

IMPACTS DES PHENOMENES EL NIÑO/LA NIÑA SUR LA PLUVIOMETRIE DU SUD FORESTIER IVOIRIEN

KOUASSI Kouakou Alain François

(kouassi.alain61@gmail.com)

DIBI-ANOAH Pauline

(line237@yahoo.com)

Institut de Géographie Tropicale,

Université Félix Houphouët Boigny

Résumé

Le changement entraine une recrudescence des phénomènes El Niño/La Niña. Or ces phénomènes impactent le climat mondial. Cette étude a pour objectif de montrer l'impact des phénomènes El Niño/La Niña sur la pluviométrie du Sud forestier en Côte d'Ivoire. Pour atteindre cet objectif, une série de méthodes a été appliquée aux données pluviométriques et indices Niño 3.4. D'abord, les SPI ont été calculés annuellement et comparés aux différentes phases d'ENSO afin de dégager les années déficitaires et excédentaires pendant ces phénomènes. Ensuite, les moyennes pluviométriques pendant les années El Niño/La Niña ont été comparées à celle de la période d'étude qui couvre 1981-2025. La significativité de ces différences de moyenne a été testé par le test t de Student. La variation saisonnière de la pluviométrie en année El Niño/La Niña a été observée à travers le calcul des coefficients pluviométrique. Enfin, la corrélation entre El Niño et la Niña d'une part et la pluviométrie du Sud ivoirien d'autre part a été effectué à l'aide de la méthode de Pearson. Les résultats obtenus montre qu'El Niño entraine des déficits pluviométriques. Pendant les épisodes El Niño, les mois de l'année reçoivent en général moins de pluie. Par contre, La Niña se caractérise par une abondance de la pluviométrie annuelle et mensuelle. Les coefficients de corrélation obtenus montre une évolution en sens inverse entre El Niño/La Niña et la pluviométrie du sud de la Côte d'Ivoire. Ainsi, lorsque les eaux de surface du Pacifique deviennent plus chaudes, les pluies se rarifient au sud de la Côte d'Ivoire. A l'inverse, lorsque ces eaux se refroidissent, la pluviométrie augmente.

Mots clés : Sud ivoirien, El Niño, La Niña, pluviométrie, TSO

Abstract

Climate change has led to an increase in the frequency and intensity of El Niño and La Niña events, which in turn affect global climate patterns. This study aims to assess the impact of El Niño/La Niña episodes on rainfall variability in the forested southern region of Côte d'Ivoire. To achieve this, several methods were applied to rainfall data and the Niño 3.4 index. First, annual SPI values were calculated and compared with different ENSO phases to identify deficit and surplus years associated with these events. Then, mean rainfall totals during El Niño/La Niña years were compared to the mean for the study period (1981–2025), and the significance of these differences was tested using Student's t-test. Seasonal variations in rainfall during El Niño/La Niña years were examined through the calculation of rainfall coefficients. Finally, Pearson's correlation method was used to assess the relationship between El Niño/La Niña conditions and rainfall in southern Côte d'Ivoire. The results show that El Niño generally leads to rainfall deficits, with most months receiving below-average precipitation during these events. In contrast, La Niña is associated with increases in both annual and monthly rainfall. The correlation coefficients reveal an inverse relationship between ENSO phases and rainfall in southern Côte d'Ivoire: when Pacific surface waters warm, rainfall decreases in the region, whereas cooler waters are associated with an increase in precipitation.

Keywords : Southern Côte d'Ivoire, El Niño, La Niña, rainfall, SST

Introduction

Le changement climatique affecte les climats locaux et régionaux. Il entraîne la variabilité spatiotemporelle des paramètres climatiques telle que la pluviométrie, la température et l'humidité relative. Toutefois, la variation des températures de surfaces océaniques notamment l'océan Indien, le Pacifique et l'Atlantique affecte également le climat mondial ainsi que celui de l'Afrique subsaharienne (L. E. Zita et al., 2025, pp.14-17). Particulièrement, l'océan pacifique dans lequel se manifeste le phénomène ENSO est le plus marquant. De ce phénomène, découlent El Niño/La Niña. Ils sont les plus étudiés à cause de leurs impacts climatiques au niveau mondial. Pendant les conditions normales, les alizés soufflent vers l'ouest le long de

l'équateur, transportant les eaux chaudes de surface depuis l'Amérique du Sud vers l'Asie, tandis que des eaux froides et riches en nutriments remontent des profondeurs par upwelling. El Niño se produit lorsque les alizés s'affaiblissent, permettant aux eaux chaudes de se déplacer vers l'est en direction de la côte ouest des Amériques. À l'inverse, La Niña est caractérisée par un renforcement des alizés, accentuant le déplacement des eaux chaudes vers l'ouest du Pacifique et intensifiant l'upwelling d'eaux froides le long des côtes américaines. Ces épisodes durent généralement de neuf à douze mois, mais peuvent parfois persister pendant plusieurs années, avec une récurrence moyenne de deux à sept ans (OMM, 2004, pp. 5-8). Bien que ces phénomènes se manifestent dans le Pacifique équatorial, leurs impacts climatiques se propagent à l'échelle planétaire, affectant les régimes pluviométriques, les températures et la fréquence des événements extrêmes dans de nombreuses régions du monde, y compris en Afrique de l'Ouest. Dans ce contexte de changement climatique global, les phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes se multiplient et s'intensifient (Goula et al., 2012, p. 1067). Ainsi, les phénomènes El Niño et La Niña se manifestent à des fréquences plus régulières. Le climat ouest-africain, et particulièrement celui de la Côte d'Ivoire, est soumis à l'influence de ces phénomènes (Bamba et al., 2024, p. 2). Leur amplification constitue une menace pour les activités agricole en Côte d'Ivoire qui sont sous la dépendance du climat, plus particulièrement la pluviométrie (Brou et al., 2005, p. 535).

Le Sud ivoirien, zone forestière et humide, constitue le poumon économique de la Côte d'Ivoire grâce à ses cultures de rente (cacao, café, hévéa, palmier à huile) et vivrières. Cette région connaît une forte variabilité pluviométrique avec une succession de périodes sèches et humides, marquée par deux décennies déficitaires entre 1991 et 2010 (Bamba et al., 2024, p. 15). Les modifications du régime des précipitations observées ces

dernières années ont considérablement affecté le monde rural ivoirien, rendant certaines cultures vulnérables aux déficits hydriques croissants et entraînant des baisses importantes de rendement agricole (Brou et al., 2005, p. 537). Malgré l'importance socio-économique de cette région et sa vulnérabilité accrue face à la variabilité climatique, peu d'études se sont intéressées à l'influence phénomènes El Niño/La Niña sur les précipitations qu'elle reçoit annuellement et mensuellement. La compréhension de leur influence sur la pluviométrie du milieu subéquatorial ivoirien est pourtant essentielle pour améliorer la prédictibilité climatique régionale et élaborer des stratégies d'adaptation appropriées. Cette étude vise à caractériser l'impact des phénomènes El Niño et La Niña sur la variabilité pluviométrique du Sud ivoirien.

