PLUVIOMETRIE EXTREME ET OCCURRENCE DU PALUDISME DANS LES 4e ET 8e ARRONDISSEMENTS DE BANGUI, REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

EXTREME RAINFALL AND MALARIA OCCURRENCE IN THE 4TH AND 8TH DISTRICTS OF BANGUI

*Jean-Marie **DJEBATA**[(1)], Bertrand **DOUKPOLO**[(2)], Jean-Pascal **WATERENDJI**[(2)], Cyriaque Rufin **NGUIMALET**[(2)]*

[1]*Ecole Normale Supérieure de Bangui. Email:djebata30@gmail.com*
[2] *Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, B.P. : 1037-Bangui, République Centrafricaine*

RESUME :
Cet article envisage de comprendre le rapport entre les extrêmes pluviométriques et l'incidence sur le paludisme dans les 4e et 8e arrondissements de Bangui. Les données pluviométriques mensuelles et annuelles utilisées ont été extraites de la base de données CHIRPS, combinant des estimations satellitaires et des observations *in situ*, sur la période 1981-2024. Les données paludiques mensuelles et annuelles ont été collectées aux centres de santé urbains de Boy-Rabé et de Bédé-Combattant de 2016 à 2024. A partir d'un échantillon de 10 agents de santé interrogés par centre de santé et de 120 ménages enquêtés, les données climato-pathologiques et socio-environnementales collectées et analysées ont permis de discuter les résultats obtenus et de renforcer la crédibilité des conclusions. Différentes approches statistiques ont été appliquées aux séries pluviométriques non seulement pour déceler d'éventuels changements dans leur évolution, mais aussi de rechercher la relation entre les extrêmes pluviométriques et les occurrences mensuelles du paludisme. Il en résulte une faible relation entre les pluies extrêmes et l'incidence du paludisme dans les 4e et 8e arrondissements de Bangui. Les extrêmes pluviométriques mensuels ne coïncident pas avec la hausse des cas enregistrés du paludisme. Les coefficients de corrélation entre ces deux paramètres sont moyens au centre de santé urbain de Boy-Rabé en 2023 (r = 0,5) et 2024 (r = 0,5) et faibles au centre de santé de Bédé-Combattant en 2023 (r = 04) et 2024 (r = 0,4). Les principaux facteurs du paludisme selon les populations dans les deux arrondissements sont l'insalubrité des quartiers (42,5%), le manque de canalisation (25%), la stagnation des eaux usées (16,67%), la faible couverture des ménages en moustiquaires imprégnées d'insecticide (8,33%) et l'inondation (7,5%). Face à l'endémisme du paludisme, la lutte contre l'insalubrité, l'utilisation des moustiquaires et la sensibilisation de la population sur la nécessité de se faire consulter en cas de fièvre pour une prise en charge précoce sont des mesures observées par la population dans les deux arrondissements ciblés de Bangui.

Mots clés : pluviométrie extrême, occurrence du paludisme, arrondissements, Bangui, République Centrafricaine

ABSTRACT:
This article seeks to understand the relationship between extreme rainfall and malaria incidence in the 4th and 8th districts of Bangui. The monthly and annual rainfall data used were extracted from the CHIRPS database, combining satellite estimates and in situ observations, over the period 1981-2024. Monthly and annual malaria data were collected at both Boy-Rabé and Bédé-Combattant Urban Health Centers from 2016 to 2024. Based on a sample of 10 health workers interviewed per health center and 120 households surveyed, the collected and analyzed

climatological, pathological, and socio-environmental data allowed the discussion of the results obtained and strengthened the credibility of the conclusions.Various statistical approaches were applied to the rainfall series not only to detect possible changes in their evolution, but also to research the relationship between extreme rainfall and monthly occurrences of malaria. This results means a weak relationship between extreme rainfall and malaria incidence in the 4th and 8th districts of Bangui. Monthly extreme rainfall do not coincide with the increasing recorded cases of acceptable malaria. The correlation coefficients between these two parameters are acceptable at the urban health center of Boy-Rabé in 2023 (r = 0.5) and 2024 (r = 0.5) and weak at the health center of Bédé-Combattant in 2023 (r = 04) and 2024 (r = 0.4). The main factors contributing to malaria according to peoples in the two districts are the unsanitary conditions of the neighborhoods (42.5%), the lack of pipes (25%), the stagnation of wastewater (16.67%), the weak coverage of households with insecticide-treated mosquito nets (8.33%) and flooding (7.5%). With regard to the endemic nature of malaria, the struggle against unsanitary conditions, the use of mosquito nets and the sensitization of the population on the necessityto consul medical center in case of feve for early treatment are measures observed by the population in the two targeted districts of Bangui.

Keywords: extreme rainfall, incidence malaria, district, Bangui, Central Afriacan Republic.

INTRODUCTION

L'Afrique Centrale, comme les autres régions du monde, subit les effets néfastes du dérèglement climatique lié à l'augmentation des gaz à effet de serre (GES). En l'absence de dioxyde de carbone (CO2), méthane (CH4) et oxyde nitreux (N2O), la plus grande partie de la chaleur pénétrant dans l'atmosphère terrestre serait directement réémise dans l'espace, et la température moyenne de la Terre serait de -18 °C au lieu de 15 °C (A. Bourque, 2000). L'accroissement des concentrations de GES, lié essentiellement à l'industrialisation, la hausse de la demande en énergie, la croissance démographique et les changements dans l'utilisation des terres, accentue l'effet de serre « naturel », augmentant la température moyenne de la surface du globe (A. Bourque, 2000 ; GIEC, 2014). Ce réchauffement planétaire induit des modifications des paramètres du climat, car il déclenche une perturbation des circulations atmosphériques et autres sous-systèmes du système climatique (A. Bourque, 2000 ; JP. Besancenot, 2001). Les phénomènes climatiques extrêmes, notamment les sécheresses et les inondations, sont des produits de ce dérèglement, responsables des catastrophes dues aux conditions météorologiques (GIEC, 2001 ; 2007 ; 2014 ; L. Konaté et al., 2022). L'Afrique de l'Ouest et Centrale présentent une sensibilité accrue à ces phénomènes extrêmes en raison de leur structure économique, sociale et démographique (GIEC, 2007 ; S. Ardoin-Bardin, 2004 ; D. Noufé, 2011 ; S. Bigot, 2014).

