

Analyse spatio-temporelle de la variabilité hydroclimatique dans le bassin arachidier (Sénégal)

[Spatio-temporal analysis of hydroclimatic variability in the peanut basin (Senegal)]

Birame Sene and Papa Babacar Diop Thioune

Equipe de recherche Biodiversité, Gestion des Ressources Naturelles et Changement Climatique (BIOGERENAT), Université Alioune Diop (UAD), Institut Supérieur de Formation Agricole et Rural (ISFAR), BP 54, Bambey, Senegal

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

ABSTRACT: Issues related to climate change are now at the heart of high-level scientific debates in the hope of identifying vulnerable areas. Among Senegal's agroecological zones is the peanut basin the main area for growing peanuts and dry cereals, which is exposed to climate variability. Understanding the spatial and temporal variability of temperatures and precipitations, as well as characterizing their trends, is crucial to grasping the significance of climate change and its impacts on agroecological areas. To understand the diachronic evolution of temperatures and precipitation in the Peanut Basin, the research methodology was structured around the standardized precipitation index, the spatialization of maximum temperatures, the identification of thermal anomalies by applying the Lamb index, the detection of trends using the Mann Kendall test and the Sen slope following an established time step from 1981 to 2024. This reveals that in the Peanut Basin, on an annual scale, the distribution of maximum temperatures fluctuates between 35°C and 45 °C. However, the variation in average maximum (Tmax) and minimum (Tmin) temperatures indicates a more significant increase in minimum temperatures associated with a positive Sen slope at the Fatick, Kaolack, and Kounghoul stations, confirming the hypothesis of the warming hypothesis in the central-south where the resumption of wet stages follows essentially dry occurrences with average annual rainfall oscillating between 509.62 mm (Thiès) and 715.27 mm (Kounghoul).

KEYWORDS: Variability, Temperatures, anomalies, Trend, Mann Kendall Test, Peanut Basin.

RESUME: Les questions inhérentes au changement climatique sont aujourd'hui placées au cœur des débats scientifiques de haute facture dans l'espoir de détecter les zones vulnérables. Parmi les zones agroécologiques du Sénégal figure le bassin arachidier principale zone de culture de l'arachide et des céréalières sèches exposée à la variabilité climatique. La compréhension de la variabilité spatio-temporelle des températures et précipitations au même titre que la caractérisation de leur tendance relève d'une approche déterminante dans l'optique de saisir l'importance du changement climatique et ses impacts au niveau des espaces agroécologiques. Pour saisir l'évolution diachronique des températures et des précipitations dans le Bassin Arachidier, la méthodologie de recherche s'est structurée autour de l'indice standardisé des précipitations, la spatialisation des températures maximales, l'identification des anomalies thermiques par l'application de l'indice de Lamb, la détection des tendances par le test de Mann Kendall et la pente de Sen suivant un pas de temps établi de 1981 à 2024. Il en ressort ainsi dans le Bassin Arachidier à l'échelle annuelle, une répartition des températures maximales oscillant entre 35 °C et 45 °C. La variation de la moyenne des températures maximales (Tmax) et minimales (Tmin) indique toutefois une augmentation plus significative des températures minimales associées à une pente de Sen positive au niveau des stations de Fatick, Kaolack, Kounghoul matérialisant l'hypothèse du réchauffement dans le centre-sud où la reprise des phases humides succède sensiblement aux occurrences sèches avec des précipitations moyennes annuelles oscillant entre 509,62 mm (Thiès) et 715,27 mm (Kounghoul).

MOTS-CLEFS: Variabilité, Températures, Anomalies, Tendance, Test de Mann Kendall, Bassin Arachidier.

1 INTRODUCTION

Le réchauffement du système climatique demeure sans équivoque au cours de ces dernières décennies durant lesquelles les chercheurs mentionnent des observations en lien avec une augmentation mondiale des températures moyennes de l'air et des océans, la fonte généralisée de la neige ainsi que l'élévation du niveau de la mer à l'échelle du globe [1]. Les prévisions du Groupement d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) en fonction des projections réalisées sur la base de scénarios d'émissions indiquent un réchauffement moyen à la surface du globe dont le prolongement jusqu'à la fin du XXI^e siècle comparé à la période 1986-2005 pourrait atteindre probablement entre 2,6°C et 4,8°C [2]. Le continent africain a été identifié comme l'un des plus vulnérables aux effets de la variabilité et du changement climatique [3].

Le Sénégal à l'instar des autres pays sahéliens est confronté aux effets du changement climatique dont les répercussions risquent d'entraver les efforts en matière de sécurité alimentaire, de croissance économique et de lutte contre la pauvreté [4]. En effet, le pays subit les incidents des variations importantes de certains paramètres climatiques tels que la température et la pluviométrie. La température qui est l'un des paramètres climatiques les plus importants peut avoir d'énormes conséquences relatives aux conditions socioéconomiques d'une région. Elle est intimement corrélée à l'agriculture, à la sécheresse, aux ressources hydriques, à la santé humaine et aux extrêmes de vagues de chaleur [5]. Le Sénégal renvoie à un pays vulnérable dont les paramètres climatiques connaissent une fluctuation entraînant une diminution des précipitations de 1951 à 2000 marquée par une reprise des pluies entre 2000 et 2010 avec une hausse progressive des températures notée au cours de cette période [6].

L'objectif principal de cette étude est de contribuer à une compréhension de la variabilité climatique en vue d'instaurer de meilleures stratégies d'adaptation. Sous ce rapport, il devient intéressant d'analyser l'existence d'un comportement tendanciel dans les séries chronologiques de températures et de précipitations pour les différentes stations d'intérêt du Bassin Arachidier dans l'optique d'évaluer l'ampleur des oscillations pluviothermiques et de caractériser les fluctuations spatio-temporelles des températures dans un contexte fortement marqué par le changement climatique.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Possédant une longue tradition de cultures vivrières pluie, la zone agroécologique du bassin arachidier s'étend sur une superficie de 46 367 km² couvrant ainsi le centre et l'ouest du Sénégal [7].

