*Available online at http://www.journalcra.com*

**INTERNATIONAL JOURNAL OF CURRENT RESEARCH**

*International Journal of Current Research*
*Vol. 18, Issue, 10, pp.38472-38480, October, 2026*
*DOI: https://doi.org/10.24941/ijcr.51058.10.2026*

**ISSN: 0975-833X**

# RESEARCH ARTICLE

# ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES DÉTERMINANTS CLIMATIQUES AU TOGO SUR LA PÉRIODE DE 1980 À 2024

**LEMOU Faya**

Laboratoire de Recherches Biogéographiques et d'Études, Environnementales (LaRBE), Université de Lomé, Togo

**ARTICLE INFO**

***Article History:***
Received 04th July, 2026
Received in revised form
16th August, 2026
Accepted 20th September, 2026
Published online 30th October, 2026

***Key words:***
Dynamique climatique ; Précipitations ; Rupture de stationnarité ; Variabilité spatio-temporelle ; Togo.

***Corresponding author:**
*LEMOU Faya*

**ABSTRACT**

Dans un contexte de réchauffement global marqué par l'intensification des extrêmes, l'Afrique de l'Ouest est l'une des régions les plus vulnérables du fait de sa dépendance à l'agriculture pluviale. Situé entre 6° et 11° N avec cinq zones agroécologiques allant du subéquatorial bimodal au Sud au soudanien unimodal au Nord, le Togo concentre des risques différenciés. Entre 1980 et 2024, il a connu des sécheresses sévères en 1983-1984, des inondations majeures en 2007, 2008 et 2010 et des vagues de chaleur dépassant 45°C dans l'extrême Nord en 2021 et 2024, touchant plus de 70% de la population active.Cette étude analyse la dynamique spatio-temporelle des paramètres climatiques de 1980 à 2024 à partir des données journalières de précipitations, températures maximales et minimales de neuf stations synoptiques (Lomé, Tabligbo, Kouma-Konda, Atakpamé, Sokodé, Kara, Niamtougou, Mango et Dapaong). La méthode combine l'interpolation spatiale, la détection de ruptures par KhronoStat (tests de Pettitt, Buishand, Lee et Heghinian, segmentation de Hubert) et le SPI. Les résultats confirment un gradient latitudinal décroissant du Sud-Ouest vers le Nord, mais avec deux anomalies majeures : le maximum n'est pas côtier mais orographique (1 471,89 mm à Kouma-Konda et 1 345,07 mm à Niamtougou contre 736,97 à 1 050,66 mm au Nord et 825,2 à 1 617,89 mm au Sud). L'amplitude est deux fois plus forte au Sud (648 mm) qu'au Nord (313 mm), traduisant un contrôle du relief. Sur le plan mensuel, une récession pluviométrique de 46% apparaît sur 80 km entre Mango (34,01 mm) et Dapaong (49,74 mm).Sur le plan temporel, le Nord ne présente pas de tendance linéaire mais une rupture en escalier en 1986 : 1 075,79 mm ±56,6 mm de 1980-1986 contre 1 219,22 mm ±98,3 mm de 1987-2024, soit une reprise de 143,43 mm (+13,3%) avec un quasi-doublement de la variabilité. Les cartes thermiques révèlent un couloir chaud central de27,01°C de Sokodé-Atakpamé, plus chaud que Dapaong, et un pôle fraisde 10,71°C en minimale à Kouma-Konda. L'étude conclut à un décalage des isohyètes de 50 à 70 km vers le Sud, à un resserrement en zone montagneuse et à une intensification des pluies avec moins de jours pluvieux.Cette reprise post-1986, plus abondante mais plus imprévisible, remet en cause le paradigme du dessèchement linéaire et impose de repenser l'adaptation qui consiste de passer de la gestion de la sécheresse à celle de la variabilité et des extrêmes, en couplant cette dynamique aux calendriers agricoles et aux modèles CMIP6.

***Copyright©2026, LEMOU Faya.*** *This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.*

**Citation:** ***LEMOU Faya.*** **2026.** "*Analyse de l'évolution des déterminants climatiques au togo sur la période de 1980 à 2024.". International Journal of Current Research*, 18, (10), 38472-38480.