1. Matériels et Méthodes

1.1. Présentation de la zone d'étude

Le sud ivoirien considéré dans le cadre de cette étude, concerne sept districts. Il s'agit de d'Abidjan, Comoé, Lagunes, Bas-Sassandra, Gôh-Djiboua, Sassandra-Marahoué et des Montagnes. (Figure 1)

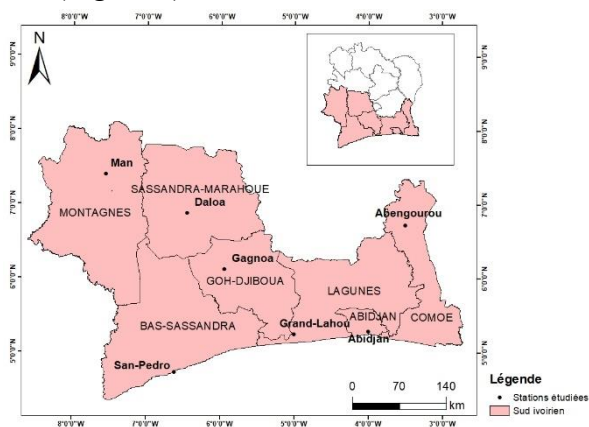


Figure 1 : Zone d'étude

Cette zone est comprise entre les latitudes 5 et 7° Nord d'une part et les longitudes 3 et 8° Ouest d'autre part. Elle est limitée au sud par la façade maritime de l'océan Atlantique. Le climat de cette zone est de type subéquatorial avec un régime pluviométrique bimodal sauf dans le district des montagnes où une longue saison pluvieuse de huit à neuf mois est observée. Les hauteurs de pluies s'élèvent entre 1700 et 2500 mm de pluie par an. Les températures quant à elles varient entre 25 et 26°C en moyenne par jours (Eldin, 1971, p. 79 ; Dibi-Kangah et Anoh D., 2016, p. 149 ; Atchérémi et al., 2018, p. 112 ; Coulibaly et al., 2019, p. 55 ; Fadika et al., 2019, p. 14). En ce qui concerne la végétation et le relief, la zone d'étude est dominée par la forêt dense ombrophile et semi décidue. Le relief est dominé par des plaines sur les côtes et des plateaux à l'intérieur.

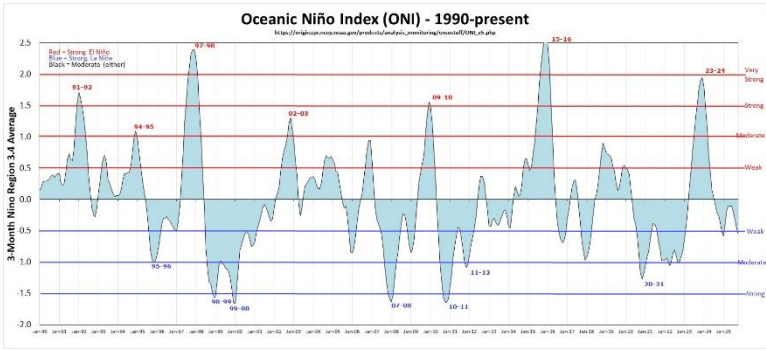
Au niveau de la population, la zone d'étude de la Côte d'Ivoire concentre environ 70% de la population ivoirienne. C'est donc une zone à forte densité de population. Abidjan, principal pôle urbain de cette zone concentre à elle seule plus de 21% de la population du pays (INS, 2022, pp. 1-25). Dans l'ensemble, la zone d'étude représente le poumon de la Côte d'Ivoire car elle regorge les principales activités du pays notamment la culture du cacao, l'hévéa, le palmier à huile, le bois, le café, le commerce, l'industrie, le transport.

1.2. Données et méthodes

1.2.1. Données de l'étude

Deux types de données ont été utilisés pour mener à bien cette étude. Premièrement, il s'agit des données pluviométriques qui couvrent la période 1981-2025. Ces données proviennent de la SODEXAM. Ce sont des données d'observation. Les parties manquantes ont été complétées par les données estimées de la NASA validée par une étude de C. N'Da (2016, pp. 75-76). En effet, ces données ont été utilisées pour combler les limites des données d'observation provenant de la SODEXAM. En somme

sept stations ont été retenues pour cette étude à cause de la disponibilité de données d'observation. Ce sont : Abengourou, Abidjan, Daloa, Gagnoa, Grand-Lahou, Man et San-Pedro. Le deuxième type de donnée concerne les indices Niño 3.4 téléchargées sur le site de la NOAA (www.psl.noaa.gov). Cet indice est plus couramment utilisé pour définir les événements El Niño/La Niña. C'est d'ailleurs la région la plus adaptée pour les interactions couplées océan atmosphère. De plus, pour être classées Niño ou Niña, les anomalies thermiques doivent supérieures à $+0,5^{\circ}\text{C}$ et inférieures à $-0,5^{\circ}\text{C}$ (Trenberth, 1997, p. 2773). Ainsi, sur la période d'étude, les années El Niño/La Niña ont été sélectionnées en fonction de ce critère basé sur la valeur de ces indices sans tenir compte de leur ampleur. Ces années sont ainsi identifiées en fonction des indices Niño 3.4 sur la figure 2. De façon plus explicite, les années dont les indices sont supérieurs à $0,5^{\circ}\text{C}$ sont considérées comme épisode El Niño. Par contre, celles dont les indices sont inférieurs à $-0,5^{\circ}\text{C}$ sont identifiées comme année La Niña.