Les différents rapports d'évaluation du GIEC (2001 ; 2007 ; 2014 et 2023) ont montré que la modification du climat mondial aura des répercussions considérables sur les écosystèmes mondiaux, les sociétés et la santé des populations (émergence de maladies vectorielles et infectieuses). Dans ce sens, les conditions météorologiques et climatiques influencent le mode de vie et la santé de la population (R. Ahossin et al., 2024). Ainsi, les répercussions négatives du réchauffement planétaire sont assez inquiétantes pour la santé (Mendonça F, 2004). D'après

Gatrel (2002), *« les changements climatiques affecteront aussi bien les vecteurs que les agents infectieux qui transmettent les maladies infectieuses telles que le paludisme, la dengue et la trypanosomiase (maladie du sommeil)* ».

La ville de Bangui, capitale de la République Centrafricaine (RCA), n'est pas en marge des perturbations climatiques et de leurs multiples impacts, notamment sur l'environnement, le cadre de vie et la santé de la population. Les inondations urbaines issues des crues par ruissellement pluvial, dues essentiellement aux extrêmes pluviométriques, ont créé un environnement favorable à la multiplication des vecteurs du paludisme par la stagnation des flaques d'eau dans des zones déprimées et marécageuses. Les crues consécutives aux pluies remplissent les gîtes larvaires, soit directement, soit par submersion des terres, étant les principaux facteurs environnementaux d'amplification des anophèles (F. Mendonça, 2004 ; F. Moussa, 2011).

Cet article analyse la dynamique pluviométrique annuelle et mensuelle associée au paludisme dans les 4^{e} et 8^{e} arrondissements de Bangui dans un contexte du changement climatique et de dégradation des conditions d'assainissement, voire de salubrité.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1 Caractéristiques géographiques de la zone d'étude

Bangui, située entre 4°19'0'' et 4°26'0'' Nord et entre 18°31'0'' et 18°39'0'' Est (figure 1), fut fondée le 26 juin 1889 par Uzac et Michel Dolisie au bord de l'Oubangui. D'un petit poste colonial, à l'avenir incertain, ensuite chef-lieu de l'Oubangui-Chari à partir de 1906, Bangui est devenue capitale de la RCA en 1958, deux ans avant l'accession du pays à l'indépendance le 13 août 1960 (F. Villien et al., 1990). Bangui compte 1 425 276 habitants en 2024 contre 881 525 habitants en 2017 (ICASEES, 2024). Les 4^{e} et 8^{e} arrondissements de Bangui, cadre de cette étude, comptent respectivement 158 448 et 148168 habitants en 2024. Sur le plan administratif, Bangui compte 10 arrondissements.

Sur le plan climatique, on distingue cinq variantes climatiques sur le territoire centrafricain (B. Doukpolo et al., 2022 ; JM. Djébata, 2023). La ville de Bangui est située dans la zone guinéenne forestière. C'est le climat de la frange septentrionale de la forêt équatoriale congolaise avec une pluviosité élevée (1400 mm à 2.100 mm) et une courte saison sèche hivernale. Le régime pluviométrique est de type bimodal avec le premier pic en août (225,9 mm) et le second en octobre (236,7 mm).

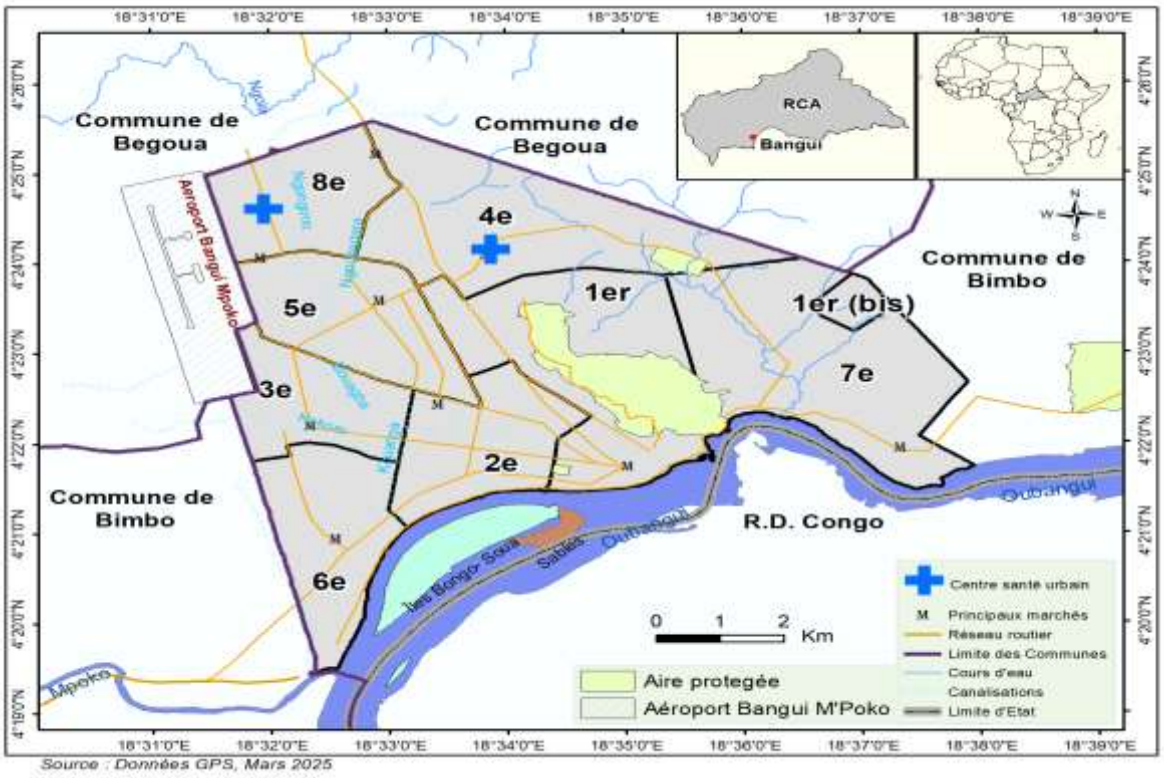


Figure 1 : Les centres de santé urbains de Boy- Rabé et de Bédé-Combattant à Bangui

1.2 Méthodes de collecte et de traitement de données

1.2.1 Détermination de la taille optimale de l'échantillon

Dans le cadre d'enquêtes réalisées pour cette étude, l'échantillonnage au niveau des arrondissements et des centres de santé retenus est crucial, non seulement pour déterminer les facteurs de développement, de la prolifération et de l'incidence du paludisme dans les 4ème et 8ème arrondissements de Bangui, mais aussi pour évaluer la pertinence des mesures préventives proposées par la population pour faire face à l'incidence du paludisme dans lesdits arrondissements et centres de santé identifiés.