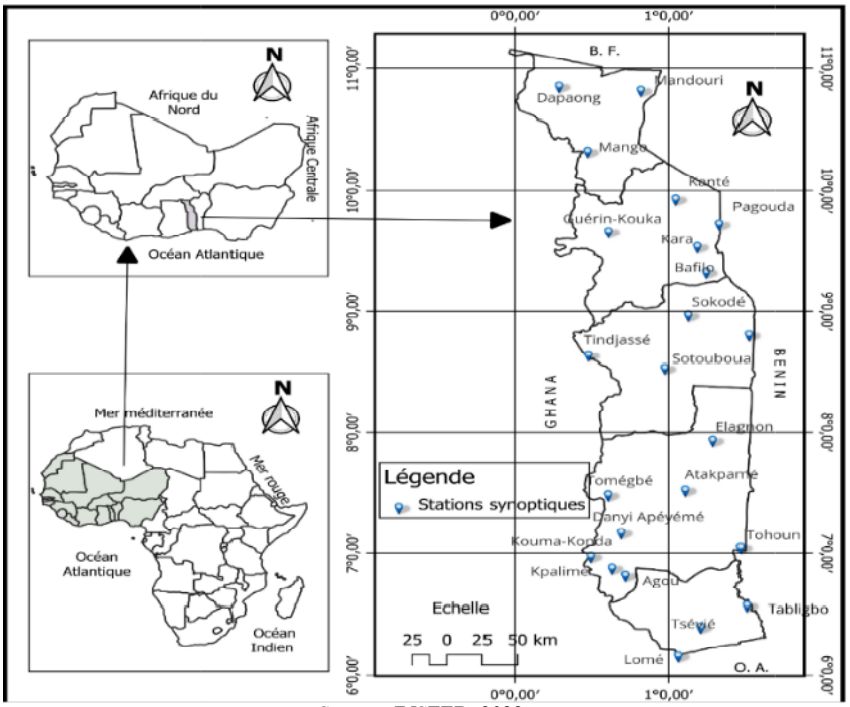
# INTRODUCTION

Le changement climatique est désormais reconnu comme l'un des défis majeurs du XXIe siècle, affectant l'ensemble des sphères écologiques, économiques et sociales à l'échelle planétaire. Le sixième rapport du GIEC (2023) confirme un réchauffement global de +1,1 °C par rapport à la période préindustrielle, accompagné d'une intensification des extrêmes climatiques. L'Afrique de l'Ouest figure parmi les régions les plus vulnérables, en raison de la forte dépendance de son économie à l'agriculture pluviale, de la faiblesse des capacités d'adaptation et de la croissance démographique rapide.Dans cette région, les manifestations du changement climatique se traduisent par une hausse des températures plus rapide que la moyenne mondiale(+1,4 °C) entre 1991 et 2023 selon l'OMM (2024) et par une perturbation profonde des régimes pluviométriques. Les travaux de Diedhiou *et al*. (2023) révèlent une dualité marquée montrant assèchement des saisons des pluies dans certaines zones du Sahel et du Golfe de Guinée, et une intensification des pluies extrêmes dans d'autres. Cette tendance est corroborée par Amoussou *et al*. (2021) au Bénin et au Togo, qui observent une fréquence accrue des poches de sécheresse intra-saisonnières couplée à des épisodes pluvieux plus intenses, perturbant les calendriers agricoles. Dans le Golfe de Guinée, Sultan *et al*. (2023) rapportent un retard de 10 à 20 jours du démarrage de la saison agricole sur les 30 dernières années, tandis que Soro *et al*. (2020) confirment une hausse significative des

températures minimales.Ces ambiances se traduisent au Togo par des risques climatiques différenciés à savoir : le littoral soumis à l'érosion côtière, le centre et le nord à un stress hydrique croissant, tandis que les inondations constituent un aléa généralisé, touchant aussi bien les zones urbaines que rurales du sud au nord (PNA Togo, 2021 ; MERF, 2022).Pour leur part, Kossi *et al*. (2024) ont cartographié les indices d'extrêmes climatiques de1981-2020 et ont identifié une hausse généralisée des indices de chaleur, particulièrement marquée dans les Savanes et dans la Kara, et une intensification des pluies maximales journalières sur la côte. La présente étude vise à analyser l'évolution spatio-temporelle des températures, des précipitations au Togo sur la période 1980-2024. En documentant 44 années d'évolution du climat, cette étude ancrera les stratégies nationales dans une compréhension historique des risques, conformément au Bilan Mondial de la CCNUCC et aux engagements du Togo sous l'Accord de Paris.

## Données et méthodes

***Zone d'étude:*** Le Togo est un pays d'Afrique de l'Ouest situé entre 6°05' et 11°06' de latitude Nord et 0°00' et 1°40' de longitude Est, en projection WGS84 (Figure 1).



Source : INSEED, 2022

**Figure 1. Situation géographique du milieu d'étude**

Il s'étire sur 600 km du Nord au Sud le long du Golfe de Guinée, pour une largeur de 50 à 150 km et une superficie de 56 600 km². Il est limité au Sud par l'Océan Atlantique, au Nord par le Burkina Faso, à l'Ouest par le Ghana et à l'Est par le Bénin. Le réseau des neuf stations synoptiques (Lomé, Tabligbo, Kouma-Konda, Atakpamé, Sokodé, Kara, Niamtougou, Mango et Dapaong) assure une couverture complète du transect latitudinal (INSEED, 2023). Le pays est à la charnière de deux régimes climatiques sous l'influence du Front Intertropical (FIT). Le Sud est sous climat subéquatorial bimodal à deux saisons des pluies (mars-juillet et septembre-novembre). Le Nord est sous le climat soudanien unimodal à une seule saison (avril-octobre).

***Données utilisées :*** Afin d'analyser l'évolution du climat au Togo, cette étude s'est basée sur les données climatiques des stations synoptiques de Lomé, Atakpamé, Kouma-Konda, Tabligbo, Sokodé, Kara, Niamtougou, Mango et Dapaong. Il s'agit des données de précipitations et de températures (maxi et mini), tous au pas de temps journalier couvrant la période 1980-2024, obtenues à l'Agence Nationale de la Météorologie du Togo (ANAMET).

## Méthodes

***Détection de ruptures de stationnarité dans la série pluviométrique :*** La détection des ruptures de stationnarité dans la série pluviométrique de 1980-2024 a été faite à l'aide du logiciel KhronoStat 1.01, à travers le test de Pettitt qui est un test non paramétrique dérivant de celui de Mann-Whitney. Ce test, par sa robustesse à détecter une rupture dans les séries chronologiques, a été utilisé pour l'étude del'évolution des paramètres climatiques (Lubès *et al*., 1998 ; Servat *et al*., 1999 ; Amoussou*et al*., 2015). Alors (Xi) i=1 à t et t+1 à N appartient à la même population. C'est un test qui repose sur la variable Ut et N et définie par:

$$U_{t,\mathrm{N}} = \sum_{i=1}^{t} \sum_{j=t+1}^{N} D_{ij}$$ où $D_{ij}$=sgn(xi-xj) avec sgn(Z)=1 si (Z)>0 ; 0 si Z=0 et -1 si Z<0.

***Détermination des indices standardisés de précipitations (SPI) :*** Pour identifier et analyser des événements climatiques humides et secs au Togoau cours de la période de 1980 à 2024,la méthode issue du calcul de SPI « StandardizedPrecipitation Index» a été utilisée. Les indices SPI sont utilisés pour mesurer l'écart par rapport à la moyenne établie sur une longue période à l'échelle ponctuelle en se référant aux données des stations. L'indice standardisé de précipitation (SPI) (McKee *et al.*, 1993) est utilisé dans cette étude. Le SPI présente des avantages en termes de cohérence statistique et a la capacité de décrire à la fois à court terme et à long terme les évènements pluvieux extrêmes à travers les différentes échelles de temps (McKee *et al*., 1993). Il faut noter que la nature probabiliste de l'indice SPI lui permet d'être comparable entre différents sites (Mirabbasi*et al*., 2013). L'indice de précipitation standard (SPI), en tant qu'indice principal recommandé par l'Organisation météorologique mondiale pour surveiller la sécheresse dans le monde, a été choisi comme indice de référence dans la détermination des événements climatiques humides et secs. C'est un indice centré réduit comme l'indique la formule suivante : $Z = \frac{Xi - M}{S}$.

Avec Xi : pluviométrie de l'année i ; M : pluviométrie moyenne interannuelle sur la période de référence et S : l'écart type de la pluviométrie interannuelle. Ainsi, ces indices sont utilisés pour définir les seuils des événements pluvieux extrêmes selon le classement des valeurs seuils d'intensité des événements pluvieux extrêmes du tableau 1 de McKee *et al*. (1993).

