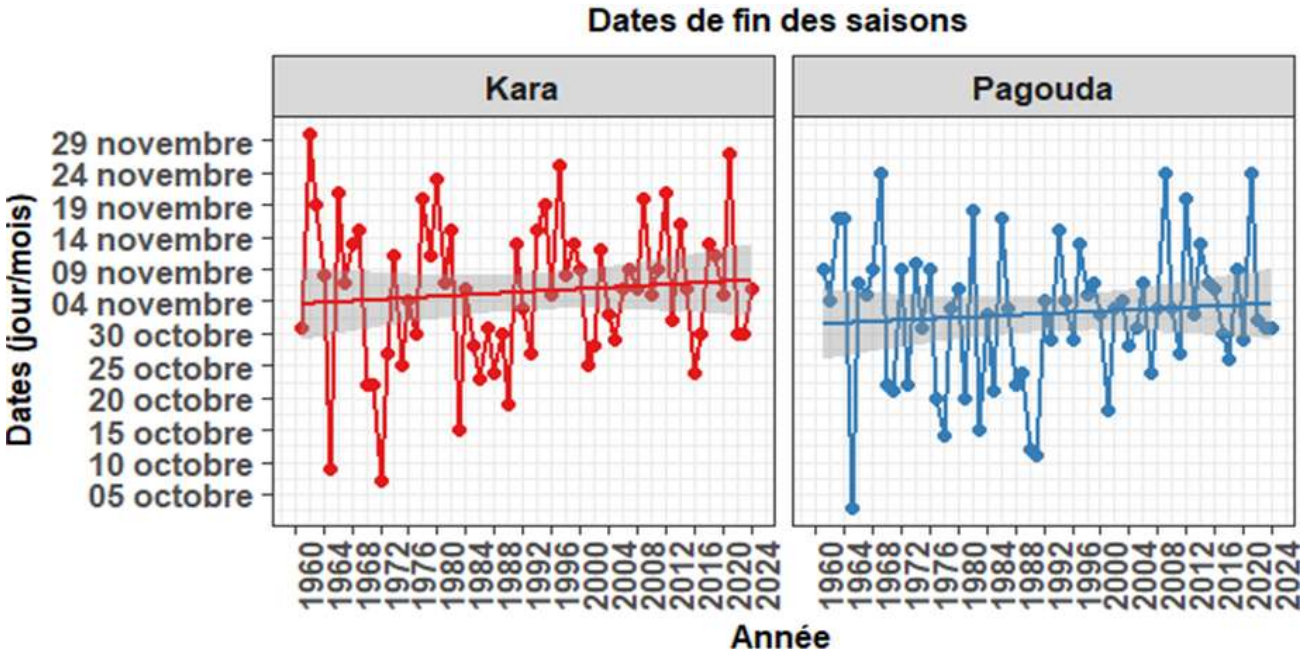


Figure 4 : Tendance des dates de fin de saison à Kara et Pagouda entre 1961 et 2024

La plupart des fins de saison se situent entre fin octobre et mi-novembre. La variabilité interannuelle est importante à Kara. Certaines années, la saison se termine tôt (début octobre), d'autres très tard (fin novembre). La pente de la droite de régression est

légèrement positive, indiquant un décalage progressif vers une fin de saison plus tardive au fil des décennies.

Cela signifie que la période pluvieuse tend à s'allonger, ou que les dernières pluies significatives se produisent plus tard dans l'année. A Pagouda, ces dates se concentrent entre début novembre et mi-novembre, légèrement plus tard que Kara. La variabilité interannuelle, est comparable à Kara, mais avec un regroupement un peu plus resserré autour de novembre. La pente est également légèrement positive, mais moins marquée que pour Kara. Les fins de saisons semblent aussi se décaler vers des dates plus tardives, mais l'ampleur du changement est plus faible. Pagouda termine en général sa saison plus tard que Kara (environ 5 à 7 jours de décalage visuel). Les résultats montrent un retard progressif des dates de fin de saison dans les deux stations sur la période, accompagné d'une forte variabilité interannuelle. Cette évolution suggère l'influence de facteurs climatiques à grande échelle, tels que l'oscillation atlantique et la variabilité régionale de la mousson ouest-africaine. En somme, on note un décalage léger mais perceptible vers des fins de saisons plus tardives depuis les années 1960, plus marqué à Kara qu'à Pagouda et une forte variabilité interannuelle, avec des extrêmes allant de début octobre à fin novembre. On assiste donc, à un allongement potentiel de la saison culturale, mais avec incertitude sur la régularité des pluies de fin de saison qui entrainent des risques de maladies fongiques pour certaines cultures si humidité est prolongée.