Afin de garantir la représentativité au niveau des enquêtes, les méthodes probabilistes ont été utilisées. Les centres de santé sont choisis en fonction de leur proximité avec des ménages déjà sélectionnés (échantillonnage par grappes). Quant à la taille de l'échantillon, les enquêtes ont couvert 63 ménages dans le 4ème arrondissement et 57 ménages dans le 8ème arrondissement, soit un total de 120 ménages.

1.2.2 Collecte de données

Trois types de données ont été utilisés. Il s'agit de données climatiques, cliniques et démographiques.

- **Les données climatiques comprennent** les données de pluie et de température au pas de temps journalier, mensuel et saisonnier de la station de Bangui Mpoko collectées à la Direction Nationale de la Météorologie (DNM). Ces données d'observation ont été lacunaires surtout au pas de temps journalier. C'est ce qui justifie le recours aux produits satellitaires CHIRPS de l'Earth Resources Observation and Science (EROS) aux Etats-Unis

sur la période 1981-2024, qui associent les observations *in-situ* et les estimations satellitaires.

- **Les données paludiques ont** été collectées au centre de santé urbain de Boy-Rabe (situé dans le 4e arrondissement) et à la Formation Sanitaire (Fosa) de Bédé-Combattant (dans le 8e arrondissement de Bangui) pour la période 2016-2024. Il s'agit du nombre total de Gouttes Epaisse (GE) et de Test de Diagnostic Rapide (TDR) réalisées, du total des cas positifs et négatifs dans les deux formations sanitaires choisies.
- **Les données démographiques** proviennent du dernier Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH, 2020) et des projections de l'Institut Centrafricain des Statistiques, des Etudes Economiques et Sociales (ICASEES).

1.2.3 Traitement des données

Les données paludiques et climatiques mobilisées ont été appliquées à MS-Excel 2010 pour la recherche de corrélation entre les extrêmes pluviométriques et le nombre de cas positif du paludisme enregistré dans les deux formations sanitaires. Le logiciel Arcgis 10.4 a été utilisé pour la cartographie des sites d'étude. Tandis que le logiciel Khronostat mis au point par l'hydroscience de Montpellier a permis la recherche de ruptures climatiques dans la série chronologique (1981-2024).

1.2.3.1 Traitement de données pluviométriques

L'analyse interannuelle de la pluviométrie essentiellement sur des tests appliqués aux séries centrées-réduites (SE Nicholson, 2001) pour la détection des ruptures (test de Pettitt) et des tendances climatiques.

1.2.3.2 Relation entre les paramètres climatiques et l'incidence du paludisme

Le test de corrélation a été utilisé pour apprécier l'influence des variations saisonnières de la pluviométrie et de la température sur le paludisme (PCA. Ahohoundo et G. Boni, 2024). La relation entre ces deux catégories de variables est établie par un test de corrélation déterminé à partir du protocole suivant :

$r = \frac{cov\,(x,y)}{\sigma(x).\sigma(y)}$ (1)

où, x et y sont deux variables considérées ; σ(x) et σ(y) représentent leurs écarts-types. Par convention, la relation entre x (cas de paludisme) et y (paramètre climatique considéré) est interprétée selon la grille suivante :

$0{,}6 < |r| < 1$; les deux (2) paramètres évoluent de la même façon. Ils sont liés. L'évolution de l'un influe sur l'autre. Les deux (2) phénomènes sont fortement corrélés ;

• $0{,}3 < |r| < 0{,}6$; les deux (2) variables évoluent de manière approximativement identique. Ils sont moyennement corrélés ;

• $0 < |r| < 0{,}3$; les deux (2) variables sont indépendantes. Il n'existe aucun rapport entre l'évolution de l'un et celle de l'autre, aucune corrélation entre les deux (2) variables.

2. RESULTATS

Les pluies extrêmes sont considérées comme des aléas météorologiques caractérisés par des précipitations diluviennes susceptibles de causer des dégâts matériels et de nombreuses pertes en vies humaines. Même si sur le plan local, les précipitations présentent une tendance à la baisse depuis le début des années 2000, la ville de Bangui n'échappe pas aux extrêmes

pluviométriques provoquant quelquefois des inondations. Les déchets solides mobilisés au moment de l'envahissement de la terre par les eaux et abandonnés dans les canaux d'évacuation sont à l'origine du mauvais drainage et de la prolifération des moustiques, vecteurs du paludisme dans les 4e et 8e arrondissements de la ville de Bangui.

2.1 Les extrêmes pluviométriques journaliers à Bangui

A Bangui, les extrêmes de pluies journalières sont relativement faibles de l'ordre de 22, 3 mm à 42,4 mm et interviennent généralement vers la fin de la saison pluvieuse, notamment octobre et novembre (Figure 2.a, b et c).