Source : Jan Null, 2025, p. 1

Figure 2 : Indices Niño 3.4 et années Niño/Niña

1.2.2. Méthodes

➤ Détermination de déficit et d'excédent pluviométrique pendant les années El Niño/La Niña

Les indices centrés réduits ont été calculés pour la pluviométrie annuelle sur la période 1981-2025. Le calcul de ces indices répond au besoin de détecter les années excédentaires et déficitaires dans la série pluviométrique (E. Servat et al, 1998, p. 325). Ainsi, des valeurs négatives traduisent des conditions pluviométriques déficitaires tandis que celles qui sont positives indiquent des conditions excédentaires. Par conséquent, à partir de ces valeurs, les années ont été classées en années déficitaires, normales ou excédentaires. Les indices centrés réduits se calculent à l'aide de la formule suivante : $SPI = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}$ avec X_i : pluviométrie annuelle ; \bar{X} : moyenne pluviométrique de la période d'étude et σ : écart type. Ensuite, ces indices ont été comparés à ceux de Niño 3.4. Le but est de détecter le nombre d'année déficitaire ou excédentaire correspondant aux différentes phases d'ENSO. Par ce procédé, le nombre total d'années associées à El Niño et La Niña a été déterminé. Ces années ont été détectées déficitaires ou excédentaires selon la valeur du SPI obtenue.

➤ **Comparaison entre moyenne pluviométrique normale/Niño/Niña**

Par la suite, les moyennes pluviométriques annuelles ont été calculées séparément pour les années El Niño et La Niña et la période 1981-2025. Notons que la moyenne de 1981 à 2025 est considérée comme référence ou la normale. Ces moyennes se calculent avec la formule suivante : $M = \frac{\sum ni}{N}$

Avec M : moyenne ; $\sum ni$: somme de la pluviométrie annuelle pendant pour chaque évènement (Niño, Niña et normale) et N : le nombre d'année. Les moyennes calculées pour les épisodes El Niño et La Niña ont été comparées à la normale à l'aide d'un graphique.

Par ailleurs, la différence de moyenne pluviométriques entre les conditions ENSO et la normale a été évaluée à travers le test t de Student pour échantillons appariés. Ce choix se justifie par la

dépendance des données car les valeurs comparées proviennent des mêmes stations géographiques. Il ne s'agit donc pas de deux groupes indépendants, mais bien de deux conditions différentes appliquées à un même réseau d'observation. Le test t permet alors de vérifier si la différence de moyenne est suffisamment importante pour être attribuable au signal ENSO plutôt qu'à la variabilité naturelle des stations. Pour ce faire, les moyennes obtenues ont été réorganisées de manière à obtenir, pour chaque station, des couples de données comparables entre deux états climatiques à savoir Normale/Niño/Niña. Cette structuration permet de suivre l'évolution de la pluviométrie d'un même site lorsque les conditions ENSO changent. L'application de ce test présente un intérêt méthodologique. Elle neutralise la variabilité entre les stations, notamment celle liée aux contrastes géographiques. Elle permet ainsi de concentrer l'analyse sur l'influence propre du phénomène ENSO. Cette approche est statistiquement puissante car elle permet d'éliminer la variabilité inter-stations (les différences naturelles de pluviométrie entre les villes) pour se focaliser uniquement sur l'effet du signal climatique (J-M Galharret, 2022, p. 5) Il se détermine à travers la formule mathématique suivante :

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{n}}$$

Avec \bar{d} = moyenne des différences entre les stations observées, s_d = écart-type des différences, n = nombre de stations (7 stations dans notre étude).

Le test compare la valeur de t calculée à une valeur critique théorique issue de la table de Student basée le degré de liberté (dl=6) obtenu en appliquant la formule n-1.

L'hypothèse nulle (H_0) signifie que la différence de moyenne pluviométrique entre El Niño/la normale et La Niña/la normale est nulle et dû au hasard. Quant à l'hypothèse alternative (H_1), cette différence de moyenne est statistiquement significative.

Ces hypothèses sont rejetées ou acceptées selon certaines conditions. La première condition concerne la p-value. Si la p-value $< 0,05$, l'hypothèse nulle (H_0) est rejetée : la différence de moyenne pluviométrique est statistiquement significative.

Par contre, si la p-value $> 0,05$, alors les phénomènes El Niño/La Niña n'ont pas d'impact significatif démontrable sur la pluviométrie et donc cette différence observée entre les moyennes est due au hasard. La deuxième repose sur le t calculé et le t théorique.

Si $t_{\text{obs}} \leq t_{\text{théorique}} \Rightarrow$ non-rejet de H_0 Le seuil de significativité : $\alpha = 5 \%$

Les coefficients pluviométriques mensuels ont été calculés à partir des moyennes mensuelles de la période de référence ainsi que celles des années El Niño et la Niña. Les régimes pluviométriques mensuels de ces années ont ensuite été comparés à celui de l'année normale. Cette comparaison permet de mieux comprendre les modifications saisonnières du régime pluviométrique liées aux phases ENSO. Les coefficients pluviométriques se calculent selon le modèle mathématique suivant : $C_i = \left(\frac{365}{n}\right) * \frac{P_i}{P_a}$ Avec : C_i = coefficient pluviométrique ; P_i = pluviométrie mensuelle, P_a = pluviométrie annuelle et n = nombre de jours dans le mois.

➤ **Corrélation entre indice Niño 3.4 et pluviométrie**

L'étude s'est axée sur le calcul des coefficients de corrélation de Pearson afin de détecter les liens mathématiques qui existent entre les phénomènes El Niño/La Niña et la pluviométrie du sud de la Côte d'Ivoire. Pour effectuer le calcul, les années Niño/Niña ont été classées suivant leur intensité qui varie de faible, modéré et fort. Ce procédé permet de mieux voir l'effet du renforcement de ces phénomènes sur la pluviométrie du Sud ivoirien. Ces coefficients de corrélation ont été calculés entre la pluviométrie et les indices Niño 3.4. Ils se calculent avec la formule suivante :

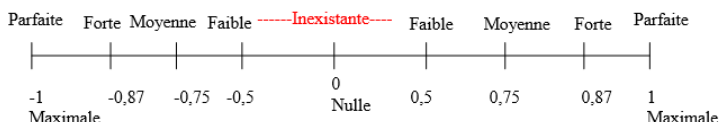
$$r = \frac{COV(x, y)}{S_x S_y}$$

r = coefficient de corrélation s_x = écart type de la variable x ; s_y = écart type de la variable y ; $cov(x ; y)$ = covariance entre x et y . Le coefficient de corrélation représente la force du lien entre deux variables quantitatives, positives ou négatives. Les coefficients de corrélation varient entre -1 et 1. Les valeurs négatives indiquent une corrélation négative, ces valeurs négatives indiquent les deux phénomènes étudiés varient en sens inverse. Un test de significativité du coefficient de Pearson permet de voir la signification des corrélations. Il s'agit du test de t Student. Il se calcule par la formule suivante :

$$t = \frac{|r|}{\sqrt{\frac{(1 - r^2)}{n - 2}}}$$

Avec $t = t$ de Student, r = Coefficient de corrélation, n = nombre d'observation.