3.4 Modification de la longueur de saison

La figure 5 présente la modification de la longueur des saisons à la station de Kara et Pagouda.

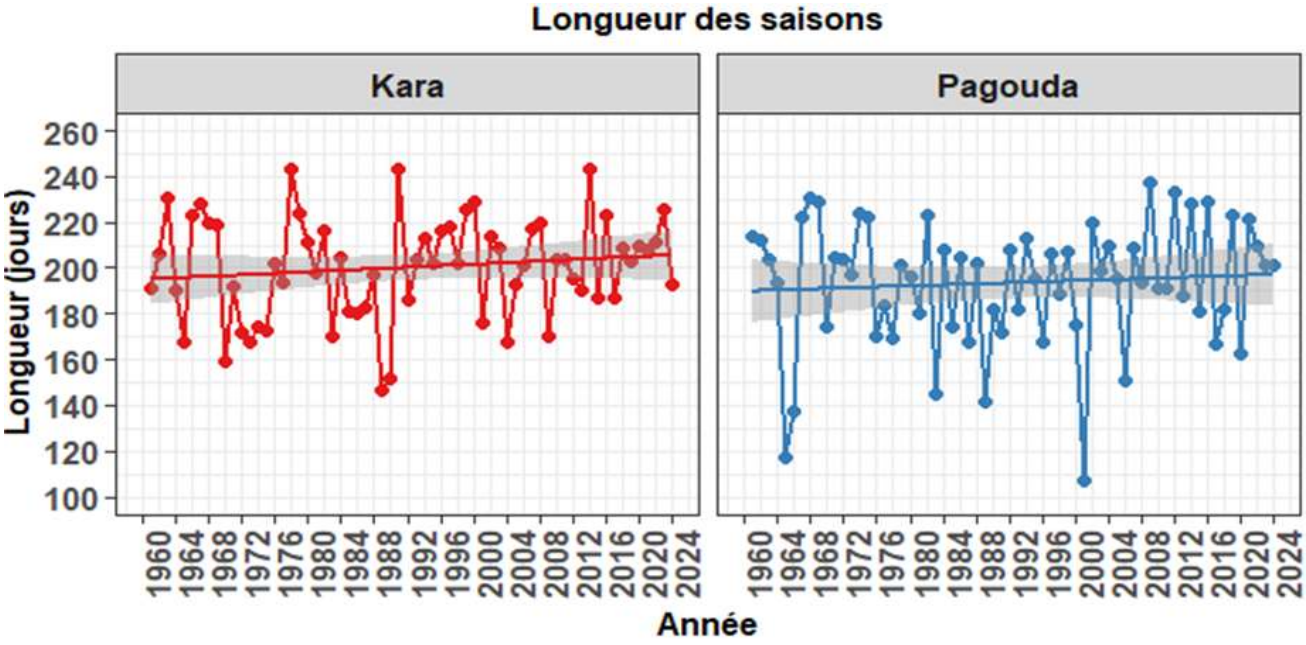


Figure 5 : Modification de la longueur des saisons à Kara et Pagouda entre 1961 et 2024

La durée des saisons à Kara, se situe en moyenne entre 180 et 220 jours, avec des années extrêmes à environ 120 jours (minimum) et 240 jours (maximum). La variabilité interannuelle est importante, avec alternance d'années très courtes et d'années très longues. La tendance est en légère hausse au fil des décennies. Ce résultat est cohérent avec le graphique des dates de fin de saison : un allongement peut résulter d'un début plus précoce, d'une fin plus tardive, ou des deux. A Pagouda, les saisons durent généralement entre 170 et 210 jours. La variabilité interannuelle est également élevée, avec quelques années exceptionnellement courtes (proches de 100 jours). Cette variabilité est presque stable à Pagouda, avec une très légère augmentation mais beaucoup moins marquée qu'à Kara. Cela suggère que, contrairement à Kara, la durée des saisons à Pagouda ne s'est pas significativement allongée. Kara semble avoir en moyenne une saison légèrement plus longue que Pagouda. Les tendances reflètent un allongement modéré à Kara et une stabilité quasi complète à Pagouda. Les deux stations montrent de fortes variations annuelles, mais Pagouda semble avoir connu plus d'années avec des saisons très courtes.