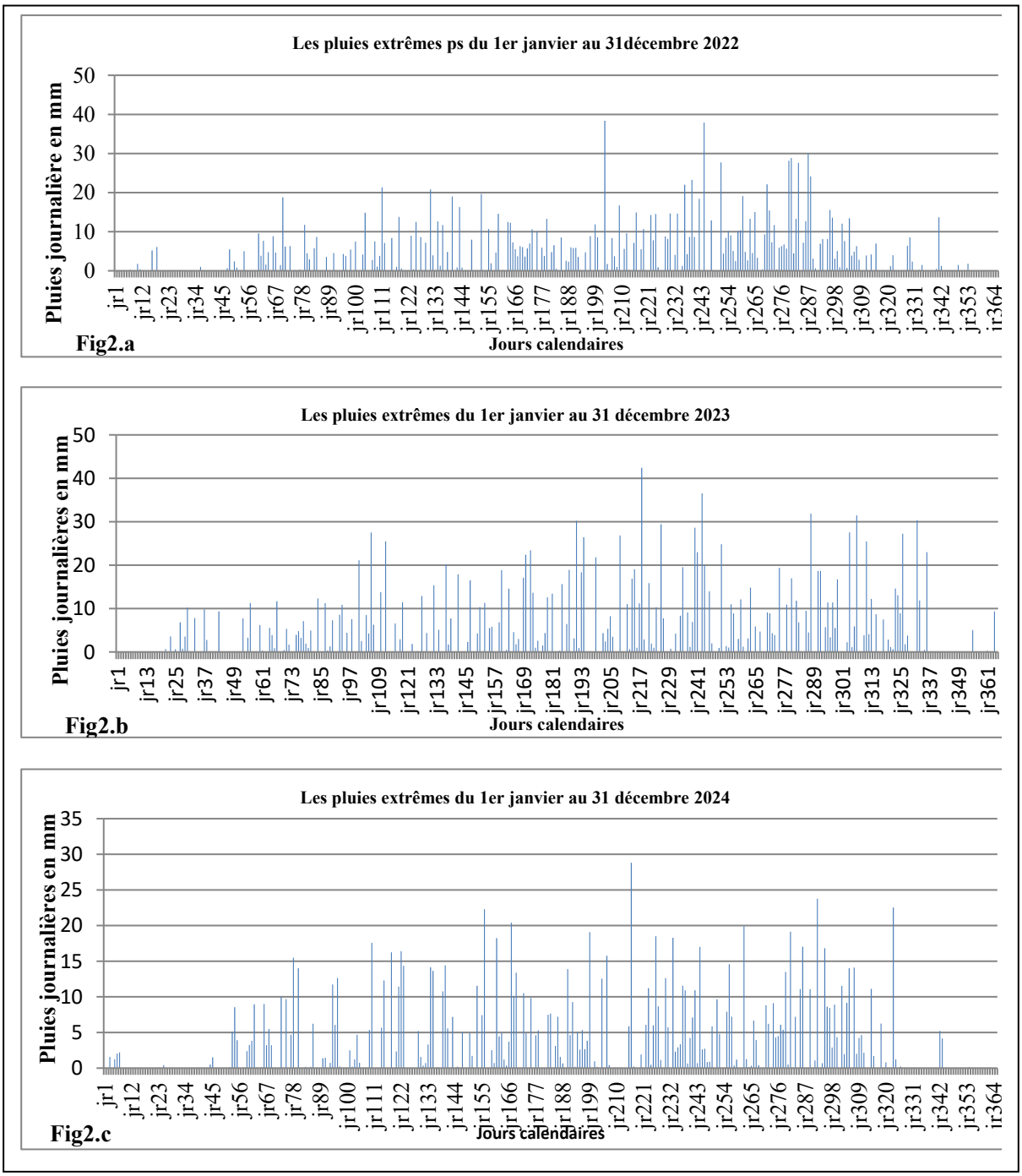


Figure 2 : Variation des pluies journalières à Bangui du 1er janvier au 31 décembre 2022, 2023 et 2024

2.2 Le régime mensuel des pluies à Bangui

La structure spatiale des précipitations moyennes mensuelles à Bangui correspond à l'évolution saisonnière de la position de la Zone de Convergence Intertropicale (ZCIT) vers le nord que SE Nicholson (1994) appelle « la période de la mousson africaine ». Comme dans tout le domaine guinéen forestier, c'est-à-dire l'espace centrafricain situé en marge de la forêt du bassin du Congo, le régime pluviométrique de Bangui est bimodal avec le premier pic en août (225,9 mm) et le second en octobre (236, 7 mm) (figure 3). C'est un espace caractérisé par 9 mois de saison des pluies (mars à novembre) et 3 mois de saison sèche (décembre à février). Une parfaite connaissance du régime pluviométrique mensuel permet d'appréhender le rythme pluviométrique et le rythme pathologique notamment le paludisme dans le 4^{e} et le 8^{e} arrondissement de la ville de Bangui.

2.3 Variation interannuelle des extrêmes pluviométriques de 1981-2024.

A l'échelle annuelle, on note une alternance d'années sèches et d'années humides traduisant une forte variabilité interannuelle sur la période 1981-2024 caractérisée par une régression des précipitations à partir de l'année1999 et matérialisée par la courbe de tendance (Figure 3). Pourtant, la fin des années 1990 a été considérée comme celle d'une reprise pluviométrique en Afrique de l'ouest et du centre (D. Noufé, 2011) et dans le bassin du Congo (SE. Nicholson et al., 2018). En République Centrafricaine, l'année 1999 fut particulièrement pluvieuse marquée par d'importantes inondations à Bangui et dans tout le pays : des parcelles agricoles et zones urbaines ont enregistré des invasions d'eau, un phénomène inhabituel. Les variations des précipitations en Afrique Centrale sont indépendantes des grands modes de variabilité du climat à l'échelle planétaire comme ENSO, mais elles présentent une réponse un peu plus marquée aux températures de surface marine (TSM) de l'océan Atlantique (P. Camberlin, 2007). Les variations des hauteurs annuelles des précipitations n'expliquent pas directement le rythme pathologique du paludisme mais elles contribuent à la création des conditions favorables au développement des vecteurs du paludisme comme les inondations, flaques d'eau et les gîtes larvaires.

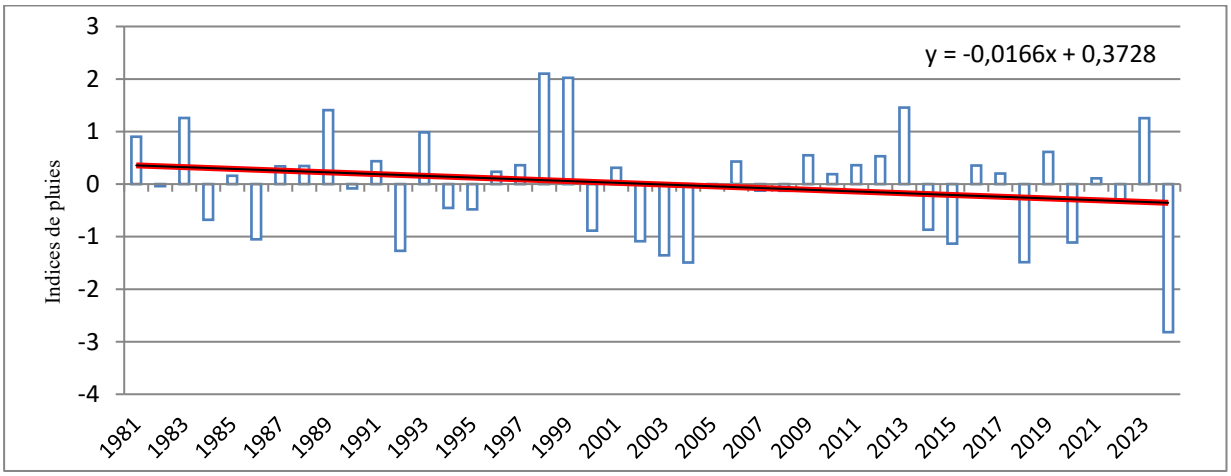


Figure 3 : Anomalies et tendance pluviométriques à Bangui de 1981 à 2024

2.4 Une variabilité interannuelle marquée par l'absence de rupture de stationnarité

La variable U de test de Pettitt indique l'absence de rupture de stationnarité dans la série pluviométrique analysée. Cependant, on note plusieurs tendances dans la variabilité interannuelle des précipitations. Le début des années 1980 est marqué par une période sèche liée aux sécheresses de 1981 à 1984 en Afrique occidentale et centrale entraînant de lourdes conséquences sur le plan économique et social en Centrafrique (P. Dibrine, 1984). Cependant, de 1985 à 1999 on constate un retour à la normale des précipitations suivi d'une période de régression jusqu'en 2008. A partir de cette date, les précipitations ont légèrement augmenté jusqu'en 2014 avant de chuter progressivement jusqu'en 2022 (Figure 4).