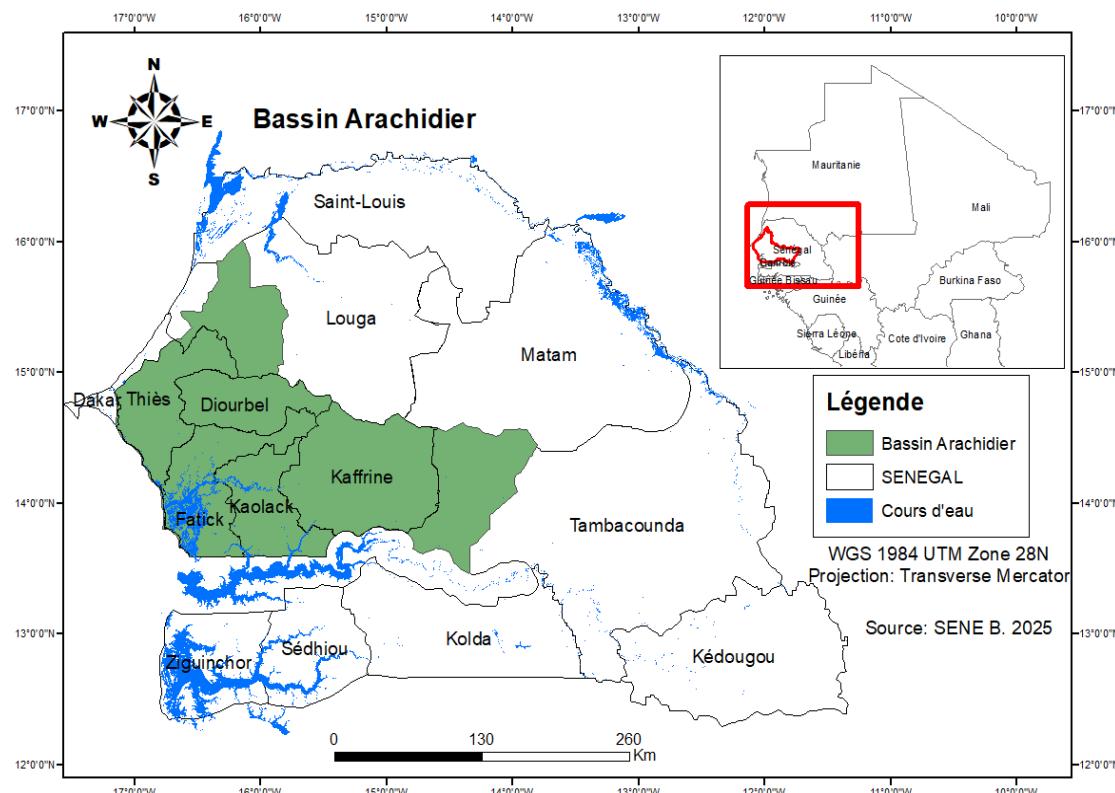


Fig. 1. Bassin Arachidier

Comme l'indique sa dénomination, ce cadre géographique correspond à la zone agropastorale où domine la culture arachidière. Limité entre les basses vallées des fleuves Gambie au sud et Sénégal au nord, le bassin arachidier avec ses parties septentrionale et méridionale est constitué d'une partie des régions de Louga et de Thiès, la totalité des régions de Diourbel, Fatick, Kaffrine et Kaolack et l'Ouest de la région de Tambacounda. Au cours des décennies précédentes, cette zone a été marquée par une sécheresse persistante et des conditions climatiques austères qui ont accéléré la dégradation des écosystèmes et réduit la fertilité des sols.

Tableau 1. Répartition des superficies du Bassin Arachidier par région et par département

Régions administratives	Départements	Superficie km ²	Bassin Arachidier	
			%	Km ²
Louga	Louga	5 646	42	2 371
	Kébémer	3 824	80	3 059
Thiès	Tivaouane	3 136	76	2 383
	Thiès	1 604	92	1 476
	Mbour	1 858	100	1 858
Diourbel	Bambey	1 339	100	1 339
	Diourbel	1 323	100	1 323
	Mbacké	1 698	100	1 698
Fatick	Fatick	2 623	100	2 623
	Foundiougne	3 079	100	3 079
	Gossas	2 973	100	2 973
Kaolack	Kaolack	1 889	100	1 889
	Guinguinéo	1 166	100	1 166
	Nioro	2 302	100	2 302
Kaffrine	Kaffrine	2 716	100	2 716
	Birkilane	1 122	100	1 122
	Koungheul	4 237	100	4 237
	Malem Hodar	3 106	100	3 106
Tambacounda	Koumpentoum	6 471	100	6 471

2.2 DONNÉES ET MÉTHODES

La présente étude est basée sur des données quantitatives (températures et précipitations) en vue d'analyser l'évolution des paramètres climatiques au sein du Bassin Arachidier. Elle a été opérationnalisée grâce à l'usage de logiciels comme Rstudio, ArcGIS et excel. Face aux difficultés de collecte et de réactualisation des données climatiques, notre approche s'est résolument tournée vers l'emploi des données du projet Power de Nasa Langley Research Center financé par le programme Nasa Earth Science (<https://power.larc.nasa.gov>). Aux points des stations météorologiques du Bassin Arachidier, les précipitations, les températures maximales, minimales mensuelles ont été extraites grâce à leurs coordonnées géographiques.

Tableau 2. Caractéristiques des stations retenues pour l'étude

Stations	Latitude	Longitude	Période	Nombres d'années
Thiès	14,8	-17	1981 – 2024	43
Diourbel	14,7	-16,2	1981 – 2024	43
Fatick	14,33	-16,4	1981 – 2024	43
Kaolack	14,13	-16,1	1981 – 2024	43
Koungheul	14	-14,8	1981 – 2024	43

La méthodologie adoptée dans le cadre de cette étude s'établit ainsi:

- Une caractérisation des températures maximales et minimales (mensuelles et annuelle)
- Une identification des anomalies de températures et des précipitations encore appelées indice de Lamb
- Une application du test de Mann Kendall.

2.2.1 ANALYSE SPATIO-TEMPORELLE DES TEMPÉRATURES

L'analyse spatio-temporelle repose sur une cartographie des températures ainsi qu'une spatialisation de leur variation à l'échelle mensuelle et annuelle. La technique d'interpolation de l'inverse des distances au carré (IDW en anglais) a été utilisé en raison de sa simplicité.

2.2.2 IDENTIFICATION DES ANOMALIES DE TEMPÉRATURES

L'étude des anomalies de températures s'est faite avec l'usage de l'indice de Lamb (1982) qui a permis d'analyser la dynamique de la spatialisation des températures minimales et maximales de 1981 à 2024. Supposons que si $T_m(u_i, t)$ est la température à la station u_i de la i ère année pour le temps t ,

$$t_m(t) = (t_{m(u_1,t)}, t_{m(u_2,t)}, t_{m(u_3,t)}, \dots, t_{m(u_K,t)}) \quad (\text{éq. 1})$$

Par conséquent, la moyenne spatiale, l'écart-type pour le temps t et l'anomalie des températures peuvent être représentés comme suit:

$$\bar{T}_m(t) = \frac{\sum_{i=1}^k T_m(u_i, t)}{k} \quad (\text{éq. 2})$$

$$\sigma(t) = \left[\frac{\sum_{i=1}^k [T_m(u_i, t) - \bar{T}_m(t)]^2}{k} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{éq. 3})$$

$$\text{Anomalie} = \frac{T_m(u_i, t) - \bar{T}_m(t)}{\sigma(t)} \quad (\text{éq. 4})$$

2.2.3 DÉTECTION DE TENDANCES DES TEMPÉRATURES

La méthode Mann-Kendall est une méthode statistique contribuant à valider ou invalider une tendance en fonction d'hypothèses de probabilité. Comme test non paramétrique, Mann-Kendall permet d'identifier l'existence ou pas d'une tendance linéaire dans une série chronologique avec un niveau de signification approprié [8]. Autrement dit, il sert à déceler de possibles changements graduels dans des séries de variables extrêmes [9]. La statistique S de Mann-Kendall s'obtient par l'équation suivante:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}[(x_i - x_j)] \quad (\text{éq. 5})$$

Où n est la longueur de la série, x_i et x_j deux valeurs génériques de données séquentielles et la fonction : $\text{sgn}(x_i - x_j)$

Il importe de préciser par ailleurs que la fonction sgn traduit le signe de la variable x qui se présente sous la forme de l'équation (6):

$$\text{sgn}(x_i - x_j) = \begin{cases} 1, & \text{si } (x_i - x_j) > 0 \\ 0, & \text{si } (x_i - x_j) = 0 \\ -1, & \text{si } (x_i - x_j) < 0 \end{cases} \quad (\text{éq. 6})$$

La statistique S matérialise ainsi le nombre de différences positives auquel on soustrait le nombre de différences négatives répertoriées dans les séries chronologiques étudiées. Sa variance $\text{Var}(S)$ est définie par l'équation:

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} [n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5)] \quad (\text{éq. 7})$$

où n est le nombre de données de la série, q le nombre de groupes liés et t_p est le nombre de données dans le groupe d'ordre p .