3.5 Analyse de la longueur des séquences sèches en début de saison

La figure 6 présente la modification de la longueur des saisons à la station de Kara et Pagouda.

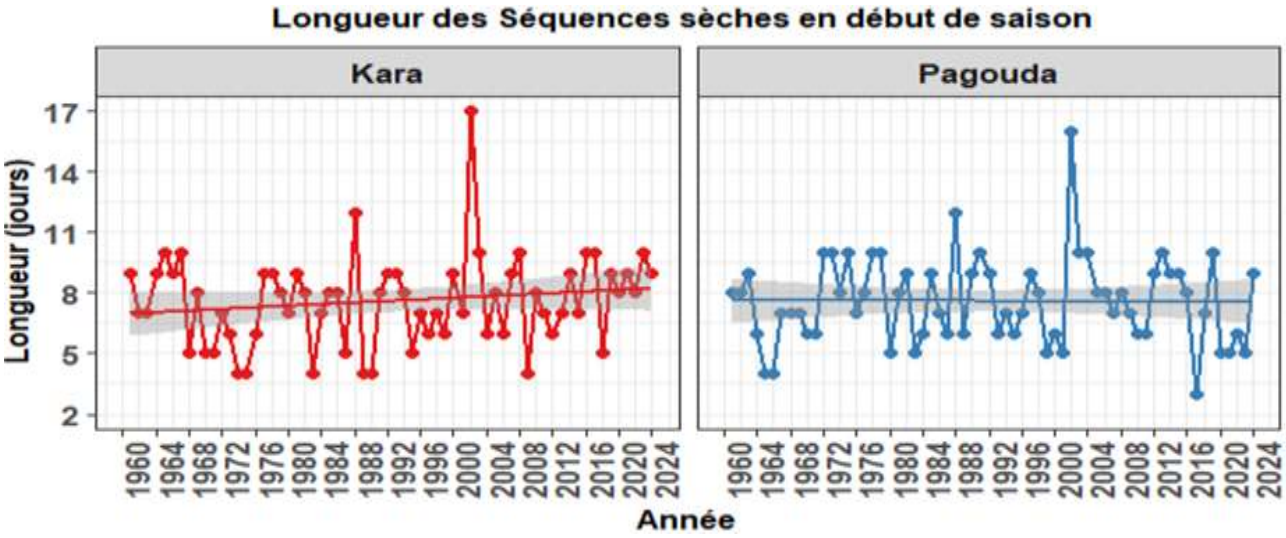


Figure 6 : Modification de la longueur des séquences sèches en début de saison à Kara et Pagouda de 1961 à 2024

La plupart des séquences sèches au début de saison durent 6 à 9 jours à Kara. La variabilité interannuelle est modérée, avec certaines années extrêmes (17 jours vers 2000). La tendance est en légère augmentation au fil du temps (pente positive de la droite de tendance).
Cela indique qu'en début de saison, les interruptions de pluie ont tendance à durer plus longtemps aujourd'hui qu'au début de la période étudiée. La durée moyenne à

Pagouda tourne autour de 7 à 8 jours. Cette variabilité est relativement faible, mais avec quelques pics extrêmes d'environ 15 jours. La tendance est presque stable voire légèrement en baisse sur la période, ce qui suggère que la situation n'a pas évolué de manière significative sur le long terme. La durée moyenne est similaire dans les deux stations (7 à 8 jours). La tendance à Kara est en augmentation lente tandis qu'il y a une stabilité à Pagouda. Kara présente des années extrêmes plus marquées que Pagouda. L'augmentation à Kara est liée à une variabilité plus forte des débuts de saison, possiblement influencée par le retard de stabilisation de la mousson et l'effet du réchauffement local qui accentue l'évapotranspiration et réduit la fréquence des pluies au début. Quant à la stabilité à Pagouda, elle est due à des conditions atmosphériques plus stables au début de la saison, ainsi qu'à l'influence de la localisation géographique sur les flux humides. Les agriculteurs font toujours face à un risque modéré mais relativement constant de séquence sèche en début de saison, ce qui implique un risque accru de semis ratés si la pluie initiale est suivie par un long épisode sec.

4. DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont montré que la désynchronisation saisonnière se traduit par une fluctuation des paramètres agroclimatiques dans les massifs Kabiyè caractérisée par la baisse et des hausses interannuelles des précipitations. Ce qui corrobore les résultats de recherches réalisées par K. M. S. BADAMELI (1996, 492p) qui met l'accent particulier sur la baisse des totaux pluviométriques. Ce qui rejoint les résultats de recherches de P. AAWI (2010, 304p) en pays Kabiyè dans lesquels il a démontré qu'il existe une forte variabilité interannuelle de la pluviométrie. Cette étude fait un rapprochement entre les variations pluviométriques au cours des années et les différentes phases des activités agricoles selon le calendrier agricole dans cette zone. De cette analyse, il ressort que le calendrier traditionnel ne cadre plus avec les réalités climatiques actuelles. Ce qui confirme les travaux de F. LEMOU (2014, 292p). Les résultats de cette étude montrent la réduction des totaux pluviométriques mensuels et le décalage inquiétant dans le démarrage de la saison culturale mais avec une fin précoce. Cette situation a pour corollaire la perturbation des cycles culturaux, le bouleversement du calendrier cultural et la non mise en opérationnelle des normes culturales empiriques. Cette situation est similaire aux résultats des travaux de A. AFFO-DOGO (2011, 53p) et E. K. Daku (2014, 61p) dans la région des Plateaux au sud du Togo. La seule différence avec les résultats de cette recherche est la différence de la trame climatique des zones d'étude. Les principaux risques climatiques auxquels sont confrontés les agriculteurs des massifs Kabiyè sont la sécheresse, la baisse de la pluviométrie, l'augmentation des températures, le démarrage tardif de la saison des pluies et les vents violents. Ces risques entrainent une accentuation de la dégradation considérable des terres agricoles, la baisse des rendements agricoles, la réduction du cheptel, par conséquent, la pauvreté des agriculteurs. Ces résultats confirment ceux de

E. K. LEKEZIME (2016, 57p) et A. BADAMELI (2017, 236p), qui ont montré que les changements climatiques se manifestent au Togo par une hausse des températures (entre 0,3 et 1,6 °C de plus), une baisse de la pluviométrie (au cours de la décennie 1971-1980 pour 70 % des stations, et de la décennie 1981-1990 pour le reste) et une recrudescence des inondations (surtout au cours de la décennie 2001-2010 avec 40 % des cas). L'impact des changements climatiques sur l'agriculture est surtout lié à la difficulté croissante d'établissement du calendrier agricole par les paysans. Les saisons pluvieuses ont tendance à être plus courtes et à se décaler dans l'année, ce qui rend plus difficile la pratique agricole. La baisse généralisée des cumuls pluviométriques enregistrés est associée à la récurrence de phases anormalement sèches. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par S. PILABINA (2019, 309p). Les résultats de cette étude a démontré que la date de début de la saison pluvieuse se situe généralement dans la 3ème décade du mois d'avril alors que celle de fin de saison est localisée dans la période de la 3ème décade du mois d'octobre. De même les séquences sèches ont été identifiées à partir d'un seuil à 1 mm et apparaissent le plus souvent après le démarrage de la saison des pluies. Les perceptions paysannes ont montré que la zone est marquée par un raccourcissement de la saison des pluies, une diminution des précipitations et une hausse de la température. L'augmentation de la température, l'instabilité dans le démarrage de la saison des pluies ont été identifiées comme risques climatiques majeurs. Les principaux impacts sont, la baisse des rendements et des revenus des agriculteurs qui ont conduit à la paupérisation. Ces résultats correspondent aux résultats de H. CHABI-BIAOU (2015, p. 63) ; S. OYATOKPE (2015, p. 61) et M. M'KOYI (2024, 69p).