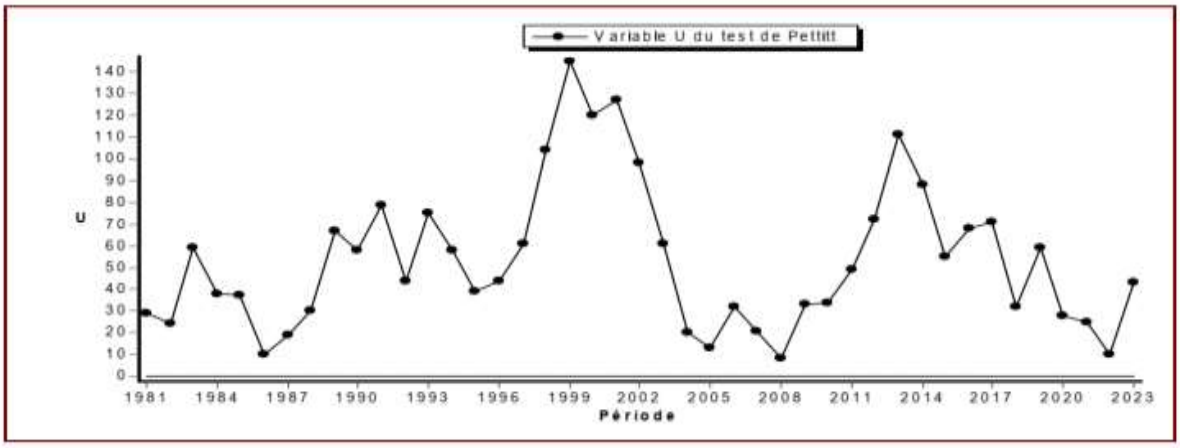


Figure 4 : Evolution de la variable U du test de Pettitt à Bangui de 1981 à 2024

2.5. Corrélation entre pluies annuelles et paludisme aux Centres de santé urbain de Boy-Rabe et Bédé- Combattant de 2016 à 2024

Les pluies annuelles sont souvent considérées comme responsables de submersion de certains quartiers de la ville de Bangui. En raison des inondations temporaires qu'elles provoquent, les pluies annuelles contribuent à la formation des ordures, des déchets solides et liquides, des gîtes larvaires et à la prolifération des vecteurs du paludisme. Cependant, il n'existe pas un lien direct entre les pluies annuelles et le paludisme dans le 4^{e} et le 8^{e} arrondissement de Bangui. Le coefficient de corrélation entre les précipitations annuelles et le nombre de cas de paludisme de 2016 à 2024 est de -0,4 au centre de santé urbain de Boy-Rabe contre -0,5 au centre de santé de Bédé-Combattant. Cependant, contrairement au centre de santé de Bédé-Combattant, on note une tendance à la baisse du nombre de cas positifs du paludisme au centre de santé urbain de Boy-Rabé (Figure 5).

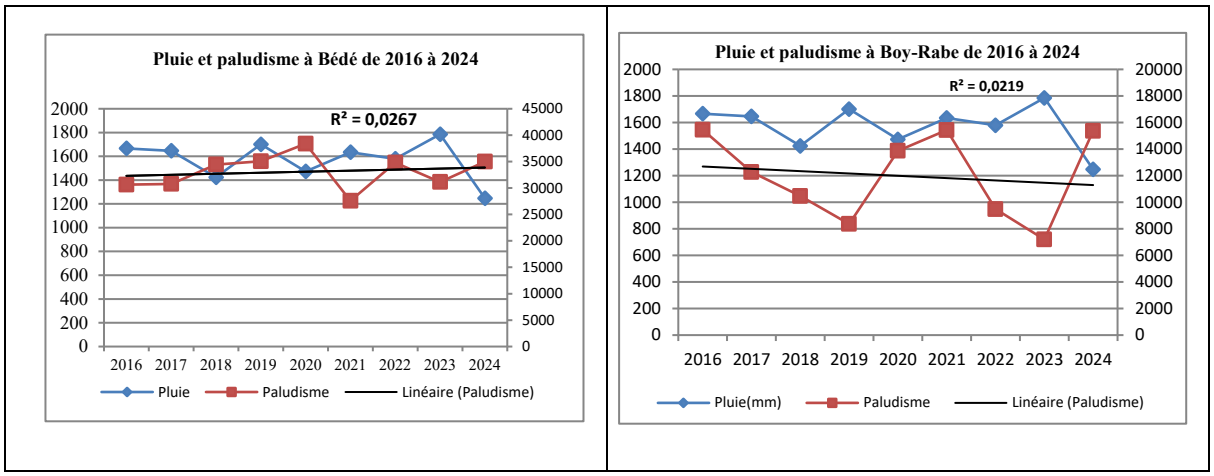


Figure 5 : Corrélation entre pluies annuelles et paludisme aux Centres de santé urbain de Boy-Rabe et Bédé- Combattant 2016 à 2024

2.6 Corrélation entre le régime pluviométrique mensuel et le paludisme au Centre de santé urbain de Boy-Rabe et de Bédé- Combattant.

La relation entre la pluviométrie et le nombre de cas de paludisme dans le 4e et le 8e arrondissement a été étudiée par confrontation des volumes mensuels des précipitations au nombre de cas mensuels de paludisme. Le coefficient de corrélation utilisé a permis de mesurer le degré de relations entre les précipitations et le nombre de cas de paludisme. Excepté le centre de santé de Bédé-Combattant où on observe en 2022, une forte corrélation entre la pluviométrie et le paludisme (r = 0,7), les coefficients de corrélation entre ces deux paramètres sont moyens au centre de santé urbain de Boy-Rabé en 2023 (r = 0,5) et 2024 (r = 0,5) et faibles au centre de santé de Bédé-Combattant en 2023 (r = 04) et 2024 (r = 0,4).