Si l'échantillon détient dix données ou plus ($n > 10$) la loi de la statistique de test Z sera approchée par une gaussienne centrée réduite [10].

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{Si } S > 0 \\ 0 & \text{Si } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{Si } S < 0 \end{cases} \quad (\text{éq. 8})$$

Statistiquement, la présence d'une tendance significative est évaluée en étudiant la valeur de Z. L'hypothèse nulle H0 témoigne d'une absence de tendance tandis que l'hypothèse alternative H1 évoque la présence d'une tendance dans la série. Une valeur de Z positive indique une tendance à la hausse dans le temps alors qu'une valeur de Z négative fait état d'une tendance à la baisse. En cas de hausse ou de baisse de la tendance monotone vis-à-vis d'un seuil de signification p, l'hypothèse nulle H0 est rejetée. Dans ce travail les seuils de significations retenus sont: 0,05 et 0,01. Par exemple, un niveau de signification du test de 0,01 démontre qu'il existe une probabilité de 1% d'erreur de rejeter l'hypothèse nulle (H0) alors qu'elle est vraie. De surcroit, il est possible d'employer l'estimateur non paramétrique de la pente de Sen basé sur l'identification de la médiane des pentes de la série chronologique ainsi que l'intervalle de confiance de cette médiane pour un niveau de signification indiqué [11]. Dès lors, la méthode de la pente de Sen (Sen, 1968) qui a été employé en guise d'ajustement de l'ampleur du changement par unité de temps considérée ($^{\circ}\text{C}/\text{an}$ pour cette étude) est obtenue par la formule suivante:

$$\beta = \text{Median} \left[\frac{(x_j - x_i)}{(j - i)} \right], \text{pour } i < j \quad (\text{éq.9})$$

où β est la pente entre les points de données x_j et x_i mesuré au temps j et i respectivement. Une valeur de β positive indique une tendance à la hausse et une valeur négative mentionne une tendance à la baisse.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 INDICES STANDARDISÉS DES PRÉCIPITATIONS

Les stations du Bassin Arachidier fournissent des données pluviométriques essentielles pour l'étude de la variabilité climatique et ses impacts dans divers domaines comme l'agriculture ou la dégradation des paysages agraires avec l'augmentation de l'intensité des phénomènes pluviométriques extrêmes pouvant aboutir à une accélération de l'érosion hydrique.

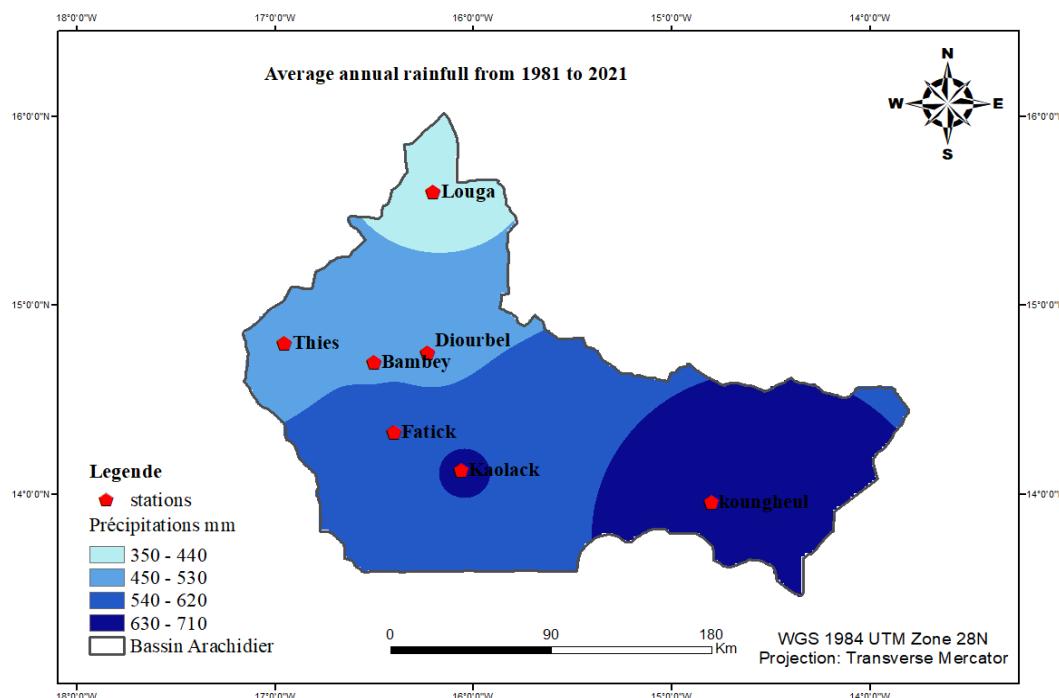


Fig. 2. Moyennes des précipitations annuelles du Bassin Arachidier (1981-2021)

Le bassin arachidier est tout naturellement exposé à une évolution de son gradient pluviométrique du Nord vers le Sud. Les précipitations dans la zone du bassin arachidier sont variables et restent très irrégulières dans un cadre spatio-temporel.

L'indice standardisé des précipitations a servi à analyser la variabilité interannuelle de la pluviométrie dans le bassin arachidier de 1981 à 2024. Les mesures portant sur six stations (Bambe, Kaolack, Louga, Thiès, Fatick, Koungheul) permettent de distinguer les années déficitaires des années humides (Fig.3).