Le diagramme suivant donne l'échelle d'interprétation des différents coefficients de corrélation obtenus.



2. Résultats

2.1. Déficit et excédent pluviométrique observés pendant les El Niño/La Niña dans le Sud ivoirien

2.1.1. Taux de déficit et d'excédent pluviométrique pendant El Niño/La Niña

Les années de déficit et d'excédent pluviométrique obtenues grâce aux SPI ont été comparées aux indices Niño 3.4. Ainsi,

pour chaque année Niño ou Niña, chaque valeur SPI lui correspondant a été observé. Ce procédé a permis de montrer que la majorité des années El Niño correspond à un déficit pluviométrique. A contrario, les années La Niña sont quant à elles associées à des excédents pluviométriques à des pourcentages supérieurs à 50 (Tableau 1).

Tableau 1 : Déficit et excédent pluviométrique pendant El Niño/La Niña

Stations	Niño		Niña	
	Taux de déficit (%)	Taux d'excédent (%)	Taux de déficit (%)	Taux de d'excédent (%)
Abengourou	70	30	40	60
Abidjan	66	34	35	65
Daloa	61	39	29	71
Gagnoa	66	34	45	55
Grand-Lahou	66	34	29	71
Man	60	40	40	60
San-Pedro	70	30	35	65

Pendant les phases El Niño, la pluviométrie du Sud ivoirien est marquée par une domination des années déficitaires. Dans l'ensemble des stations étudiées, les taux de déficit dépassent systématiquement 60%. Les stations d'Abengourou et de San-Pedro apparaissent comme les plus vulnérables avec 70% d'années déficitaires contre seulement 30 % d'années excédentaires.

À Abidjan, Gagnoa et Grand-Lahou, les taux de déficit atteignent 66%. En revanche, Man et Daloa présentent des taux de déficit légèrement plus faibles. Ces taux sont respectivement 60 % et 61 %. Ces valeurs montrent que lors des épisodes El Niño, le Sud ivoirien plonge dans une situation de sécheresse. Néanmoins, certaines années Niño correspondent à des excédents pluviométriques.

À l'inverse, les phases La Niña se caractérisent par une pluviométrie excédentaire de façon générale. En effet, pour la majorité des stations, les taux d'excédent dépassent 60. Les stations de Daloa et de Grand-Lahou se distinguent particulièrement avec 71 % d'années excédentaires contre seulement 29 % d'années déficitaires. Abidjan et San-Pedro affichent également des taux d'excédent élevés de 65 %. En revanche, Gagnoa montre une réponse plus modérée avec 55 % d'années excédentaires contre 45 % d'années déficitaires. La Niña a un effet plus ou moins contrasté à Gagnoa. À Man et Abengourou, bien que les années excédentaires soient majoritaires (60 %), la persistance d'une proportion non négligeable d'années déficitaires indique que l'effet positif de La Niña peut être partiellement façonné par des facteurs locaux. En somme, les années El Niño entraînent généralement des déficits pluviométriques dans le Sud ivoirien. Quant à La Niña, elle apporte plus de pluie par rapport à la normale. Cependant, il est nécessaire de souligner que des années déficitaires sont observées pendant La Niña. Des années excédentaires sont également observées pendant El Niño. Cela traduit la complexité de la circulation atmosphérique générale et locale.

2.1.2. Analyse des moyennes pluviométriques pendant EL Niño/La Niña

Les moyennes pluviométriques ont été calculées sur la période 1981-2025, puis pour les années El Niño/La Niña. Ces moyennes comparées entre elles traduisent une augmentation de la pluviométrie pendant La Niña. Par contre une baisse est observée lors des épisodes El Niño (Figure 3).

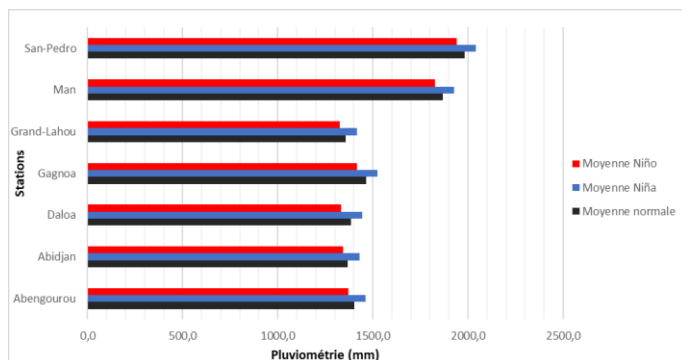


Figure 3 : Moyenne pluviométrique en situation normale, Niño et Niña

Dans toutes les stations étudiées, les moyennes pluviométriques en année La Niña sont supérieures à la moyenne 1981-2025 qui représente la normale. Les écarts entre ces moyennes atteignent 60 mm dans toute la zone d'étude. En ce qui concerne les années El Niño, les moyennes pluviométriques sont inférieures à la normale. Les différences varient de 27 mm de pluie à 49 à Gagnoa. De plus, une comparaison entre la pluviométrie moyenne des deux phénomènes indique que les années El Niño présentent des moyennes pluviométriques en deçà de celles des années La Niña. Ainsi, dans le sud forestier de la Côte d'Ivoire, les années La Niña sont mieux arrosées que les épisodes El Niño.

Tableau 2 : Comparaison entre t observé et t théorique

Comparaison	t observé	t théorique	Significativité
La Niña et El Niño	26,9	2,447	Significatif
Normale et El Niño	9,8	2,447	Significatif
La Niña et Normale	15,2	2,447	Significatif

Tableau 3 : Significativité des différences de moyenne par la P-value

Comparaison	Différence moyenne (mm)	p-value	Significativité
La Niña et Normale	+59,7	< 0,001	Significatif
El Niño et Normale	-38,0	< 0,001	Significatif
La Niña et El Niño	+97,7	< 0,001	Significatif

Les t calculés sont supérieurs aux t théoriques. De plus, les p -values sont inférieurs à 0,001. Ces valeurs montrent que les différences de moyenne observées entre la normale d'une part et El Niño/La Niña d'autre part sont significatives. Ainsi, Pendant El Niño, le Sud ivoirien fait face à des sécheresses. Par contre, en année La Niña, le sud de la Côte d'Ivoire présente une situation pluviométrique au-dessus de la normale.