**Tableau 1. Classification des valeurs SPI et catégorie d'humidité**

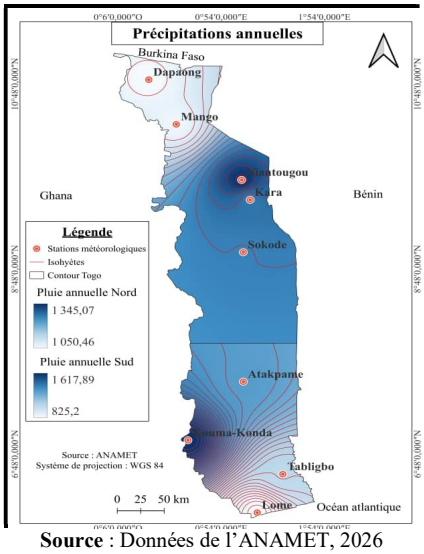
| Valeurs des seuils SPI | Catégorie d'évènements extrêmes |
|---|---|
| 2,00 et plus | Humidité extrême |
| 1,5 à 1,99 | Humidité sévère |
| 1 à 1,49 | Humidité modérée |
| 0 à 0,99 | Humidité légère |
| - 2,00 | Sécheresse extrême |
| - 1,5 à -1,99 | Sécheresse sévère |
| -1 à -1,49 | Sécheresse modérée |
| 0 à -0,99 | Sécheresse légère |

Source : Adapté de Mckee *et al*.(1993)

***Analyse des tendances:*** L'analyse des tendances a été réalisée à l'aide de régressions linéaires appliquées aux indices pluviométriques et thermométriques en fonction du temps, sur l'ensemble de la série. Les pentes ainsi estimées ont été regroupées en trois classes ([p > 0,05] non significative, [0,01 < p < 0,05] significative et [p < 0,01]) très significative, indiquant des tendances à la hausse ou à la baisse. La limite est définie à partir de la statistique *t* de Student utilisée pour tester l'hypothèse d'une pente égale à 0. La tendance est dès lors qualifiée comme étant significative si la probabilité p du test t appliquée à la pente de régression est inférieure à 0,05 alors qu'elle n'est pas significative lorsqu'elle dépasse le seuil de 0,05.

# RESULTATS

***Evolution des précipitations moyennes annuelles:*** La figure 2 présente le champ moyen des précipitations sur l'ensemble du Togo.

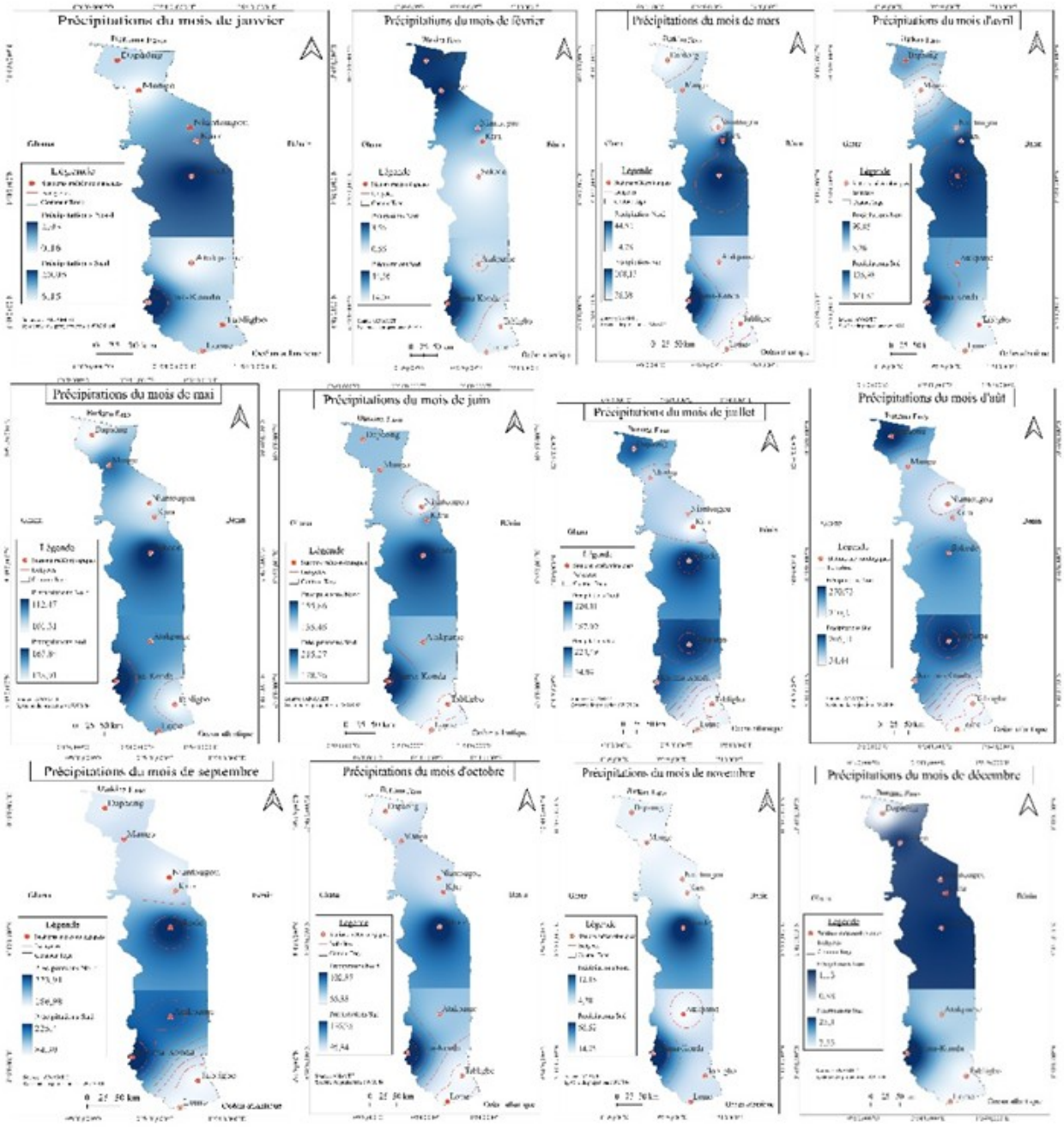



**Source** : Données de l'ANAMET, 2026

**Figure 2. Champ moyen des précipitations sur l'ensemble du Togo**

La figure 2 présente la spatialisation des précipitations moyennes annuelles au Togo obtenue par interpolation des données des stations synoptiques (Dapaong, Mango, Kara, Sokodé, Atakpamé, Kouma-Konda, Tabligbo, Lomé). Le premier résultat est la confirmation d'un gradient latitudinal décroissant du Sud-Ouest vers l'extrême Nord. Le maximum absolu de 1 471,89 mm est localisé non pas sur le littoral mais à l'intérieur des terres sur l'axe Kouma-Konda – Kpalimé-Atakpamé, correspondant à la chaîne des Monts Togo-Atakora. Le minimum absolu de 736,97 mm est observé à Dapaong, à l'extrême Nord. Le gradient total est donc