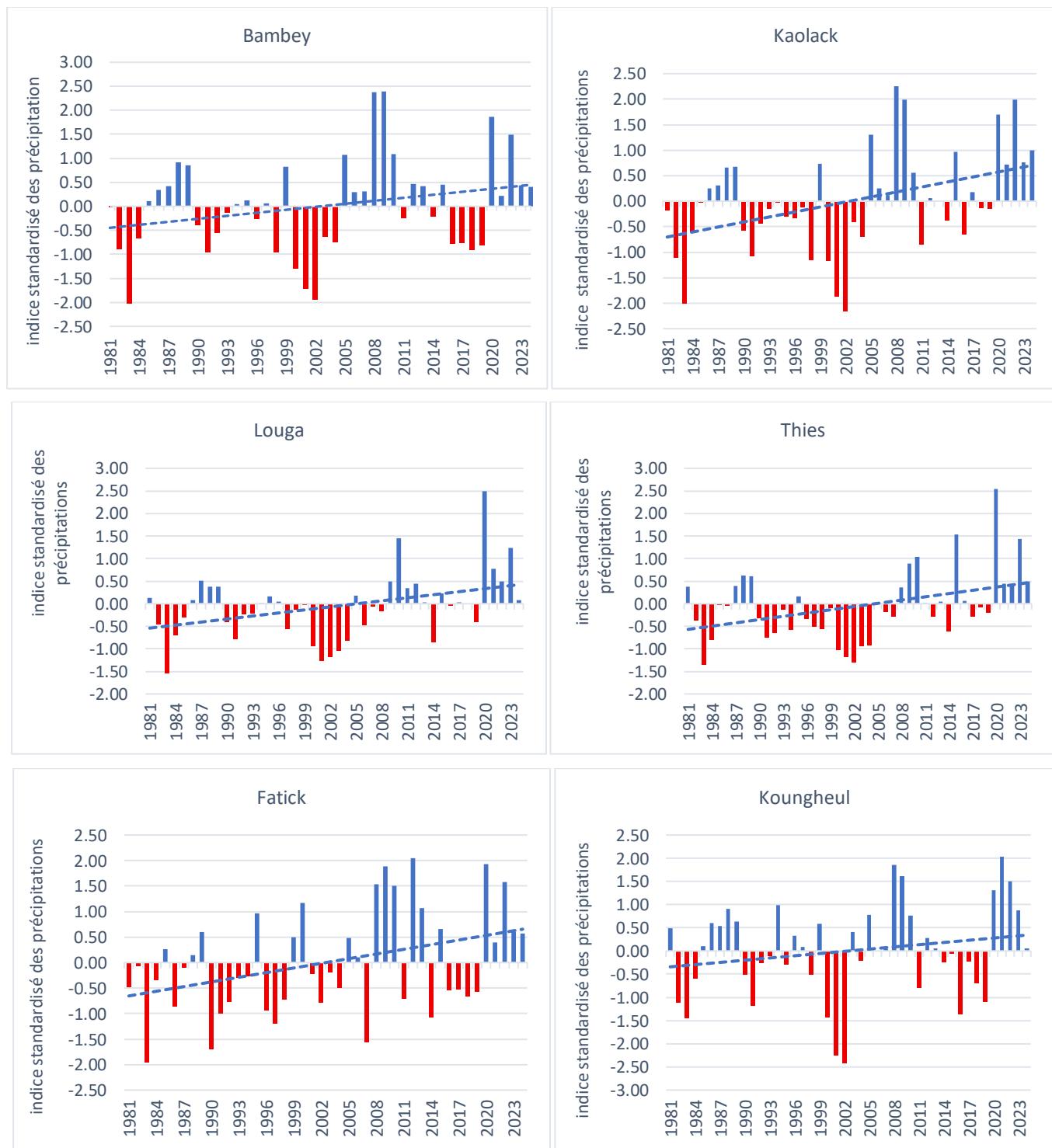


Fig. 3. Indice de l'anomalie des précipitations interannuelles des stations du bassin arachidier de 1981 à 2024

En dépit de la différence des volumes pluviométriques les stations mettent en relief pratiquement les mêmes caractéristiques en alternant des séquences sèches et des épisodes humides. La figure 3 indique trois périodes dans la série des indices pluviométriques dans les stations: 1981 - 1999; 2000 - 2004 et 2005 à 2024.

Les stations de Bambey et de Koungheul avec une moyenne annuelle de 622 et 715,27 mm respectivement, ont enregistré chacune 20 années déficitaires et 23 années humides dans la série chronologique s'étalant de 1981 à 2024. Quant à la station de Kaolack, elle s'identifie avec une moyenne annuelle de précipitation de 708 mm s'articulant autour de 24 années déficitaires et 19 années humides tandis que la station de Louga s'illustre avec 22 années d'occurrence sèche et 21 années humides.

Tableau 3. Recensement des années déficitaires et humides

Stations	Période	Moyenne annuelle (mm)	Nombre années déficitaires	Nombre années humides
Bambey	1981 – 2024	622	20	23
Koungheul	1981 – 2024	715,27	20	23
Kaolack	1981 – 2024	708	24	19
Thiès	1981 – 2024	509,62	25	18

Concernant la station de Thiès, sa moyenne annuelle tournant autour de 509,62 mm laisse apparaître 25 années sèches et 18 années humides. La période 1981 – 1999 apparaît comme étant sèche dans l'ensemble néanmoins nous remarquerons certaines années excédentaires comme l'année 1988 et 1989 au niveau de la station de Bambey. Il en est ainsi également pour la station de Fatick où l'on note un excédent pluviométrique en 1994 et 1999. La période 2000 – 2004 constitue un enchaînement de la séquence sèche matérialisée par une accentuation des valeurs déficitaires très prononcée à Kaolack et à Koungheul où l'indice dépasse la valeur -2 en 2001 et en 2002. Enfin la chronique 2005 à 2024 s'illustre comme étant globalement humide avec des pics magnifiant les excédents pluviométriques répertoriés à Louga et à Thiès en 2020 de même qu'à Koungheul en 2021.

3.2 VARIATION SPATIOTEMPORAELLE DES TEMPÉRATURES MAXIMALES MENSUELLES ET ANNUELLES DANS LE BASSIN ARACHIDIÉ

Les valeurs mensuelles et annuelles des stations sont utilisées pour spatialiser une variation des températures maximales dans le bassin arachidier. A l'échelle mensuelle les températures maximales varient de 29 °C à plus de 40 °C.