2.2. Analyse saisonnière de la pluviométrie du Sud ivoirien pendant El Niño/La Niña

2.2.1. Analyse saisonnière de la pluviométrie du Sud ivoirien pendant El Niño

Les coefficients pluviométriques obtenus pour les années normales et El Niño ont été répartis sur tous les mois de l'année. Ces coefficients mettent en exergue une diminution mensuelle de la pluviométrie de façon générale en Côte d'Ivoire (Figure 4)

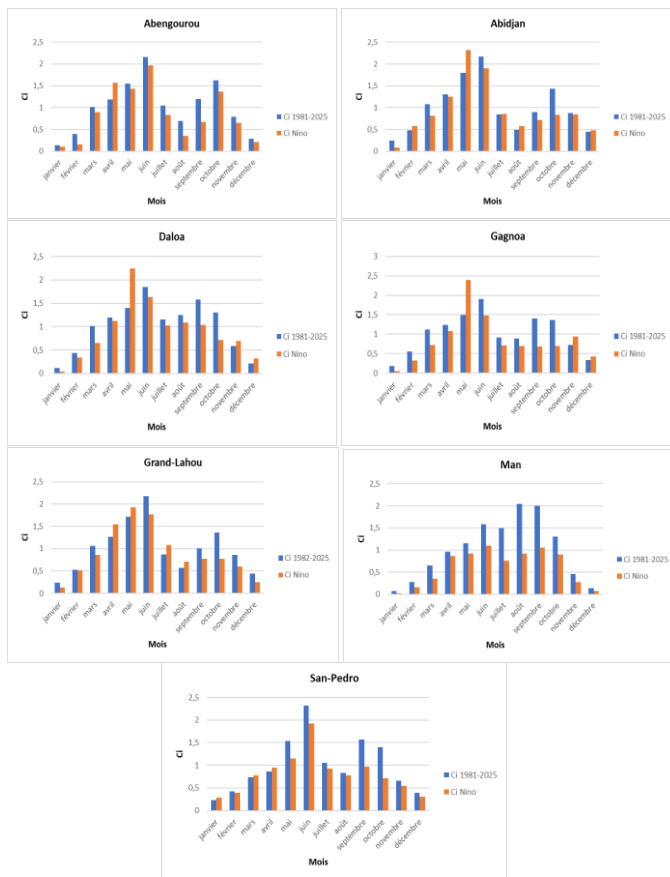


Figure 4 : Variation saisonnière de la pluviométrie du Sud ivoirien pendant El Niño

Pendant El Niño, la première saison des pluies se caractérise par une réduction mensuelle des quantités de pluie. En effet, une baisse de la pluviométrie est enregistrée de mars à juin dans toutes les stations étudiées. Cependant, le mois de mai reste pluvieux à Abidjan, Daloa, Gagnoa, Grand-Lahou et San-Pedro. La deuxième saison pluvieuse est également marquée par une baisse de la pluviométrie mensuelle. En clair, de septembre à novembre, les mois reçoivent moins de pluie en année El Niño.

Ces mois se trouvent donc dans une situation pluviométrique déficitaire. De façon remarquable, à Abengourou et Man, tous les mois de l'année enregistrent une baisse de la pluviométrie. Pour ce qui est des saisons sèches, elles connaissent également une diminution de la pluviométrie pendant El Niño sauf à Grand-Lahou où la petite saison sèche de juillet à août enregistre une pluviométrie supérieure à la normale.

2.2.2. Analyse saisonnière de la pluviométrie du Sud ivoirien pendant La Niña

La comparaison des coefficients pluviométriques entre année normale et La Niña permet de mettre en exergue une augmentation de la pluviométrie mensuelle lors des épisodes La Niña dans le Sud ivoirien (Figure 5)

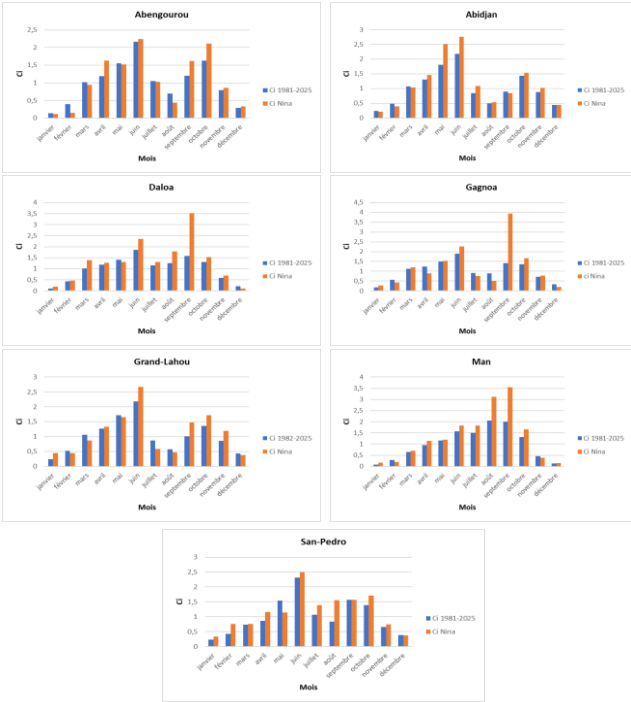


Figure 5 : Variation saisonnière de la pluviométrie du Sud ivoirien pendant La Niña

L'analyse saisonnière de l'effet du phénomène La Niña sur la pluviométrie du Sud ivoirien permet de voir une augmentation mensuelle de la pluviométrie de façon générale. Cependant, les saisons pluvieuses sèches et pluvieuses réagissent de différentes manières. A Man, le régime pluviométrique unimodal se renforce davantage. Ainsi, dans l'ensemble, la pluviométrie mensuelle augmente à Man pendant La Niña sauf en février. En outre, le maximum pluviométrique observé en août en année normale, bascule en septembre pendant la Niña avec des quantités plus importantes. Dans les stations à régime pluviométrique bimodal, la première saison des pluies augmente en termes de quantité au niveau de toutes les stations étudiées sauf pour les mois de mai à Daloa et San-Pedro. Le maximum pluviométrique de cette première saison pluvieuse est atteint également en juin comme en année normale à San-Pedro, Grand-Lahou, Daloa, Gagnoa, Abengourou et Abidjan. Néanmoins, ce maximum est davantage renforcé en année La Niña.