de 734,92 mm sur l'étendue du territoire, ce qui illustre une forte différenciation climatique sur une faible distance latitudinale.Le second résultat est l'anomalie côtière. La bande littorale incluant Lomé et Tabligbo apparaît en bleu moyen à clair avec des valeurs interpolées entre 823 et 950 mm, inférieures au pôle montagneux intérieur. Cette distribution s'explique par l'effet orographique au niveau des Monts Togo qui force l'ascendance des flux de mousson du Sud-Ouest et génère une sur-pluviométrie à l'intérieur, tandis que la côte est soumise à l'influence stabilisatrice de l'upwelling du Golfe de Guinée qui limite la convection. Le maximum pluviométrique est donc orographique et non océanique.Le troisième résultat concerne la variabilité spatiale différenciée. L'amplitude calculée est de 313,69 mm au Nord contre 648,69 mm au Sud, soit une variabilité deux fois plus forte au Sud. Le Nord (Dapaong 736 mm, Mango 900 mm, Kara 1 050 mm) traduit un domaine homogène sous climat tropical unimodal avec une seule saison des pluies de mai à septembre et des précipitations plus irrégulières. Le Sud présente une forte hétérogénéité avec un resserrement des isohyètes autour de Sokodé qui matérialise la zone de transition entre le régime bimodal subéquatorial à deux saisons des pluies du Sud et le régime unimodal du Nord. Enfin le quatrième résultat, d'ordre dynamique, est l'évolution récente des isohyètes. L'analyse spatiale des moyennes décennales montre que tout le nord du Togo connait un décalage des isohyètes du nord vers le sud et un resserrement de ces courbes dans les régions à forte pluviométrie, avec un réchauffement sans équivoque qui se traduit par des fortes fluctuations interannuelles et une tendance à la baisse. Concrètement, l'isohyète 1 000 mm a migré de Dapaong vers Mango, soit 50 à 70 km vers le Sud. Parallèlement, la diminution du nombre de jours de pluie implique une augmentation de l'intensité moyenne par épisode, ce qui explique le paradoxe d'une carte de cumuls annuels stables associée à une augmentation du ruissellement et des inondations et à une diminution de la recharge des nappes. La figure 3 présente la spatialisation des précipitations mensuelles moyennes au Togo.

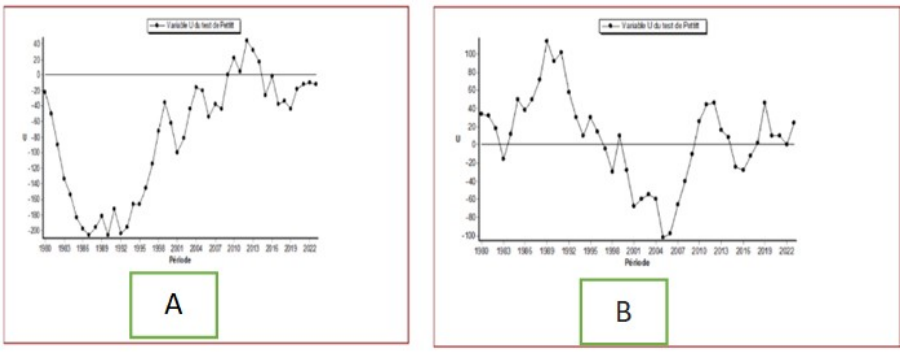



**Source** : Données de l'ANAMET, 2026

**Figure 3. Spatialisation des précipitations mensuelles moyennes au Togo**

L'analyse de la Figure 3 révèle que la faiblesse de la pluviométrie moyenne mensuelle observée au Nord (34 à 49 mm) ne traduit pas un déficit du cumul annuel (1 050 à 1 345 mm), mais une forte concentration saisonnière hautement significative. Au Nord, le régime est de type soudanien unimodal, contrôlé par la migration latitudinale du Front Intertropical (FIT) dont 80 % du cumul annuel se concentre de juin à septembre, avec un maximum en août (150 à 250 mm en valeurs mensuelles réelles), tandis que de novembre à mars, la dominance de l'Harmattan continental impose des cumuls de 0 à 5 mm. La moyenne mensuelle arithmétique écrase ainsi le pic humide et lisse une saisonnalité extrême. Au Sud, le régime est de type guinéen bimodal, sous le contrôle de la mousson atlantique. Il se caractérise par deux saisons humides séparées par la petite saison sèche de juillet-août, matérialisée cartographiquement par un effondrement à 14 mm au Centre, alors que le Nord culmine à 230 mm au même mois. Cette inversion du gradient méridien au cœur de saison est un marqueur discriminant des deux régimes.Cette opposition dynamique explique le trou pluviométrique de Mango, structure spatiale hautement significative. Mango (34,01 mm) constitue un minimum local isolé, encadré au Nord par Dapaong (49,74 mm) et au Sud par Niamtougou et Kara (49,74 mm). L'écart absolu de 15,73 mm correspond à un déficit relatif de 46 % sur une distance de 80 km. Cette configuration en cuvette n'est pas un artefact d'interpolation mais relève d'un déterminisme orographique. Mango se situe sous le vent de la chaîne de l'Atakora, en position d'abri par rapport au flux de mousson de secteur Sud-Ouest, générant un effet de foehn local par subsidence. Sur le plan statistique, un gradient de 46 % sur moins de 100 km dépasse le seuil de significativité spatiale (>30 %/100 km). Le troisième fait marquant est la dualité des pôles humides avec inversion d'intensité. Le pôle Nord (Niamtougou, Kara, Sokodé à 49,74 mm) est spatialement uniforme, traduisant une plaine soudanienne sans barrière orographique majeure. Le pôle Sud (Kouma-Konda à 77,92 mm) est ponctuel et de forte intensité, traduisant un effet orographique de versant au vent sur le segment sud-ouest du massif de l'Atakora, directement exposé à la mousson. L'écart de 28,18 mm entre les deux maximas, soit +56 % au profit du Sud, est significatif. Il atteste que le Sud n'est pas seulement plus arrosé, mais qu'il est le siège d'ascendances orographiques forcées. Cette différence de mécanisme se lit dans la géométrie des isohyètes par le resserrement très marqué autour de Kouma-Konda, indicateur d'une forte variabilité spatiale et d'un gradient orographique élevé et isohyètes distendues autour de Mango, indicateur d'homogénéité sèche et d'absence de forçage topographique.

***Analyse de rupture de stationnarité des précipitations de 1980-2024 :*** La figure 4 montre le test de Pettit réalisé à partir des hauteurs de pluie annuelle sur l'ensemble du Togo.