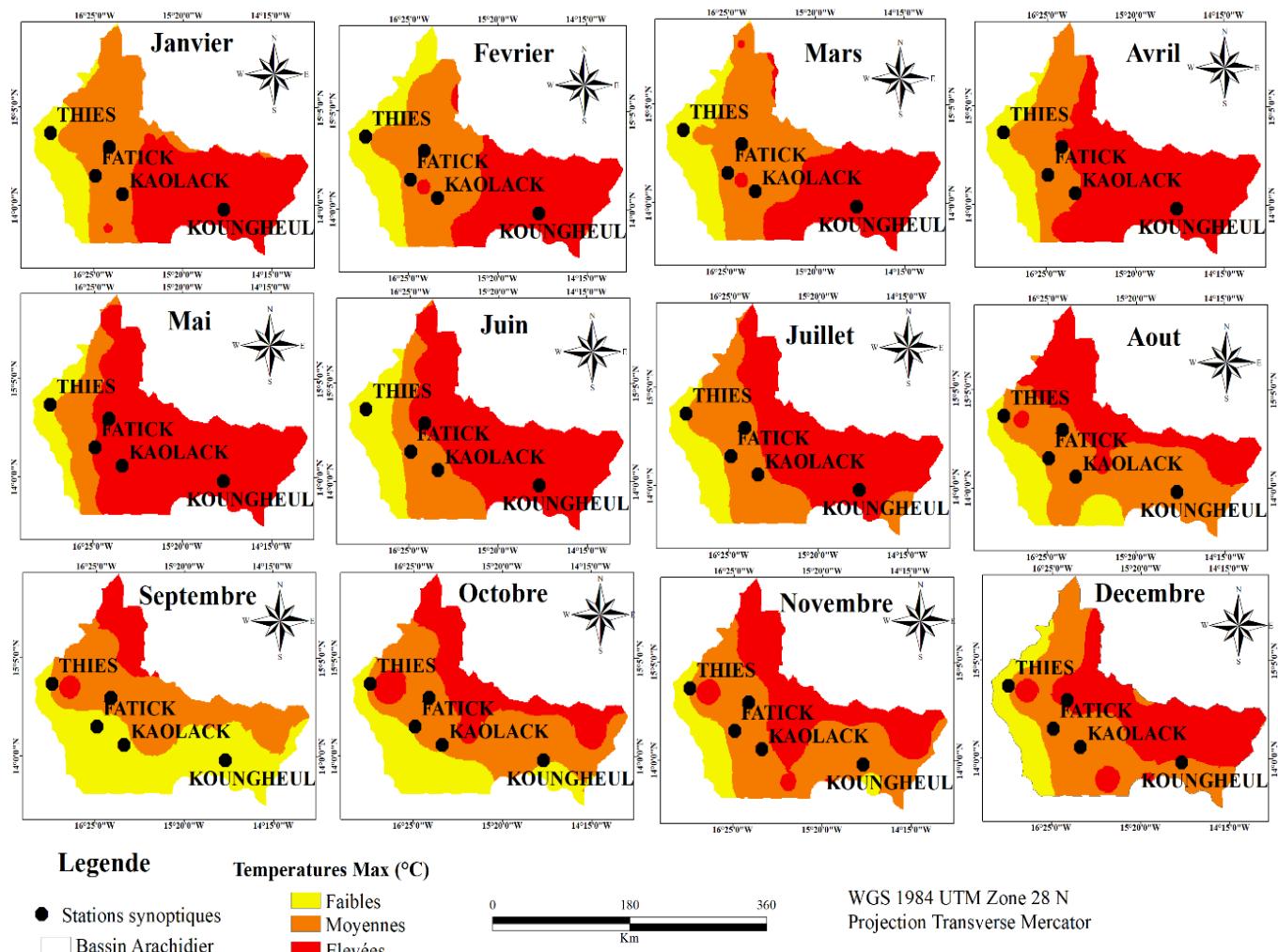


Fig. 4. Répartition spatiale des températures maximales dans le Bassin Arachidier à l'échelle mensuelle sur la période 1981-2024

Les valeurs mensuelles établissent une répartition des valeurs attestant que les mois de mars (43 °C), avril (45 °C) et mai correspondent à d'importantes périodes caniculaires même si l'on peut noter également une exacerbation des températures au cours des mois de juin et juillet. Les mois de novembre (31 °C - 39 °C), décembre (29 °C - 38 °C) et janvier détiennent des valeurs plus souples démontrant ainsi qu'il s'agit des mois les plus froids au cours de l'année.

La répartition des températures maximales au niveau du bassin arachidier laisse entrevoir l'existence de conditions climatiques plus propices à l'ouest où les températures sont moins importantes. Cette baisse des températures est dû à l'influence des flux d'alizé maritimes provenant de l'anticyclone des Açores qui provoque un adoucissement des températures en fonction de l'importance de l'humidité atmosphérique. Quant aux températures les plus extrêmes, elles sont répertoriées au centre (Diourbel, Kaolack) et plus à l'est jusqu'aux alentours de Kaffrine (Koungheul) où l'on rencontre souvent les épisodes caniculaires les plus significatifs. À l'échelle annuelle, les températures maximales du bassin arachidier valsent entre 35 °C et 45 °C.

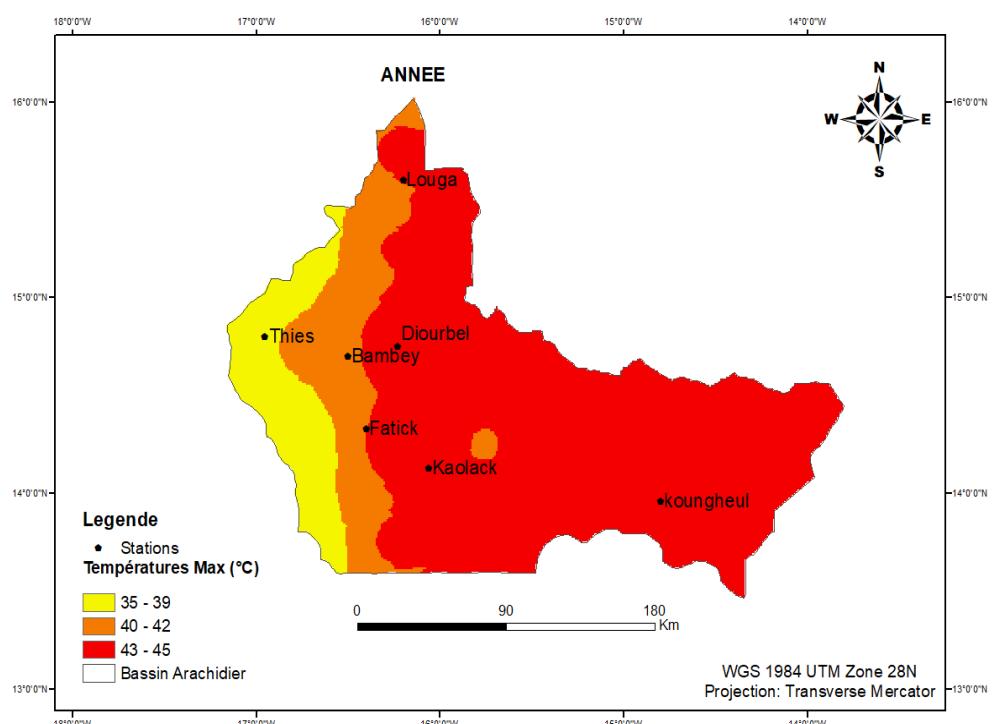


Fig. 5. Répartition spatiale des températures maximales dans le Bassin Arachidier à l'échelle annuelle sur la période 1981-2024

Une spatialisation annuelle des températures maximales rappelle une distribution graduelle des valeurs thermiques très prononcées au niveau des stations du centre et celles de l'est qui maintiennent des valeurs records en raison de leur position géographique car ne bénéficiant d'aucun apport maritime et sous l'emprise d'une continentalité participant à l'augmentation des paramètres thermiques. A toutes les échelles temporelles (mois, saison, année), nous constatons que les régions à l'est et au centre du bassin arachidier présentent des valeurs thermiques élevées quel qu'en soit le niveau d'extrapolation associée.

3.3 ANOMALIES DES TEMPÉRATURES MAXIMALES ET MINIMALES

L'évolution diachronique des températures maximales et minimales étudiée au moyen de l'indice d'anomalie s'étale de 1981 à 2024. Il en ressort deux périodes caractérisant aussi bien l'estimation des Tmin et Tmax. La première période va de 1981 à 2000 tandis que la seconde couvre l'année 2001 jusqu'en 2024.