Concernant la deuxième saison des pluies, la pluviométrie enregistrée en année La Niña est supérieure à celle de la normale. Dans l'ensemble, le pic pluviométrique de cette deuxième saison ne varie pas. Il reste figé en septembre à Daloa et Gagnoa, en octobre à Abengourou, Abidjan et Grand-Lahou. Cependant, à San-Pedro, ce maximum se positionne en octobre au lieu de septembre. En somme, La Niña augmente les quantités pluviométriques des saisons pluvieuses sans toutefois favoriser leur transformation structurelle.

Pour ce qui est des saisons sèches, l'impact de la Niña est confus. Le mois de décembre et janvier voient leur quantité de pluie augmenté pendant La Niña à Abengourou, Abidjan, Man, Daloa, Gagnoa, Grand-Lahou et San-Pedro.

2.3. Corrélation entre El Niño/La Niña et la pluviométrie du Sud ivoirien

L'analyse des corrélations entre les phénomènes ENSO et la pluviométrie du Sud ivoirien met en évidence des réponses climatiques différentes pendant les années El Niño et La Niña. Les stations réagissent de façon différente face à ces phénomènes (Tableau 4)

Stations	Coefficients de corrélation	
	Niño/Pluviométrie	Niña/Pluviométrie
Abengourou	-0,7	-0,5
Abidjan	-0,5	-0,5
Daloa	-0,6	-0,7
Gagnoa	-0,6	-0,4
Grand-Lahou	-0,6	-0,7
Man	-0,5	-0,5
San-Pedro	-0,7	-0,5

Tableau 4 : Coefficient de corrélation entre Niño 3.4 et pluviométrie du Sud ivoirien

Concernant El Niño, les résultats montrent des coefficients de corrélation négatifs entre les indices Niño 3.4 et la pluviométrie du sud de la Côte d'Ivoire. Ces coefficients varient de -0,5 à -0,7. Ainsi le renforcement d'El Niño entraîne la diminution de la pluviométrie au sud de la Côte d'Ivoire. Cette baisse est plus marquée à Abengourou et San-Pedro avec un coefficient de -0,7. Abidjan et Man, affichent des corrélations modérées autour de -0,5. Par contre, Daloa, Gagnoa et Grand-Lahou présentent des valeurs de -0,6.

En outre, l'analyse des corrélations associées à La Niña révèle un impact généralisé sur la pluviométrie. De façon explicite, La Niña et la pluviométrie du Sud ivoirien évolue en sens inverse. Plus les TSO du pacifique équatorial se refroidissent, plus les pluies augmentent au sud de la Côte d'Ivoire. Néanmoins, les

valeurs des coefficients de corrélation varient en fonction des stations. Elles sont comprises entre -0,4 et -0,7. Les stations de Daloa et de Grand-Lahou se distinguent par des coefficients de corrélation élevés de l'ordre de -0,7. La Niña semble donc mieux impacter ces régions. En revanche, Gagnoa affiche une corrélation plus faible (-0,4). Quant à Abengourou, Abidjan, Man et San-Pedro, ces localités enregistrent une corrélation modérée avec La Niña qui est de l'ordre de -0,5.

3. Discussion

3.1. Déficit excédent pluviométrique pendant El Niño et La Niña

3.1.1. Déficit pluviométrique pendant El Niño

Les résultats de nos travaux ont montré que le phénomène El Niño maintient le Sud ivoirien dans une situation de sécheresse. Plus études corroborent ces résultats. En effet, Fontaine (1990, p. 47) confirme cette observation. Ces travaux ont montré que lors des épisodes El Niño, l'Afrique de l'Ouest de façon générale subit une diminution de la pluviométrie. Cet auteur explique que pendant El Niño, l'affaiblissement des alizés et la diminution de l'intensité de la mousson du Sud-Ouest réduisent considérablement le flux d'humidité vers les régions sahélienne et guinéennes. En clair, cet auteur explique que lors des phases El Niño, le réchauffement de l'Atlantique équatorial ne se produit qu'après la fin de l'hiver austral, avec un déphasage temporel pouvant atteindre une année. Ce décalage influence la circulation atmosphérique régionale et conduit à un affaiblissement de la mousson de Sud-Ouest. Zita et al., (2025, p. 18) montrent une influence significative d'El Niño sur la pluviométrie en Afrique. Ce phénomène se traduit par des épisodes sèches en Afrique Subsaharienne. De plus Djè et al., (2018, p. 15) travaillant dans le district du Zanzan au nord-est de la Côte d'Ivoire ont montré qu'El Niño entraîne une réduction

significative de la pluviométrie. N'Da et al., (2021, p. 25) confirment également que les années El Niño se caractérisent par des niveaux de sécheresse élevés dans le nord de la Côte d'Ivoire. Dans nos résultats, certaines années El Niño correspondent à des excédents pluviométriques. De plus, des années La Niña sont associées à des déficits pluviométriques. Ce constat peut se justifier par le fait que la variation TSO de l'océan Pacifique n'est pas la seule à impacter la pluviométrie en Côte d'Ivoire. En effet, Zita et al., (2025, pp. 13-15) soulignent l'influence déterminante des températures de surface de l'océan Indien et de l'Atlantique sur la pluviométrie en Afrique subsaharienne. Selon ces auteurs, l'IOD (Indian Ocean Dipole) correspond aux variations interannuelles de température de surface entre les bassins occidental et oriental de l'océan Indien tropical. Lorsque l'IOD devient positif, une hausse du nombre de jours secs consécutifs est observée en Afrique orientale et équatoriale. Cette configuration traduit un affaiblissement des apports humides et une modification de la circulation atmosphérique régionale. Parallèlement, la variabilité thermique de l'océan Atlantique tropical (TAV : Tropical Atlantic Variability) influence la position de la Zone de Convergence Intertropicale (ZCIT). Le réchauffement de la partie nord de l'Atlantique tropical s'accompagne généralement d'un refroidissement relatif dans sa portion méridionale. Cette configuration thermique opposée entraîne un déplacement de la ZCIT vers le Nord. De ce fait, les précipitations se renforcent sur le bassin du Congo.

Ainsi, les dynamiques océaniques intertropicales constituent des mécanismes climatiques majeurs. Elles modulent la répartition spatiale des pluies en Afrique subsaharienne et participent à l'explication des contrastes pluviométriques observés dans le Sud ivoirien lors des années El Niño/La Niña.