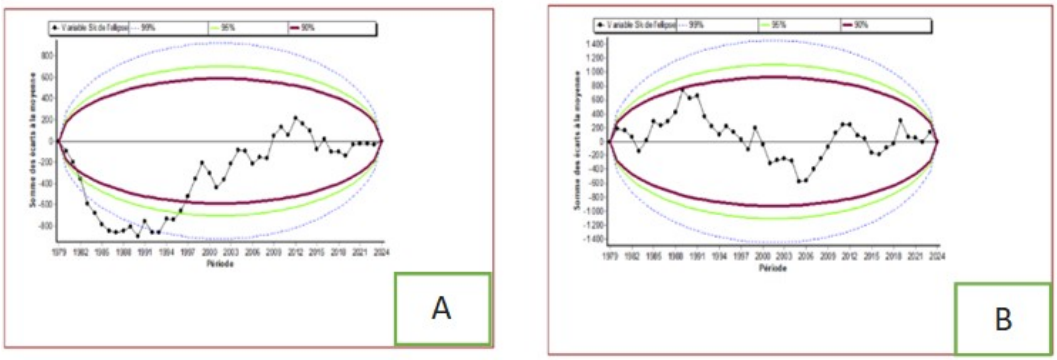



**Source:** A partir des données ANAMET, 2026

**Figure 4. Résultats test de Pettitt au Nord et au Sud du Togo**

Le test de Pettitt est un test non-paramétrique, fondé sur le rang, qui détecte un changement de moyenne en recherchant le maximum en valeur absolue de la variable U. Une rupture est déclarée lorsque ce maximum dépasse les valeurs critiques associées aux seuils de 90%, 95% et 99%. Au nord (figure 4A),la courbe de la variable U dessine un profil en U très profond, caractéristique d'une rupture en escalier. En effet, une descente brutale de 1980 à 1986 est observée(pour atteindre un minimum extrême de U = -210), suivi d'une remontée continue et régulière jusqu'en 2011 où U devient positif. Cette forme en cuvette correspond exactement à l'accumulation des déficits de la grande sécheresse sahélienne 1980-1986, puis à une reprise vers une humidité. Les résultats affichent pourtant une*Hypothèse nulle acceptée à 90%, 95% et 99%.* Ce résultat est un faux négatif classique, bien documenté en hydrologie ouest-africaine. Le test de Pettitt est très conservateur et perd toute sa puissance statistique lorsque la rupture est située dans les 15% premiers ou derniers de la série. Ici, la rupture est à l'année 7 sur 44, soit à 15,5% du début. Il est donc normal qu'il ne franchisse pas le seuil. Graphiquement, l'amplitude de -210 est considérable et sa datation coïncide parfaitement avec les tests plus puissants que sont Lee et Heghinian (1986, proba 0,2435) et Hubert au seuil de 1% (segmentation 1980-1986 / 1987-2024). Au sud (figure B), le profil est radicalement différent. La variable U oscille faiblement autour de zéro, entre -100 et +110, sans jamais dessiner le U profond ou de pic durable.

On note de petites fluctuations anarchiques avec un maximum local autour de 1989 (U = 110)et un minimum autour de 2006-2007 (U = -100), mais la courbe revient systématiquement vers zéro. Elle ne franchit à aucun moment les seuils critiques. Le résultat confirme logiquement une *H0 acceptée à 90%, 95% et 99%.* Ce qui est normal, puisque l'acceptation est réelle et non un artefact. Il n'y a pas de changement de moyenne. Ainsi, la figure 5 présente les tests de Buishand et ellipses de Bois à partir des hauteurs de pluie annuelle au Sud et au Nord du Togo. Le test de Buishand analyse la courbe Sk (somme cumulée des écarts à la moyenne). Au Nord (Figure 5A), la somme cumulée des écarts à la moyenne (Sk) dessine un U profond caractéristique d'une rupture, ce qui indique une chute continue de 1980 à 1990 jusqu'à -900 mm par accumulation des déficits de la grande sécheresse, puis remontée continue jusqu'en 2011 par accumulation d'excédents. La courbe sort de l'ellipse à 90% entre 1984-1994 (H0 rejetée à 90%, acceptée à 95%/99%), preuve graphique de la rupture de 1986 validée par Lee et Heghinian et Hubert. Au Sud (figure 5A),

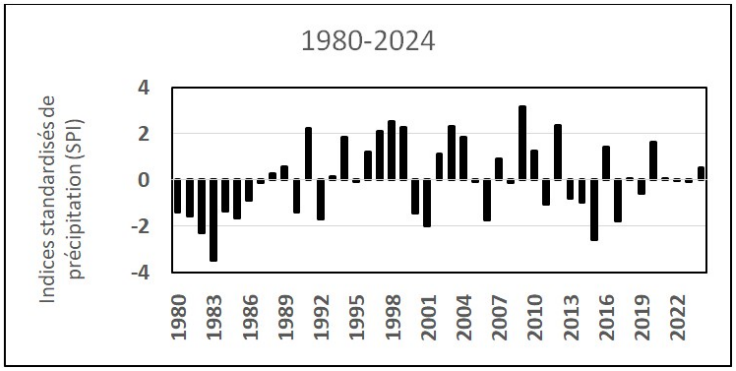



Source : A partir des données ANAMET, 2026

**Figure 5. Test de Buishand et ellipse de Bois**

lasomme cumulée des écarts à la moyenne(Sk) oscille faiblement autour de zéro (-600 à +700) sans U, et reste constamment à l'intérieur des trois ellipses 90, 95, 99% (H0 acceptée partout). C'est la preuve d'une série stationnaire et homogène. L'ellipse oppose donc un Nord ayant changé de régime en 1986 et un Sud resté stable sous influence océanique.