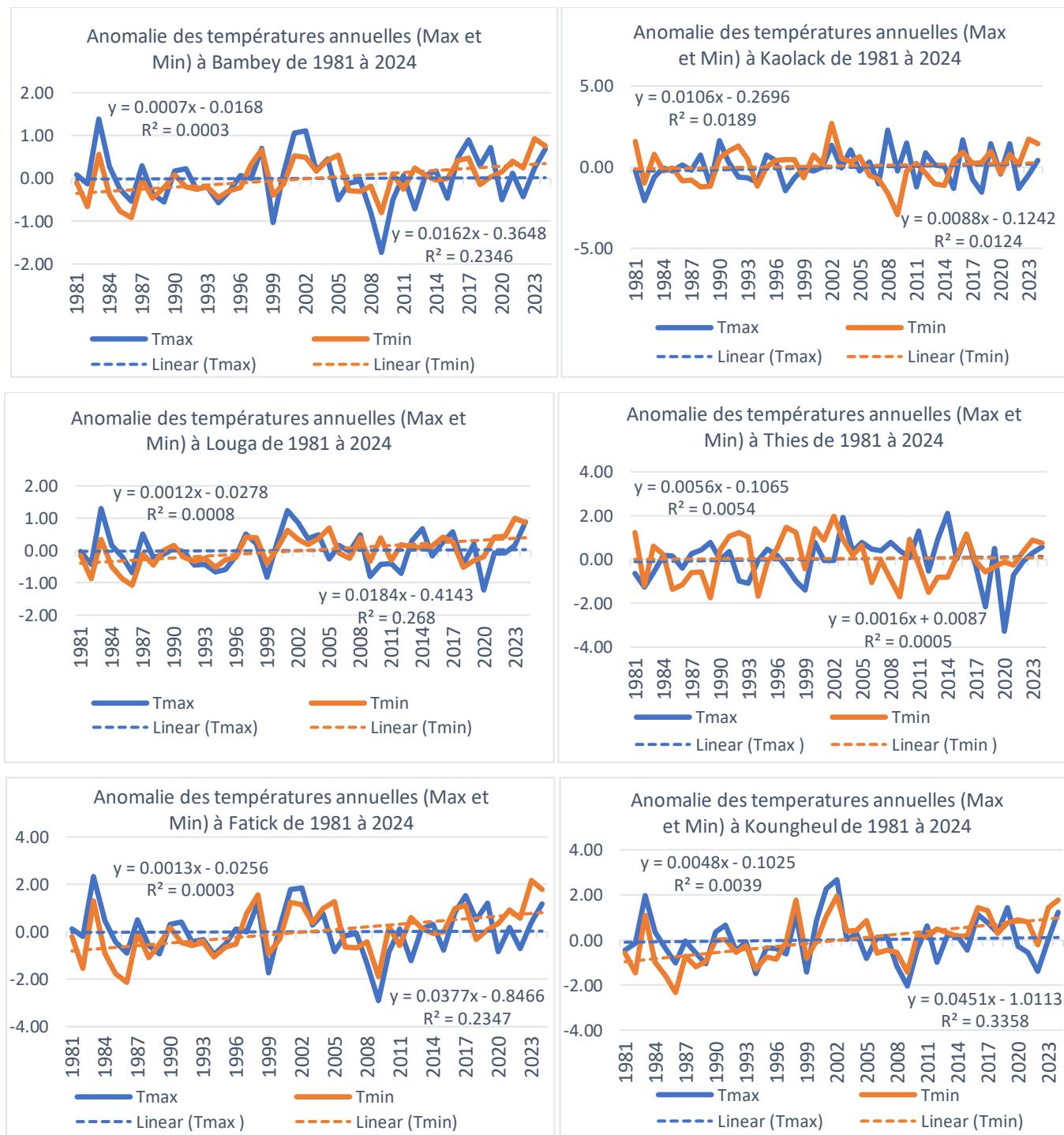


Fig. 6. Évolution des anomalies des températures maximales et minimales de quelques stations du bassin arachidier (1981-2024)

Les situations réelles des températures minimales et maximales moyennes annuelles concernant le bassin arachidier sont indiquées au niveau de la figure 6.

La température minimale (Tmin) est en moyenne de 18,5 °C à Bambe, 21,4 °C à Kaolack, 21,2 °C à Fatick. A la station de Koungheul, la température minimale varie de 21,6 °C à 22,1 °C pour un écart type de 0,44.

La première période est majoritairement singularisée par une tendance baissière des températures maximales et minimales qui détiennent des valeurs moyennes de 36,5 et 20,1 °C. Cette séquence indique une période froide comparée à la chronique 2001-2024 marquée par une irrégularité interannuelle plus prononcée indiquant la persistance d'épisodes caniculaires plus saisissants avec des valeurs moyennes évaluées à 36,6°C pour les Tmax et 20,4°C pour les Tmin. La variation de la moyenne des Tmax et Tmin durant cette deuxième période évoque ainsi une hausse respective de 0,11 et 0,37 °C par rapport à la période précédente. Toutefois, la deuxième période se caractérise aussi par une alternance de baisse et de hausse des températures.

Ces résultats démontrent à priori que les températures minimales augmentent plus rapidement que celles maximales. La figure 6 justifie une telle hypothèse en indiquant des coefficients de détermination très faible pour les Tmax de l'ordre de $R^2 = 0,0003$ ou $R^2 = 0,0008$ au niveau des stations de Bambey et Louga par exemple au moment où le coefficient mentionne 0,23 et 0,33 consécutif aux Tmin des stations de Fatick et Kounghoul. Globalement, il est constaté une tendance à la hausse des extrêmes chauds dans le bassin arachidier avec un rythme plus significatif des températures minimales par rapport aux températures maximales.

3.4 TENDANCE DES MOYENNES ANNUELLES DES TEMPÉRATURES MAXIMALES ET MINIMALES

La spatialisation de la tendance des températures maximales et minimales est mise en relief par la figure 7. La tendance est élaborée par l'entremise des valeurs de Z du test de Mann-Kendall qui indiquent une baisse lorsque la valeur est négative et une hausse de la variabilité climatique avec un certain niveau de significativité (0,01 ou 0,05) quand la valeur est positive.

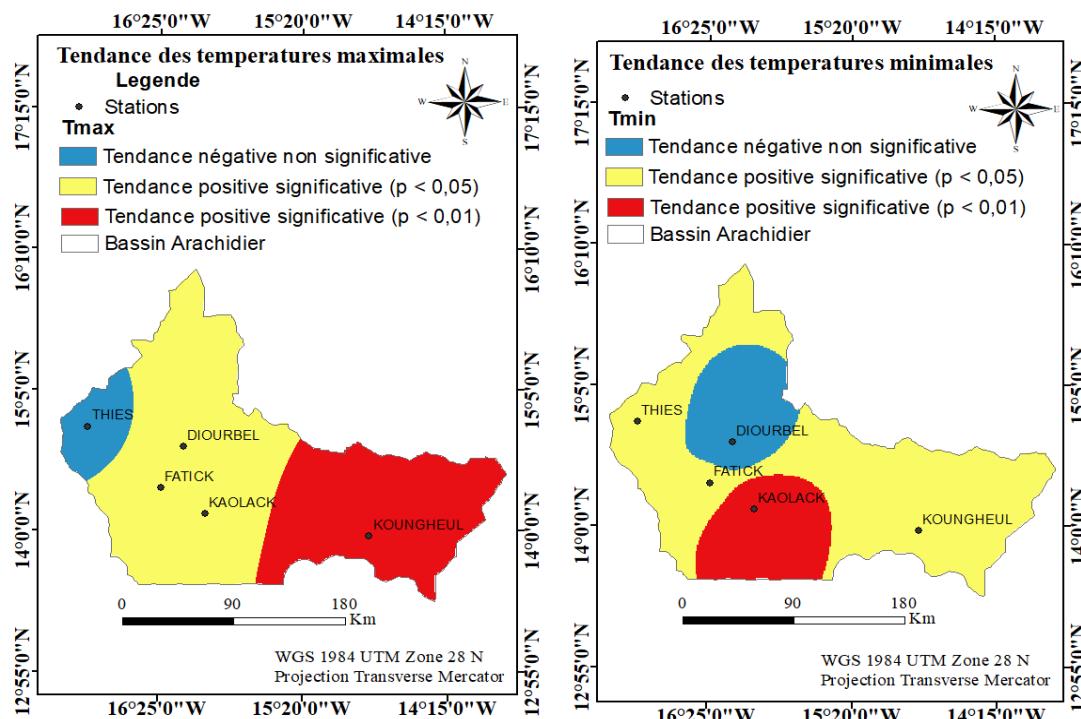


Fig. 7. Tendance des températures maximales et minimales dans le bassin arachidier 1981-2024