3.1.2. Excédent pluviométrique pendant La Niña

Le traitement et l'analyse de nos données ont conclu que le phénomène océanique La Niña provoque une pluviométrie excédentaire dans le Sud ivoirien. Cette observation rejoint Kouassi (2020, p. 78). Dans ces travaux, il confirme des phases d'excédent pluviométrique dans le Nord ivoirien plus précisément à Bondoukou, Odienné, Boundiali, Korhogo et Mankono. MENA et YANGNE (2025, p. 98) ont travaillé sur les effets de La Niña à Garoua situé au nord du Cameroun. Leurs résultats ont conclu que La Niña entraîne des excédents pluviométriques dans cette localité. Les années déficitaires pendant La Niña observées pendant nos travaux sont évoquées par Fontaine (1990, p. 49). Il mentionne un déphasage temporel entre les anomalies du Pacifique et leurs répercussions sur l'Atlantique tropicale. Ce déphasage module les effets attendus de La Niña sur les pays d'Afrique tropicale.

3.2. Impacts des phénomènes El Niño/La Niña sur les régimes pluviométriques

Nos résultats soulignent que pendant La Niña un renforcement de la pluviométrie mensuelle dans le Sud ivoirien est observé alors qu'en année El Niño, la situation s'inverse. Cette observation est cohérente avec les mécanismes décrits par Caniaux et al. (2011, p. 13) concernant le couplage entre la langue d'eau froide de l'Atlantique (ACT) et la mousson ouest-africaine. Selon ces auteurs, le gradient thermique océanique joue un rôle crucial dans la modulation du flux d'humidité vers le continent africain. Pendant El Niño, le réchauffement équatorial et austral de l'Atlantique affaiblit ce gradient, réduisant ainsi la convergence humide sur la zone guinéenne. Hisard (1980, p. 74) observe des réponses de type « El Niño » dans l'Atlantique tropical oriental (Golfe de Guinée) qui perturbent la thermocline et modifient la distribution des températures de surface. Ces modifications océaniques locales

peuvent interagir avec les effets de La Niña pour renforcer ou atténuer les anomalies pluviométriques. MENA et YANGNE (2025, p. 370) observent que La Niña provoque des pluies inattendues et parfois anormalement abondantes pendant la saison sèche à Garoua. Ce constat est également confirmé dans nos travaux avec des pluviométrie plus ou moins abondante en décembre et en janvier.

Les travaux de Djè et al., (2018, p. 13-18) soulignent l'impact du phénomène El Niño sur le régime pluviométrique du Zanzan et par ricochet sur l'agriculture. Pour eux ce phénomène entraîne des déficits pluviométriques considérables allant de 10 à 44% entre octobre et avril. Plus précisément, à Bondoukou, la première saison des pluies arrive avec retard. De plus, la petite saison sèche devient réellement aride. À Bouna, en revanche, c'est le pic pluviométrique de mai-juin qui disparaît complètement. Quant à Tanda, la deuxième saison des pluies s'efface totalement du calendrier climatique. Au niveau des conséquences sur l'agriculture, ils montrent que les saisons de culture subissent des modifications majeures. D'une part, le début des cultures est retardé de 32 jours à Bondoukou, 22 jours à Bouna et 10 jours à Koun-Fao. D'autre part, la fin des saisons intervient prématurément, avec une avance de 14 à 22 jours selon les localités. Ainsi, la durée totale des saisons culturelles se trouve drastiquement réduite. En moyenne, la région perd entre 21 à 62 jours de culture. En 1973, Nassian a perdu 86 jours de saison culturelle, soit 60% de la durée normale. De plus, la probabilité de subir des séquences sèches de 10 jours consécutifs dans le mois suivant le début de la saison passe de 13% à 67%. Or, ces périodes sèches surviennent juste après les semis, c'est-à-dire au moment le plus critique du développement des plantes. Les jeunes plants subissent donc un stress hydrique sévère dès leur installation. Face à ces conditions, les cultures vivrières essentielles (igname, maïs, riz, arachide) subissent des baisses de rendement importantes. Ensuite, la noix de cajou, principale

culture commerciale, voit sa production compromise. Cette baisse de la production agricole est également mentionnée par OMM (2004, pp. 11-13).

3.3. Corrélation entre Niño/Niña et la pluviométrie

Les coefficients de corrélation négatifs observés entre les indices Niño 3.4 et la pluviométrie du Sud ivoirien (-0,5 à -0,7) confirment l'influence statistiquement robuste d'El Niño sur la réduction des précipitations. Zita et al. (2025, p. 14) établissent à l'échelle de l'Afrique subsaharienne qu'El Niño est fortement corrélé à l'augmentation des températures et de la sécheresse. Hamatan (2002, p. 45) dans sa synthèse sur les prévisions saisonnières en Afrique de l'Ouest, souligne que les corrélations entre ENSO et les précipitations africaines varient considérablement selon les régions, les saisons et même d'un événement ENSO à l'autre. Concernant La Niña, les corrélations positives observées (-0,4 à -0,7) traduisent un impact généralisé favorable sur la pluviométrie. Kouassi (2020, p. 85) rapporte des corrélations similaires dans le Nord ivoirien à régime unimodal, confirmant que l'ensemble du territoire ivoirien bénéficie d'un renforcement pluviométrique pendant les phases La Niña. Voituriez et Jacques (1999, p. 95) rappellent dans leur ouvrage de référence sur El Niño que les téléconnexions atmosphériques opèrent à travers des modifications de la circulation de Walker et de Hadley, transmettant les anomalies du Pacifique vers les régions tropicales lointaines.

Conclusion

L'objectif de ce travail est de montrer les impacts des phénomènes El Niño/La Niña sur la pluviométrie du Sud ivoirien. Le traitement et l'analyse des données a permis de montrer qu'El Niño entraîne des déficits pluviométriques sur l'ensemble de la zone d'étude. El Niño réduit à la fois les

quantités pluviométriques annuelles et mensuelles. A l'inverse, La Niña favorise une augmentation de la pluviométrie annuelle et mensuelle au sud de la Côte d'Ivoire. Les coefficients de corrélation calculés, montrent un lien en sens inverse entre El Niño et la pluviométrie du Sud ivoirien. Lorsque les TSO du pacifique équatorial augmente, la pluviométrie baisse au sud de la Côte d'Ivoire. En situation La Niña, les coefficients de corrélation obtenus sont également négatifs. Ainsi, plus les indices de température de surface du Pacifique équatorial diminuent, plus la pluviométrie augmente dans le Sud ivoirien. Il est donc crucial de mener des études sur l'impact de ces phénomènes sur la pluviométrie journalière en Côte d'Ivoire afin de mieux adapter le calendrier cultural.