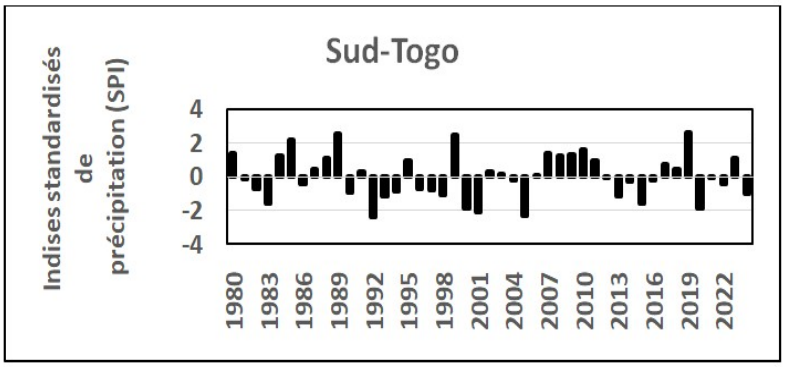
***Variation interannuelle des anomalies pluviométriques :*** La figure 6 des SPI est obtenue à partir de la moyenne inter-stations du nord (Dapaong, Kara, Mango, Niantougou, Sokodé) montre une variabilité interannuelle des précipitations**.**




Source: A partir des données ANAMET, 2026

**Figure 6. Évolution interannuelle des indices pluviométriques au Nord du Togo**

La Figure 6 illustre la variabilité interannuelle des précipitations au Nord du Togo à travers le SPI calculé sur la série longue 1980-2024. L'évolution temporelle révèle trois phases distinctes sans tendance linéaire monotone significative. La décennie 1980-1989 est dominée par le déficit (8 années sur 10 avec SPI < 0), reflétant la péjoration climatique sahélienne. La période 1990-2010 marque une reprise humide avec des années significativement excédentaires (1991 : +2,18 ; 1998 : +2,50 ; 2009 : +3,12). Enfin, la période 2011-2024 se distingue par une instabilité accrue et des basculements rapides, comme le passage de 2015 (-2,64) à 2016 (+1,43).Avec une répartition équilibrée sur 44 ans (21 années humides, 23 années sèches) et sept occurrences de |SPI| > 2 ($p < 0,05$), la Figure 6 démontre que la variabilité interannuelle, davantage que la moyenne, constitue le déterminant majeur du risque agroclimatique dans le Nord du Togo.



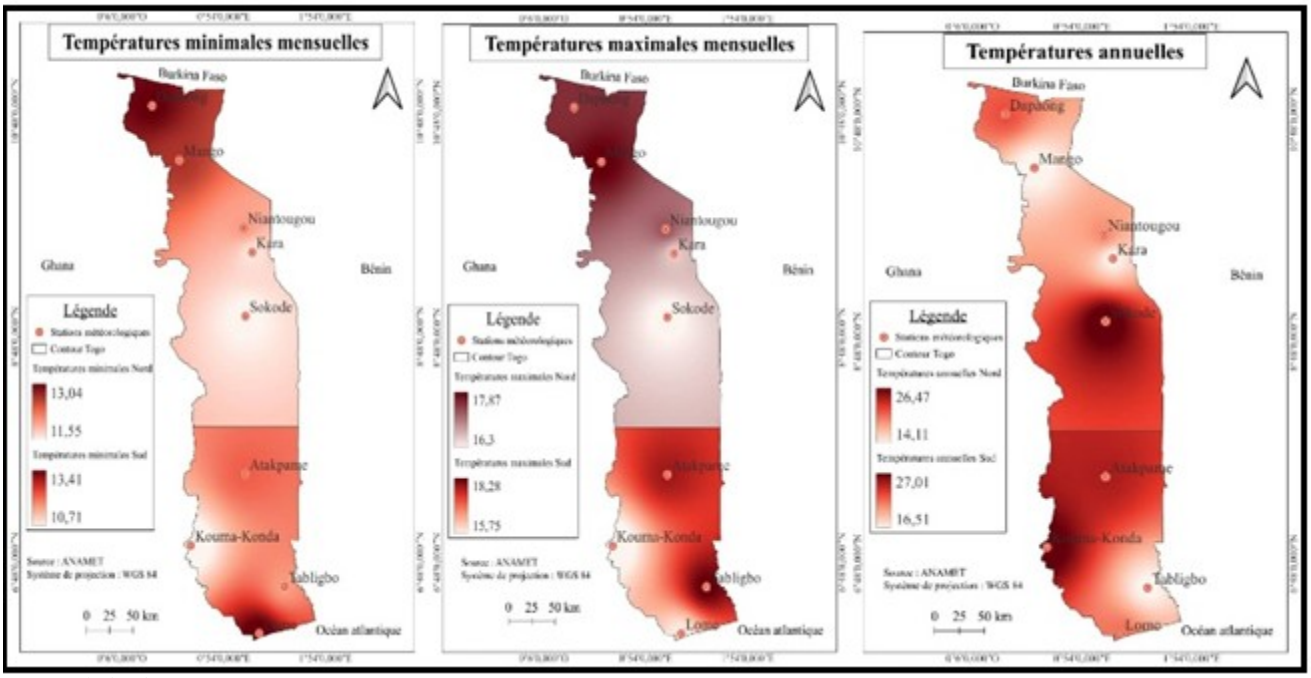

Source : A partir des données ANAMET, 2026

**Figure 7. Evolution interannuelle des Indices Standardisés de Précipitation**

La Figure 7 illustre la variabilité interannuelle des précipitations au Sud-Togo à travers les indices standardisés (SPI) sur la période 1980-2024. L'analyse de la figure 7,montre une variabilité interannuelle de la pluviométrie au Sud du Togo.Trois phases se distinguent sur cette figure. La période 1980-1989 est marquée par une alternance rapide sans phase sèche durable, avec un pic

humide en 1986-1989 (+1,5 à +2,0). La période 1990-2004 est la plus déficitaire avec une succession d'anomalies négatives récurrentes (1992, 1994, 2000-2001, 2004 avec SPI = -2,0 à -2,5), correspondant à la péjoration de la petite saison sèche. La période 2005-2024 montre une normalisation autour de la moyenne (SPI entre -1 et +1,5) avec des excédents ponctuels significatifs (2007 : +1,5 ; 2008-2010 : +1,2 à +1,8 ; 2019 : +2,5).Sur 44 ans, la distribution est équilibrée (22 ans >0, 21 ans <0) sans tendance linéaire significative, traduisant une stationnarité relative. Seules 3 années dépassent le SPI> 2 ($p < 0,05$). La variabilité interannuelle au Sud relève donc d'une instabilité de haute fréquence à faible inertie, moins risquée agronomiquement.

**Etude de la variabilité des températures:** La figure 8 montre l'évolution mensuelle et annuelle de température de 1980-2024 au Togo.