Une tendance globale au réchauffement est perçue à travers les stations du bassin arachidier aussi bien pour les températures maximales que pour les températures minimales à l'exception de quelques stations. Concernant les Tmax, une tendance à la baisse est répertoriée à l'ouest dans la station de Thiès d'où provient une allure négative non significative. En revanche, il est noté une augmentation des extrêmes de Tmax positives significatives $p < 0,05$ avec un $z > 1,96$ entre Diourbel, Fatick, Kaolack et $p < 0,01$ avec un $z > 2,58$ dans la zone de Kounghoul. La tendance au réchauffement s'avère ainsi significative dans le centre-nord et le centre-sud du bassin arachidier. Relativement à la fluctuation des températures minimales on constate une augmentation à divers degrés de significativité. Si la station de Diourbel est émaillée par une tendance non significative, Thiès, Kounghoul, Fatick drainent une augmentation laissant planer un niveau de significativité $p < 0,05$ tandis que la station de Kaolack élabore une hausse significative $p < 0,01$. L'augmentation des Tmin polarisent ainsi la quasi-totalité de l'espace du bassin arachidier.

La cartographie de la pente de sen basée sur les valeurs relatives aux températures maximales et minimales a permis de faire ressortir l'ampleur de la tendance décelée par le test non paramétrique de Mann-Kendall.

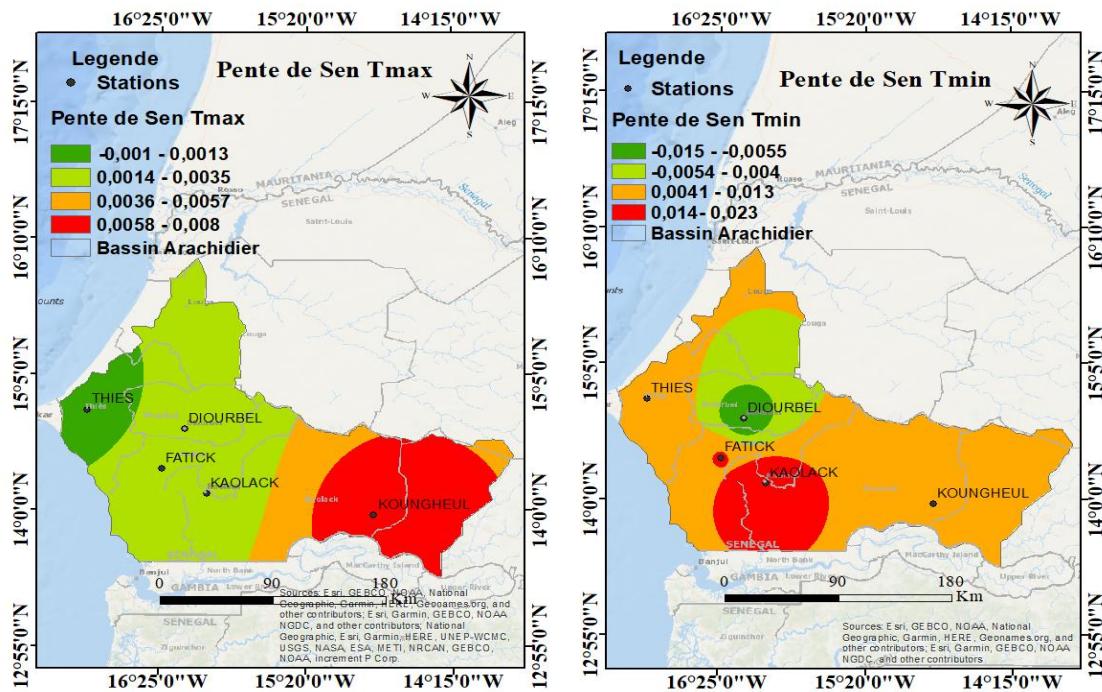


Fig. 8. Spatialisation de la pente de Sen des Tmax et Tmin dans le bassin arachidier de 1981 à 2024

Les valeurs de pente positive certifient l'augmentation des Tmax et Tmin à l'échelle annuelle. Les stations de Thiès (pour Tmax) et Diourbel (pour Tmin) montrent des valeurs négatives de la pente justifiant ainsi la tendance à la baisse matérialisée par l'allure négative non significative. Les autres stations (Fatick, Kaolack, Kounghoul) sont marquées par une pente de sen positive très importante dans le centre-sud renforçant ainsi l'hypothèse d'un réchauffement suivant un gradient bien spécifique tenant compte des prédispositions spatiales relatives à la littoralisation pouvant rabaisser les températures ou à la continentalité facteur d'augmentation des paramètres thermiques selon la prédominance de certaines conditions physiques inhérentes au milieu. Dans le bassin arachidier, une tendance positive plus régulière de la pente de Sen est répertoriée au niveau des Tmin attestant un réchauffement qui implique plus les températures minimales que celles maximales.

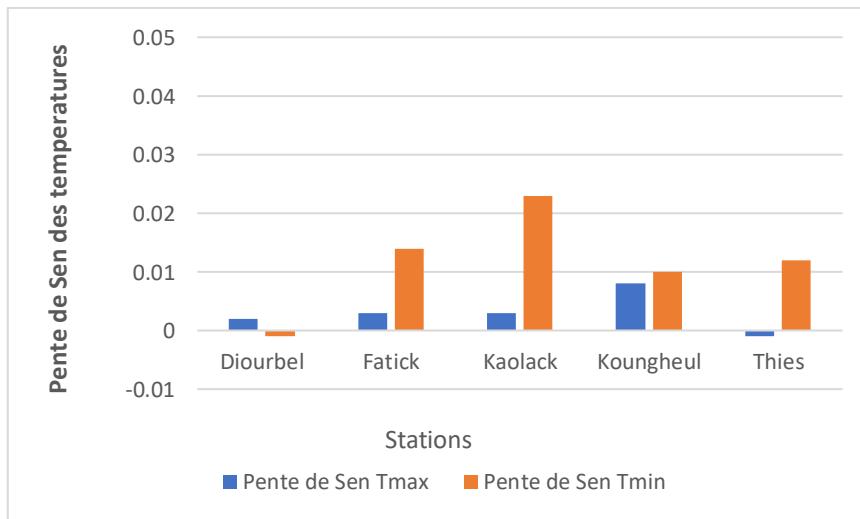


Fig. 9. Pente de Sen des Tmax et Tmin dans le bassin arachidier de 1981 à 2024

La figure 9 illustre la supériorité des valeurs de pente de Sen des Tmin en termes d'incidence par rapport à celles des Tmax confirmant dès lors que l'augmentation des températures minimales est plus déterminante dans l'effet de réchauffement que l'accroissement des températures maximales.

3.5 DISCUSSION

Dans le Bassin Arachidier, les résultats mentionnent une tendance globale significative des températures perceptibles durant la chronique 2001-2024 mettant en exergue des épisodes caniculaires dont la valeur moyenne des températures maximales peut grimper jusqu'à 36,6°C. L'analyse des anomalies estime une évolution de la moyenne des températures maximales de l'ordre de 0,11 °C tandis que la variation de la moyenne des températures minimales s'élève à 0,37 °C. Sous ce rapport, on constate une augmentation plus conséquente des températures minimales comparées aux températures maximales. Une telle tendance est également validée par le test de Mann Kendall ou encore la pente de Sen qui permet d'ajuster l'ampleur du changement.