Références bibliographiques

ATCHEREMI Kouakou Noumh Dickens, JOURDA Jean Patrice Roger, SALEY Mahaman Bachir, KOUAME Kan Jean, 2018. « Etude de l'évolution des extrêmes pluviométriques et de température dans le bassin versant de rivière Davo (sud-ouest de la Côte d'Ivoire) à partir de certains indices du logiciel RCLIMDEX », in Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°36, pp.99-117.

BAMBA Adama, YOROBA Fidèle, KOUADIO Kouakou, AINYANKOU Alexandre, NIAMKETCHI Gilles, TOURE N'Datchoh Evelyne, PILLOT Benjamin, DIEDHIOU Arona 2024. « Study of Recent Climate Variability in Guinean Coast: Case Study of Bingerville and la Mé in Côte D'Ivoire », in Open Access Library Journal, vol. 11, n° 9, pp. 1-22.

BROU Yao Télesphore, AKINDES Francis et BIGOT Sylvain, 2005. « La variabilité climatique en Côte d'Ivoire : entre perceptions sociales et réponses agricoles », in Cahiers Agricultures, vol. 14, n° 6, pp. 533-540.

CANIAUX Guy, GIORDANI Hervé, REDELSPERGER Jean-

Luc, GUICHARD Françoise, KEY Erica et WADE, Malick, 2011. « Coupling between the Atlantic cold tongue and the West African monsoon in boreal spring and summer », in *Journal of Geophysical Research : Oceans*, volume 116, pp. 1-17.

COULIBALY Kolotioloma Alama, DIBI-KANGAH Pauline Agoh et KOLI BI Zuéli, « 2019. Variations interannuelles récentes des paramètres climatiques majeurs en côte d'ivoire depuis 1951 », in *Climat et Développement*, n°26, p. 5-16.

DIBI-KANGAH Anoh Pauline et ANOH Jean Dominique Hervé, 2016. « Aléas pluviométriques et développement durable en Côte d'ivoire », in *Cahiers du CBRST*, N° 10, pp. 140-159.

DJE Kouakou Bernard, OCHOU Abé Delfin, KOUADIO Zilé Alex et COULIBALY Kolotioloma Alama, 2018. « Impacts of El Nino on Rainfall and Its Agroclimatic Incidences in the Zanzan Region : North-East of Cote d'Ivoire », in *Geosciences Research*, 3(2), pp. 9-21.

ELDIN Michel, 1971. *Le climat*, Centre ORSTOM Adiopodoumé, Abidjan (Côte d'ivoire), 34p.

FADIKÀ Vamoryba, DAO Amidou, NOUFÉ Dabissi Djibril, ÉLISSÉE Kanon et KAMAGATÉ Bamory, 2019. « Variation de l'humidité mensuelle de l'air sur le littoral ivoirien en période de déficit pluviométrique », in *Afrique SCIENCE* volume 15 n°5, p. 12 - 24

FONTAINE Bernard, 1990. « Champs atlantique, pluviométrie ouest africaine et oscillation australe », in *Veille Climatique Satellitaire*, (32), pp. 34-51.

GALHARRET Jean-Michel, 2025. *Tests de Student Comparaison de 2 groupes*, Module HPS3-32, Université de Nantes, 30p.

GOULA Bi Tié Albert, SORO Gneneyougo Emile, KOUASSI Williams et SROHOUROU Bernard, 2012. « Tendances et ruptures au niveau des pluies journalières extrêmes en Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest) », in *Hydrological Sciences Journal*, vol. 57, n° 6, pp. 1067-1080.

HAMATAN Mohamed, 2002. *Synthèse et Évaluation des Prévisions Saisonnières en Afrique de l'Ouest*. Mémoire de DEA, Sciences de l'Eau dans l'Environnement Continental, Université Montpellier II, IRD, 64 p.

HISARD Philippe, 1980. « Observation de réponses de type « El Niño » dans l'Atlantique tropical oriental Golfe de Guinée », in *Oceanologica Acta*, 3(1), pp. 69-78.

Institut National de la Statistique, 2022. Résultats globaux RGPH-2021, 37 p.

KOUASSI Kouakou Alain François, 2020. *Impacts des phénomènes El Niño/La Niña sur le régime pluviométrique unimodal du Nord ivoirien*, Mémoire de Master, Université Félix Houphouët-Boigny, 103 p.

MENA Marin Sylvère Marie YANGNE HOUMBOSSO Claire Maximilienne, 2025. « Incidence des phénomènes climatiques planétaires El Niño et La Niña sur les précipitations mensuelles à Garoua, Cameroun de 1963 à 2022 », in *African Journal of Climate Change and Resource Sustainability*, 4(1), pp. 84-108.

MENA Marin Sylvère Marie et YANGNE HOUMBOSSO Claire Maximilienne, 2025. « Cameroun : Les implications des phénomènes El Niño et La Niña sur les précipitations saisonnières ainsi que dans les secteurs socio-économiques et environnementaux à Garoua de 1962 à 2024 », in *Revue Archives Internationales, CCA Congo*, 1(1), pp. 350-392. N'DA Kouadio Christophe, DIBI-ANO Agoh Pauline et KOUASSI Kouakou Alain François, 2021. « Niveau de sécheresse des années El Niño/La Niña », in *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, (2), pp. 18-31.

NULL Jan, 2025. *El Niño and La Niña Years and Intensities Based on Oceanic Niño Index (ONI)*, www.ggweather.com/enso/oni.htm (consulté le 25/12/2025 à 11h41 min).

Organisation météorologique mondiale (OMM), 2004, *Prévoir El Niño au XXI^e siècle : La science à l'œuvre, Afrique*, Programme climatologique mondial, 120p.

SERVAT Éric, PATUREL Jean-Emmanuel, LUBES-NIEL Hélène, KOUAME Brou, MASSON Jean-Marie, TRAVAGLIO Michel et MARIEU Béatrice, 1999. « De différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest et Centrale non sahélienne », in *Revue des sciences de l'eau Journal of Water Science*, Volume 12, Number 2, pp. 363-387.

TRENBERTH Kevin, 1997. « The Definition of El Niño », in *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 78, No. 12, pp. 2771-2778.

VOITURIEZ Bruno et JACQUES Guy, 1999. *El Niño, Réalité et fiction*. Édition UNESCO, 119 p.

ZITA Lormido Ernesto, JUSTINO Flavio, GURJÃO Carlos, ADAMU James et TALACUECE Manuel, 2025. « Spatio-Temporal Characteristics of Climate Extremes in Sub-Saharan Africa and Potential Impact of Oceanic Teleconnections », in *Atmosphere*, 16(1), 86, pp. 1-23.