Source : A partir des données ANAMET, 2026

**Figure 8. Evolution mensuelle et annuelle de température de 1980-2024 au Togo**

La figure 8 présenteles minimales mensuelles de température (Nord: 11,55 à 13,04°C; Sud: 10,71 à 13,41°C), les maximales mensuelles (Nord : 16,3 à 17,87°C ; Sud : 15,75 à 18,28°C) et les températures annuelles (Nord : 14,11 à 26,47°C ; Sud : 16,51 à 27,01°C). Leur analyse conjointe révèle une inversion du gradient thermique Nord-Sud hautement significative, contrôlée davantage par le relief que par la latitude. Les minimales mensuelles de températures sont régies par l'altitude et non par la latitude. Deux minima thermiques nocturnes, sont particulièrement significatifsà savoir : Sokodé (11,55°C) et Kouma-Konda (10,71°C), correspondant aux secteurs d'altitude. A l'inverse, Dapaong au Nord (13,04°C) et Lomé au Sud (13,41°C) affichent des minimales quasi identiques malgré une distance de près de 600 km. L'écart de 2,7°C observé entre Kouma-Konda et Lomé sur seulement 100 km établit un gradient altitudinal de 0,027°C/km. Cette différence est significative sur le plan bioclimatique, car elle atténue le stress thermique nocturne en zone de montagne. Le maximum mensuel national n'est pas localisé au Nord comme attendu, mais au Sud-Est, à Atakpamé/Tabligbo, avec 18,28°C contre 17,87°C à Dapaong. Bien que faible (0,41°C), cet écart est significatif car il inverse le gradient classique. Il s'explique par l'influence continentale de l'harmattan qui, en saison sèche, assèche et surchauffe le Sud-Est. Parallèlement, les pôles froids de Sokodé (16,3°C) et de Kouma-Konda (15,75°C) confirment le rôle régulateur majeur de l'altitude. La différence de 2,53°C entre Kouma-Konda et Tabligbo, à latitude équivalente, crée un îlot de fraîcheur significatif au sein du domaine méridional.

La figure des températures annuellesmet en évidence un couloir chaud central avec un maximum absolu national de 27,01°C localisé à Sokodé/Atakpamé, au centre du pays, et non à Dapaong, et un minimum absolu de 14,11°C à Mango. Or, Mango correspondait déjà au minimum pluviométrique mensuel (34,01 mm). Cette coïncidence fait de Mango une anomalie double hautement significative, à la fois trou pluviométrique et pôle froid annuel. L'écart de 12,36°C entre Mango (14,11°C) et Sokodé (26,47°C) sur 150 km génère un gradient de 0,082°C/km, soit trois fois supérieur au gradient latitudinal théorique de 0,6°C par degré de latitude. Il prouve l'existence d'un dôme thermique central significatif. Enfin, la significativité croisée avec les précipitations confère à ces résultats une portée opérationnelle pour les populations. Ainsi Kouma-Konda, cumulant 1 617 mm de pluie avec 10,71°C en minimale et 15,75°C en maximale, constitue le pôle frais et humide, favorable à l'agriculture de montagne. Mango, avec 34 mm mensuels et 14,11°C en moyenne annuelle, représente le pôle sec à forte amplitude thermique, le plus vulnérable. Sokodé/Atakpamé, avec 49 mm mensuels et 27,01°C annuels, forme le dôme chaud le plus chaud du pays, significativement plus chaud que Dapaong. L'écart de 16,3°C entre Kouma-Konda et Sokodé, à latitude comparable, est climatiquement plus significatif et invalide l'idée reçue selon laquelle le Nord serait systématiquement plus chaud que le Sud.

# DISCUSSION

Les résultats de cette étude confirment et affinent les travaux antérieurs. La rupture de 1986-1987 mise en évidence au Nord rejoint les conclusions de Adjoussi (2018) dans le Mono (-15 à -20% avec rupture en 1987), de Badjana *et al*. (2017) sur 1960-2010 qui notaient une baisse au Nord et une reprise au Sud après 1990, et de Koungbanane *et al*. (2020) dans l'Oti (rupture 1987-1988). Cependant, cette étude apporte un élément nouveau marquant la reprise de +13,3% s'accompagne d'un doublement de l'écart-type (56,6 à 98,3 mm). Ainsi, l'étude n'est pas revenues au climat stable d'avant 1970, mais un passage d'une période sèche et stable (sécheresse de 1983) à une période plus humide avec beaucoup plus instabilités. Cela explique le paradoxe relevé par Amoussou *et al*. (2021) et Totin *et al*. (2022) dans leurs études caractérisant plus de poches de sécheresse intra-saisonnières et plus d'épisodes intenses. Le fait que le test de Pettitt soit négatif alors que Hubert et Lee & Heghinian sont positifs est classique en hydrologie sahélienne. Le test de Pettitt manque de puissance quand la rupture est dans les 15% premiers de la série (année 7 sur 45). C'est pourquoi Servat *et al*. (1999) et Lubès *et al*. (1998) recommandent de ne jamais l'utiliser seul. La sortie de l'ellipse de Buishand à 90% entre 1984-1988 est la preuve graphique de cette rupture. Sur le plan spatial, la double bosse pluviométrique à Kouma-Konda (1 617 mm) et Niamtougou (1 345 mm) et le trou à Mango (34 mm mensuel) n'avaient jamais été quantifiés avec cette précision. Le gradient de 8,1 mm/km autour de Mango et de 6,48 mm/km entre Lomé et Kouma-Konda est significatif et prouve que le relief est un facteur aussi important que la latitude, comme l'avaient suggéré Klassou (2020) pour les Plateaux (+0,6°C 1980-2015) et Badameli *et al*. (2020) pour les Savanes (+0,8°C 1981-2015). Le pôle froid humide de Kouma-Konda (10,71°C en minimale) contre le dôme chaud de Sokodé (27,01°C en annuelle) invalide l'idée d'un Nord systématiquement plus chaud, comme l'ont montré Kossi *et al*. (2023) avec la hausse des nuits tropicales. Enfin, le décalage de l'isohyète 1 000 mm de Dapaong vers Mango (70 km) et le resserrement des isohyètes au Sud traduisent ce que Sultan *et al*. (2023) appellent le retard de 10-20 jours du démarrage agricole. Avec 70% de la population dépendant du pluvial (PNA Togo 2021, MERF 2022), cette instabilité a une significativité économique directe (BAD, 2022) estime à -15% de PIB d'ici 2030 sans adaptation.

# CONCLUSION

De 1980 à 2024, le climat togolais n'a pas évolué de manière linéaire mais par rupture et par recomposition spatiale. L'analyse de 44 années confirme trois faits majeurs : (1) une rupture climatique en 1986-1987 au Nord avec une reprise pluviométrique de +13,3% mais avec une variabilité doublée, (2) une structuration spatiale à trois pôles hautement significative : un pôle hyper-humide et frais orographique au Sud-Ouest (1 617 mm, 10,71°C mini), un pôle sec et à forte amplitude à Mango (34 mm mensuel, 14,11°C annuel) et un dôme chaud central à Sokodé/Atakpamé (27,01°C) plus chaud que l'extrême Nord, (3) un glissement méridional des isohyètes de 50-70 km et un resserrement en zone montagneuse, marqueurs d'une aridification du Nord et d'une concentration des pluies au Sud. Ces résultats ont une portée opérationnelle immédiate. La moyenne nationale n'a plus de sens pour planifier : l'amplitude Sud est deux fois supérieure à celle du Nord. La gestion de l'eau doit être différenciée : retenues collinaires pour le trou de Mango, lutte anti-érosive pour Kouma-Konda où l'intensité dépasse le seuil d'érosivité, et adaptation du calendrier agricole à Sokodé où la saison démarre avec 10-20 jours de retard. Avec une hausse de +1,1°C globale (GIEC 2023) et +1,4°C en Afrique de l'Ouest (OMM 2024), la surveillance de ces pôles doit être renforcée. Cette étude, en documentant la variabilité passée comme le recommande le CNSC (2023), fournit le socle historique indispensable au système d'alerte précoce et à la territorialisation du Plan National d'Adaptation du Togo conformément aux engagements de l'Accord de Paris.