La figure 6 montre que les extrêmes pluviométriques mensuels ne coïncident pas avec la hausse du nombre de cas du paludisme. En effet, dans les deux centres de santé, on constate que les mois les plus pluvieux ne sont pas ceux qui totalisent un grand nombre de cas de paludisme. Inversement, les mois moins pluvieux ne sont pas ceux qui enregistrent le faible taux du paludisme. Ce qui montre que bien qu'étant le facteur non négligeable, la pluie seule ne peut pas expliquer la prolifération, le développement des vecteurs et l'incidence du paludisme dans le 4e et le 8e arrondissement de Bangui. Au-delà de la pluviométrie, les facteurs environnementaux et les conditions locales de surface influencent également les gîtes larvaires, par conséquent, la multiplication des vecteurs du paludisme dans la ville de Bangui. Situé au piémont des collines de Bas-Oubangui, le centre de santé urbain de Boy-Rabe est épargné des phénomènes d'inondation car les eaux de pluie descendent la pente et finissent leur course, soit dans le cours d'eau Ngoubagara, soit dans les quartiers environnants, situés en zones de plaines (Miskine, Benz-Vi, Malimaka etc.) (Figure 6).

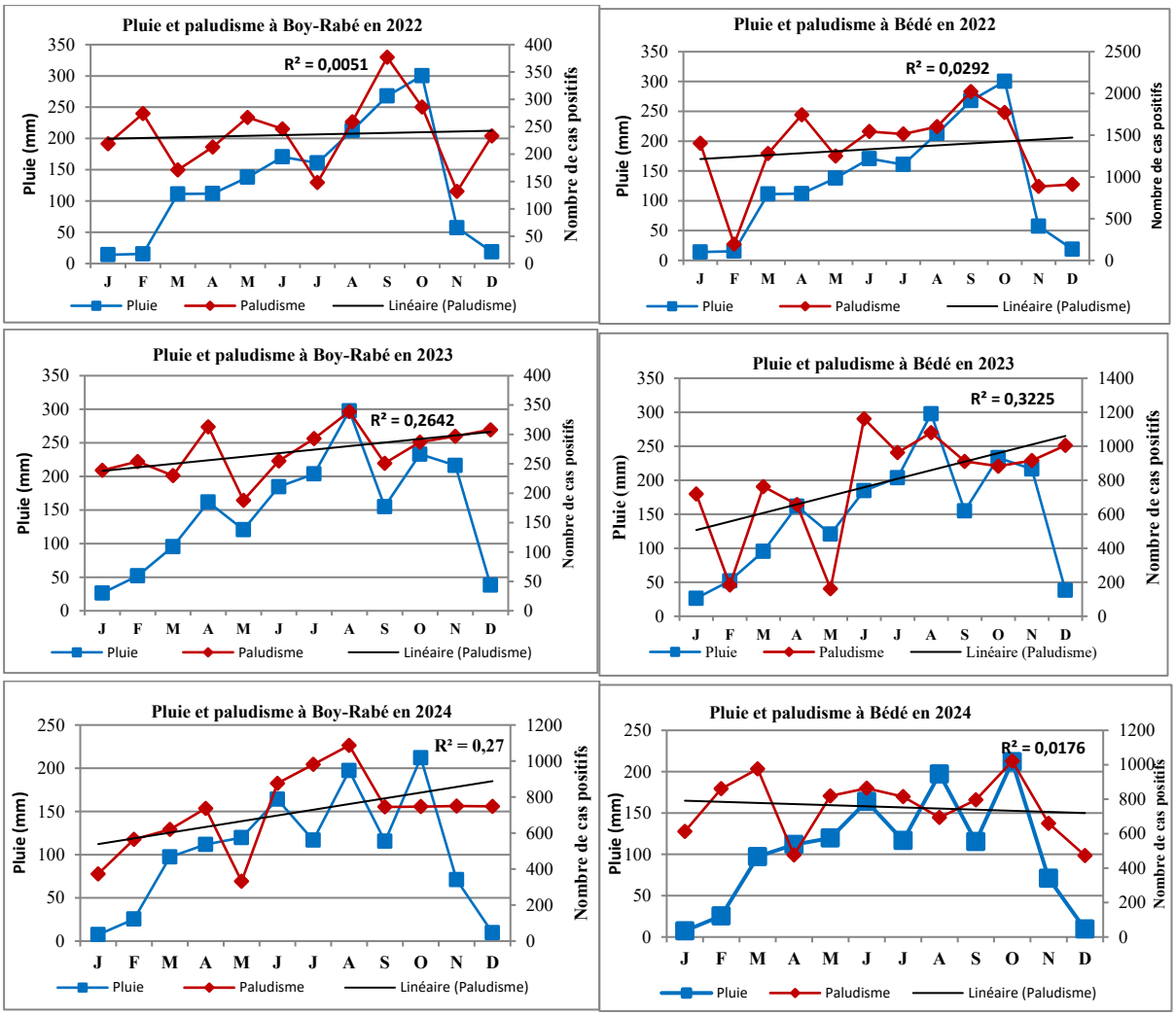


Figure 6 : Corrélation entre le régime pluviométrique mensuel et le paludisme au Centre de santé urbain de Boy-Rabe et de Bédé- Combattant à Bangui de 2022 à 2024

2.7 Liaison du régime thermométrique mensuel et le paludisme dans le 4ème et le 8eme arrondissement de Bangui.

De même que les précipitations, le coefficient de corrélation a été utilisé pour rechercher la relation entre les régimes thermiques mensuels et le rythme mensuel du nombre de cas de paludisme au centre de santé de Boy-Rabé et au centre de santé de Bédé-Combattant. Excepté l'année 2024 où une forte corrélation (r = 0,6) a été constatée entre les températures mensuelles et le nombre de cas de paludisme au centre de santé de Bédé-Combattant, les résultats obtenus indiquent une faible corrélation (r = 0,01 et r = 0,1) entre les régimes thermométriques et le nombre de cas positifs de paludisme diagnostiqués dans les deux centres de santé (Figure 7).