CONCLUSION

En somme, la fluctuation des paramètres agroclimatiques, notamment la diminution progressive des précipitations annuelles, le démarrage tardif, les tendances à l'allongement de la saison et la constance des séquences sèches impliquent un décalage des saisons dans les massifs Kabiyè. Cela se traduit par la faiblesse des rendements agricoles, et augmente la vulnérabilité aux sécheresses agricoles et hydrologiques. Ces fluctuations compromettent également la période de croissance des cultures pluviales, tandis qu'un démarrage trop précoce suivi d'une pause sèche peut causer des pertes de semis. On note un décalage léger mais perceptible vers des fins de saisons plus tardives depuis les années 1960, plus marqué à Kara qu'à Pagouda et une forte variabilité interannuelle, avec des extrêmes allant de début octobre à fin novembre. On assiste donc, à un allongement potentiel de la saison culturale, mais avec incertitude sur la régularité des pluies de fin de saison avec des risques de maladies fongiques pour certaines cultures si humidité est prolongée. Les deux stations montrent de fortes variations annuelles, mais Pagouda semble avoir connu plus d'années avec des saisons très courtes. Les agriculteurs font toujours face à un risque modéré mais relativement

constant de séquence sèche en début de saison. Ce qui implique un risque accru de semis ratés si la pluie initiale est suivie par un long épisode. Le recalage d'un nouveau calendrier agricole pour une meilleure adaptation aux changements climatiques est indispensable.

Remerciements: Nous exprimons notre profonde gratitude au Professeur Koudzo SOKEMAWU pour ses soutiens multiformes et son ouverture d'esprit dans la recherche.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AAWI P., 2010, Ethnoclimatologie comme une nouvelle approche de l'étude des faits climatologiques et agricole au Togo : cas du pays kabiyè, Thèse de Doctorat Unique de Géographie, Université de Lomé, Lomé, Togo, 304 p.

ADEWI E., et al., 2012, Évolution des saisons des pluies potentiellement utiles au Togo de 1950 à 2000, Économie, vol.**7**, pp.89-107.

AFFO-DOGO A., 2012, Vulnérabilité et stratégie d'adaptation des agriculteurs dans la région des Plateaux au Togo face au changement climatique: Cas de la commune rurale de Kpimé, Mémoire de mastère en changement climatique, Centre Régional AGRHYMET, Niamey, 53 p.

Banque mondiale, 2024, Togo, perspectives économiques, 63 p.

BADAMELI A., 2017, Changement climatique au Togo et leurs impacts sur les activités agricoles, Thèse de doctorat en Géographie, Université de Lomé, Lomé, 236 pages.

BADAMELI K. M. S., 1996, Variabilité climatique et production agricole au Togo, Thèse de doctorat, Bordeaux III, 492 p.

CHABI-BIAOU H, 2015), Gestion des risques en agriculture dans la Commune de Ouessè, Mémoire de master de géographie UAC/FASHS/DGAT 121p.

DAKU E. K., 2014, Analyse de la vulnérabilité des agriculteurs face au changement climatique et proposition d'amélioration des projets d'adaptation: Cas des cantons, Adiva, Avédzé, Evou, Imlè dans la région des Plateaux au Togo, Mémoire de mastère en changement climatique, Centre Régional AGRHYMET, Niamey, 61 p.

LEKEZIME E. K, 2016, Vulnérabilité du secteur agricole à la variabilité et au changement climatique dans les massifs Kabiyè au Togo, Mémoire de mastère en changement climatique, Centre Régional AGRHYMET, Niamey, 57 p.

LEMOU F., 2014, Dynamique climatique et production agricole dans la région de la Kara (Nord Togo), Thèse de doctorat en Géographie, Université de Lomé, Lomé, 294 p.

MERF., 2022, Quatrième communication nationale sur les changements climatiques, Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, 178 p.

M'KOYI M., 2024, Prévision saisonnière: une stratégie d'adaptation au changement climatique des agriculteurs du canton de Lama Dessi dans la préfecture de la Binah au Togo, Mémoire de mastère en changement climatique, Centre Régional AGRHYMET, Niamey, 69 p.

OYATOKPE S., 2015, Variabilité climatique et production vivrière dans la commune de savalou. Mémoire de maîtrise de Géographie, FASHS/DGAT/UAC, 96 p.

PILABINA S., 2019, Dynamique du climat dans le Togo central et septentrional, Thèse de doctorat en Géographie, Université de Lomé, Lomé, 309 p.

SIVAKUMAR M V K, (1988): Predicting rainy season potential from the onset of rains in Southern Sahelian and Sudanian climatic zones of West Africa. Agricultural and Forest Meteorology, pp. 295-305.