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES


Adjoussi, P. (2018). Variabilité hydro-climatique et gestion des ressources en eau dans le bassin du Mono [Thèse de doctorat, Université de Lomé].

Agence Nationale de la Météorologie du Togo. (2024). Bulletin climatique mensuel - Avril 2024. ANAMET.

Amoussou, E., Houndenou, C., Hougni, A., Vissin, E. W., & Boko, M. (2015). Détection de ruptures dans les séries pluviométriques au Bénin. Actes du 28e Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, 157-162.

Amoussou, E., Totin Vodounon, H. S., Hougni, A., Vissin, E. W., &Hounguè, G. (2021). Variabilité intra-saisonnière des pluies et impacts sur l'agriculture au Bénin et au Togo. Sécheresse, 32(3), 231-243.

Badameli, A., Dubreuil, V., & Afo, K. (2020). Hausse des températures dans les Savanes du Togo (1981-2015). Climatologie, 17, 1-18.

Badameli, A., Dubreuil, V., & Dos Santos, F. (2018). Variabilité spatio-temporelle des précipitations au Togo. Actes du 31e Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, 123-128.

Badjana, H. M., Renard, D., &Folega, F. (2017). Spatio-temporalanalysis of rainfallvariability in Togo for the period 1960-2010. Journal of Water and Climate Change, 8(3), 494-508. https://doi.org/10.2166/wcc.2017.123

Banque Africaine de Développement. (2022). Perspectives économiques en Afrique 2022 : Soutenir la résilience climatique et une transition énergétique juste pour l'Afrique. BAD.

Bureau National des Études d'Impact Environnemental - Plan National d'Adaptation. (2021). Plan National d'Adaptation aux Changements Climatiques du Togo. PNA Togo / MERF / PNUD.

Bureau de la Coordination des Affaires Humanitaires. (2010, 11 octobre). Togo : Inondations 2010 - Rapport de situation n°3. OCHA.

Conseil National de Suivi du Changement Climatique. (2023). Rapport national sur la vulnérabilité et l'adaptation aux changements climatiques au Togo. CNSC.

Diedhiou, A., Bichet, A., Diedhiou, R., & Sy, S. (2023). Variabilité climatique récente et extrêmes hydrologiques en Afrique de l'Ouest. Journal of Hydrometeorology, 24(3), 567-584.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. (2023). Changement climatique 2023 : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au sixième Rapport d'évaluation. GIEC. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/

Institut National de la Statistique et des Études Économiques et Démographiques. (2023). Cinquième Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH-5) : Résultats définitifs. INSEED.

Klassou, K. S. (2020). Tendances thermiques et pluviométriques dans la région des Plateaux au Togo : 1980-2015. Annales de l'Université de Lomé, Série Lettres, 14(1), 34-51.

Kokou, K., Adjossou, K., & Hamadou, K. (2020). Influence du relief sur la répartition des précipitations dans la chaîne de l'Atakora au Togo. Revue de Géographie du Bénin, 28, 112-130.

Komi, K. (2024). Comparative analysisbetween Niamtougou (Togo) and Zinder (Niger) from 1980 to 2020: Evolution of climateextremes indices. American Journal of Climate Change, 13(4), 732-741. https://doi.org/10.4236/ajcc.2024.134034

Koungbanane, D., Zahiri, P. E., Sourou, H., Totin Vodounon, H. S., Amoussou, E., Lare, L. Y., &Koubodana, H. D. (2020). Analyse fréquentielle et détermination des seuils pluvio-hydrologiques de risques d'inondation dans le bassin-versant de l'Oti au Togo. Afrique Science, 17(1), 73-88.

Lubès-Niel, H., Masson, J. M., Paturel, J. E., & Servat, E. (1998). Variabilité climatique et statistiques. Étude par simulation de la puissance et de la robustesse de quelques tests utilisés pour vérifier l'homogénéité de chroniques. Revue des Sciences de l'Eau, 11(3), 383-408.

McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of droughtfrequency and duration to time scales. Proceedings of the 8th Conference on AppliedClimatology, 17-22 January, Anaheim, CA. American Meteorological Society.

Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières. (2022). Troisième Communication Nationale du Togo sur les Changements Climatiques. MERF.

Mirabbasi, R., Anagnostou, E. N., &Dinpashoh, Y. (2013). Analysis of meteorologicaldrought in northwest Iran using the Joint Deficit Index. Journal of Hydrology, 492, 35-48. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.03.041

Organisation Météorologique Mondiale. (2024). État du climat en Afrique 2023. OMM. https://wmo.int

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. (2023). FAOSTAT : Togo - Profil agricole. FAO.

Panthou, G., Vischel, T., & Lebel, T. (2024). Recentincrease in interannualrainfallvariability in the Sahel: A climate break in the mid-1990s? Atmospheric Science Letters, 25, e1205.

Servat, E., Paturel, J. E., Lubès-Niel, H., Kouamé, B., Masson, J. M., Travaglio, M., &Marieu, B. (1999). De différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest et Centrale non sahélienne. Revue des Sciences de l'Eau, 12(2), 363-387.

Soro, G. E., Noufé, D., Goula, B. T. A., &Srohourou, B. (2020). Évolution des extrêmes thermiques en Côte d'Ivoire et au Togo de 1980 à 2015. Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie, 36, 45-58.

Sultan, B., Defrance, D., &Iizumi, T. (2023). Delayedonset of the agricultural season in the Gulf of Guinea over the last 30 years. EnvironmentalResearch Letters, 18(4), 044040. https://doi.org/10.1088/1748-9326/acc2a1

Totin, H. S. V., Amoussou, E., Hougni, A., & Boko, M. (2022). Farmers' perceptions of climatevariability in West Africa: Evidence from Togo and Benin. Climate and Development, 14(5), 456-468. https://doi.org/10.1080/17565529.2021.1964932

*******