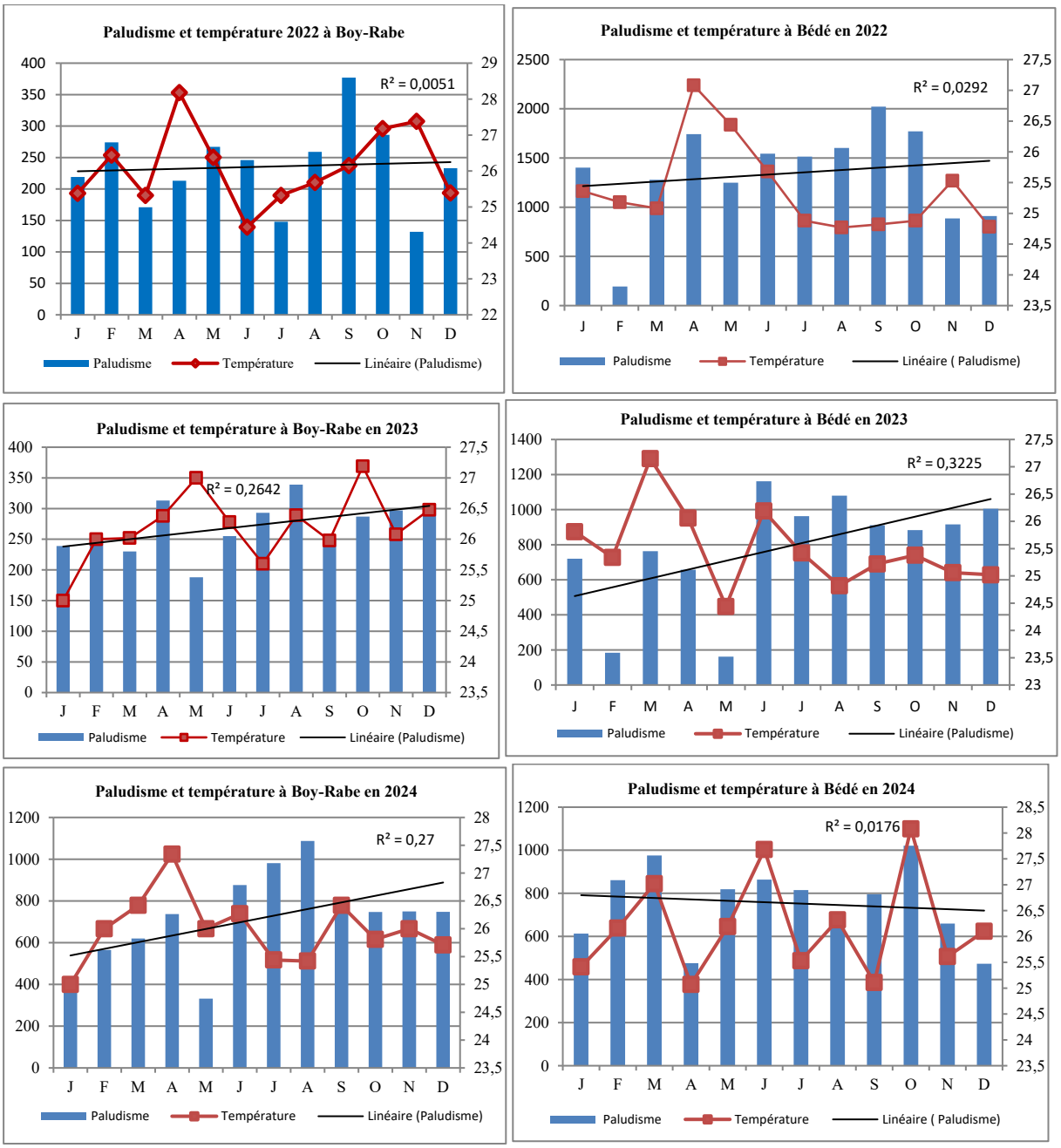


Figure 7. Corrélation entre le régime thermométrique mensuel et le rythme mensuel du paludisme au centre de santé urbain de Boy-Rabé et au centre de santé de Bédé-combattant

En 2022, le coefficient de corrélation est de 0,01 au centre de santé urbain et de Boy-Rabé contre 0,06 au centre de santé de Bédé-Combattant. En 2023, les coefficients de corrélation au centre de santé de Boy-Rabé et de Bédé-Combattant sont respectivement de 0,06 et 0,1. En 2024, on observe 0,04 à Boy-Rabe et 0,7 à Bédé-Combattant. Ces coefficients de corrélation généralement faibles (figure 7) montrent que la température mensuelle à elle seule, ne peut en effet pas expliquer l'incidence du paludisme à Bangui.

2.8 Perception de la population sur les facteurs du paludisme dans le 4ème et le 8ème arrondissement de Bangui.

Le tableau 1 présente la perception de la population sur les principaux facteurs de prolifération et de l'incidence du paludisme dans le 4e et le 8e arrondissement de Bangui. D'après les enquêtés, les principaux facteurs du paludisme dans les deux arrondissements sont entre autres, l'insalubrité des quartiers (42,5%), le manque de canalisation ou la faible urbanisation (25%), la stagnation des eaux usées (16,7%), la faible couverture des ménages en Moustiquaires Imprégnées d'Insecticide à Longue Durée d'Action (Milda) (8,3%) et l'inondation des quartiers en fin de saison pluvieuse lorsque la capacité d'infiltration du sol est atteinte (7,5%). L'insalubrité constitue donc le premier facteur de multiplication des vecteurs et de l'incidence du paludisme dans la ville de Bangui. 42,5 % interrogées affirment que l'insalubrité des quartiers du 4e et du 8e arrondissement de Bangui est non seulement la cause principale du paludisme mais également un véritable danger pour la santé de la population. 25 % des enquêtés déclarent que le manque de canalisation liée à la faible urbanisation de la ville de Bangui est à l'origine du mauvais drainage. Des zones de dépôts de débris créées par le mauvais drainage des eaux de ruissellement constituent des gîtes larvaires et des espaces de prédilection pour la prolifération des anophèles, vecteurs du paludisme.

Tableau I : Les facteurs de développement, de la prolifération et de l'incidence du paludisme dans le 4eme et le 8eme arrondissement de Bangui.