Ces résultats sont corroborés par d'autres recherches antérieures sur la problématique de la variabilité climatique au Sénégal comme celles de Ndiaye et al. (2020) ou encore celles de Sow et al. (2024) dont les travaux mettent en exergue une tendance au réchauffement réconfortant les prévisions du Groupement d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC). Ce dernier de par l'établissement de scénarios pessimistes (SSP3-7.0 et SSP5-8.5) maintient une évolution des températures traduisant une hausse de 3,6°C et 4,4°C d'ici 2100 [12].

Toutes ces recherches demeurent unanimes sur le fait que les températures minimale et maximale sont en augmentation depuis quelques années au Sénégal en raison du changement climatique qui se manifeste aujourd'hui comme l'une des menaces les plus inquiétantes d'autant plus qu'on assiste à une agression exponentielle des ressources de la terre compromettant la durabilité de l'environnement et la survie de l'humanité [13]. De ce fait une stratégie d'adaptation nationale ne saurait être généralisée. En effet, il faudra tenir compte des spécificités de chaque zone.

Dans le bassin arachidier, la pluviométrie est caractérisée par son irrégularité qui se manifeste par d'importantes fluctuations interannuelles. L'évaluation du déficit pluviométrique de 1981 à 2024 grâce à l'indice standardisé des précipitations (ISP) établit une alternance des périodes sèches et humides avec une tendance à la sécheresse progressant de 1981 à 2004 suivie d'une séquence relative à l'humidité qui s'étale de 2005 à 2024. Le changement climatique se traduit par une variabilité non uniforme des précipitations. Même si le climat de l'Afrique de l'Ouest a connu un niveau de réchauffement plus importants que la moyenne mondiale, ses pluies extrêmes ont augmenté traduisant une fréquence des orages convectifs renforçant les débits des bassins versants conduisant aux inondations [14].

4 CONCLUSION

Cette contribution établie sur la base d'une caractérisation spatio-temporelle et de l'analyse de la tendance des données pluviothermiques dans le Bassin Arachidier s'est structurée autour d'une dynamique s'étalant de 1981 à 2024. Pour ce faire, différentes approches ont été employées dont l'évaluation des indices standardisés des précipitations, des anomalies de températures à l'aide de l'indice de Lamb, l'application du test de Mann Kendall et la spatialisation de la pente de Sen pour jauger l'augmentation ou la régression des températures maximales (Tmax) et minimales (Tmin) à l'échelle annuelle. L'usage d'une telle approche demeure primordial compte tenu du fait que les études sur le changement climatique s'illustrent à travers une détection de la variabilité dans les séries chronologiques avec l'historique des stations concernées.

A l'exception des stations comme Diourbel ou Thiès dont la littoralisation contribue à la baisse des températures matérialisée par les valeurs négatives de la pente de Sen, nous constatons que Fatick, Kaolack et Koungheul exposés à la continentalité font état d'une augmentation des paramètres climatiques très perceptibles dans l'étalement de périodes caniculaires dans le centre-sud du Bassin Arachidier.

Par ailleurs, la variabilité climatique se manifeste à travers des phénomènes climatiques perceptibles au niveau des retards pluviométriques ou encore les inondations, les sécheresses et les canicules [15]. La hausse des températures affecte les systèmes physiques et socioéconomiques [16]. Elle s'avère préoccupante en raison de ses implications dans le processus d'accroissement des valeurs associées à l'évapotranspiration pouvant affecter les rendements des cultures. En effet, toute péjoration d'ordre climatique dispose d'incidence pouvant affecter la production agricole susceptible de fragiliser toute initiative relative à la sécurité alimentaire et à la résilience économique.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier sincèrement le programme Nasa Earth Science et le Centre de Suivi Ecologique (CSE) pour toutes les informations fournies concernant la zone étudiée.

REFERENCES

- [1] B. C. BATES, Z. W. KUNDZEWICZ, S. WU et J. P. PALUTIKOF, Le changement climatique et l'eau, document technique, Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat, Secrétariat du GIEC, Genève, 236 p., 2008.
- [2] GIEC, Rapport de synthèse, Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), Genève, Suisse, 161 p., 2014.
- [3] OCDE/CSAO, Climat, changements climatiques et pratiques agro-pastorales en zone Sahélienne. Synthèse régionale, CILSS FAO, 8p., 2008.
- [4] DEEC, Rapport sur la deuxième communication nationale à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), Ministère de l'Environnement et de la protection de la nature, République du Sénégal, 177p., 2010.
- [5] C. FAYE, D. D. BA et S. C. DIEDHIOU, «L'anomalie de la température minimale et maximale dans la partie sud-est du Sénégal», *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*, 21 (4), pp. 27-37, 2019.
- [6] CSE, Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal, 280p., 2020.
- [7] C. PAQUETTE et A. SARALE, «Diagnostic agraire dans le sud de la région de Thiès au Sénégal», FAO, SAGA, Note technique, 6 p., 2021.
- [8] I. TOURE, D. M. NDIONE, I. LEYE, M.H. A. SAMBOU et M. L. SANE, «Analyse des tendances dans les séries pluviométriques au Sénégal», *Afrique SCIENCE* 21 (1), ISSN 1813-548X, pp. 122 - 135, 2022.
- [9] C. FAYE, E. S. DIOP et I. MBAYE, «Impacts des changements de climat et des aménagements sur les ressources en eau du fleuve Sénégal: caractérisation et évolution des régimes hydrologiques de sous-bassins versants naturels et aménagés», *Revue belge de géographie Belgeo*, 2015.
- [10] DOI: <https://doi.org/10.4000/belgeo.17626>.
- [11] A. DROUCHE, F. NEZZAL et M. DJEMA, «Variabilité interannuelle des précipitations dans la plaine de la Mitidja en Algérie du Nord», *Revue des sciences de l'eau*, 2019.
- [12] DOI: <https://doi.org/10.7202/1065205ar>.
- [13] M.L. SANE, S. SAMBOU, D.M. NDIONE, I. LEYE, S. KANE et M.L. BADJI, «Analyse et traitement des séries de débits annuels et mensuels sur le fleuve Sénégal en amont du barrage de Manantali: cas des stations de Bafing Makana et Dakka Saidou», *Rev. Ivoir. Sci. Technol*, ISSN 1813-3290, pp. 102 – 120, 2017.
- [14] SDES, *Chiffres clés du climat*, France, Europe et Monde, 100p., 2025.
- [15] B. GARBA, M.S. MOUSSA, A.S. INOUSSA, M. MOUSSA et F. MADE, «Analyses statistiques des variations des températures et précipitations observées à Niamey et à Nguigmi», *La Météorologie* - n° 110, 2020.
- [16] A. T. GAYE et C. N. FALL, Les grandes tendances climatiques et leurs impacts en Afrique de l'Ouest et au Sénégal, Projet CECC, 19p., 2022.
- [17] M. SOW, D. GAYE et M. M. DIAKHATE, «Analyse de l'évolution spatiotemporelle de la tendance des extrêmes chauds au Sénégal», *VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement*, 2024.
- [18] P.M. NDIAYE, D. GAYE et S. A. SOW, «Caractérisation spatiotemporelle et analyse de la tendance des températures au Sénégal», *European Scientific Journal*, ESJ, 16 (33), pp. 105-121, 2020.