	4ème Arrdt		**8ème Arrdt**		**4ème et 8ème Arrdts**	
Facteurs du paludisme	***Nbre***	***%***	***Nbre***	***%***	***Nbre***	***%***
Insalubrité	32	*26,7*	19	*15,8*	**51**	***42,5***
Manque de canalisation	10	*08,3*	20	*16,7*	**30**	***25,0***
Stagnation des eaux usées	13	*10,8*	07	*05,9*	**20**	***16,7***
Faible couverture en MILDA	04	*03,3*	06	*05,0*	**10**	***08,3***
Inondation	04	*03,3*	05	*04,2*	**09**	***07,5***
Totaux	**63**	***52,4***	**57**	**47,6**	**120**	**100**

Source : enquête de terrain, mars 2025

2.9 Opinion de la population sur les mesures préventives face au paludisme

Le tableau 2 présente les points de vue de la population concernant les mesures à prendre afin de minimiser l'incidence du paludisme dans le 4e et le 8e arrondissement de Bangui. Il s'agit de la lutte contre l'insalubrité (43,3%), l'utilisation des moustiquaires imprégnées (16,7%), l'urbanisation des quartiers (12,5%), l'utilisation des antipaludiques (12,5%), la sensibilisation de la population sur l'importance de dormir sous moustiquaire mais également la nécessité de se faire consulter en cas de fièvre pour une prise en charge précoce du paludisme (8,3%) et l'usage des bacs à ordures (6,7%). 91% du personnel de santé interviewé ont insisté sur la lutte contre l'insalubrité en illustrant le Rwanda comme modèle de pays africain ayant vaincu le paludisme par la salubrité.

Tableau II : Mesures préventives proposées par la population pour faire face à l'incidence du paludisme dans le 4eme et le 8eme arrondissement de Bangui.

	4ème Arrdt		8ème Arrdt		4ème et 8ème Arrdts	
Mesures préventives	***Nbre***	***%***	***Nbre***	***%***	***Nbre***	***%***
Lutte contre l'insalubrité	27	*22,5*	25	*20,8*	**52**	*43,3*
Utilisation des moustiquaires	10	*08,3*	10	*08,3*	**20**	*16,7*
Urbanisation des quartiers	07	*05,8*	08	*06,7*	**15**	*12,5*
Utilisation des antipaludiques	10	*08,3*	06	*05,0*	**16**	*13,3*
Sensibilisation de la population	05	*04,2*	04	*03,3*	**09**	*07,5*
Usage des bacs à ordures	04	*33,3*	04	*03,3*	**08**	*06,7*
Totaux	**63**	***52,5***	**57**	**47,5**	**120**	**100**

Source : enquête de terrain, mars 2025

3. DISCUSSION

Cette étude révèle que les extrêmes pluviométriques n'expliquent pas forcément l'incidence du paludisme dans le 4e et le 8e arrondissement de Bangui. A l'échelle annuelle, on note que les années normalement humides ou plus pluvieuses ne sont pas celles qui enregistrent le plus grand nombre de cas de paludisme. Ces résultats montrent que les volumes annuels des précipitations n'expliquent pas l'incidence du paludisme dans les deux arrondissements de Bangui.

A l'échelle mensuelle, les extrêmes pluviométriques ne coïncident pas systématiquement avec la hausse du nombre de cas du paludisme. Inversement, les mois les moins pluvieux ne sont pas ceux qui enregistrent le faible taux du paludisme. Ces résultats corroborent avec les sorties d'analyse calibrées par F. Moussa (2011) montrant bien qu'il pleuve seulement 2 à 3 mois sur 12 de l'année, l'*Anophèle gambiae* était produit de façon continue dans la localité de Dèbo, écologiquement proche du Sahara et que des moustiques infectés ont été trouvés toute l'année (avant, pendant et après la saison des pluies) dans les habitations humaines de Dèbo. De même, H. Saïdou (2018), a montré que la morbidité et la mortalité élevées liées au paludisme résultent de nombreuses contraintes qui fragilisent la crédibilité des systèmes de santé dans la plupart des pays endémiques, notamment le manque de financement, l'insuffisance de personnel qualifié et l'absence de permanence des services. Cependant, ces résultats ne sont pas identiques à ceux obtenus par P.C.A. Ahohoundo et al. (2024) au Bénin, indiquant que la distribution mensuelle des précipitations dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni influence l'évolution de l'incidence cumulée du paludisme. Ces résultats obtenus diffèrent également du rapport de la Commission de l'Union africaine sur le paludisme (2024), lequel indique que les conditions météorologiques extrêmes ponctuelles sont à l'origine de fortes flambées de la maladie. Selon la Commission, les déplacés climatiques bénéficient rarement de la protection des moustiquaires ou de la pulvérisation intradomiciliaire à effet rémanent, et leur accès au diagnostic ainsi qu'aux thérapies précoces demeure limité. La nuance à relever ici est que l'Union africaine a abordé la relation entre climat et paludisme à l'échelle du continent, tandis que la présente étude se concentre sur l'impact des extrêmes pluviométriques à l'échelle des arrondissements d'une ville (Bangui).

Cette étude révèle aussi que l'insalubrité, le manque de canalisation, la stagnation des eaux usées d'origine domestiques, la faible couverture des ménages en Milda et l'inondation temporaire de certains quartiers du 8e arrondissement (Damala, Combattant, Ngongonon et les secteurs proches de l'aéroport international de Bangui M'Poko, situés dans la zone de plaine) sont autant de facteurs favorisant la prolifération des vecteurs du paludisme à Bangui. Face à l'incidence du paludisme sur la population, des mesures préventives ont été mises en place. Il s'agit de la lutte contre l'insalubrité, l'utilisation des Milda, prise en charge de la population avec les antipaludiques, la sensibilisation et l'usage des bacs à ordures.

Ces résultats sont similaires à ceux de R. Ahossin et al. (2024) qui ont montré que le partage des moustiquaires, la prise en charge des soins accessibles en toutes saisons aux populations ainsi que le renforcement des ressources humaines affectées pour le diagnostic et la prise en charge du paludisme dans la Commune de Zogbodomey, constituent les principales mesures d'adaptation à l'incidence du paludisme sur la population. En République Démocratique du Congo, les stratégies de lutte contre le paludisme reposent également sur la lutte antivectorielle, la chimioprophylaxie, la vaccination, la prise en charge des soins ainsi que la surveillance de la maladie (M. Vautrot, 2023). Cependant, au Cameroun, H. Saïdou (2018) a préconisé le Financement Basé sur les Résultats ou sur la Performance (FBR ou FBP) visant à améliorer et stimuler la demande des services de santé surtout maternelle et infantile à travers la gratuité des soins aux indigents et l'amélioration de la qualité des prestations desdits services dans les centres de santé. Afin de maintenir l'efficacité de la lutte antivectorielle, des outils complémentaires aux MILDA, tels que l'Information, l'Éducation et la Communication (IEC), la pulvérisation intradomiciliaire d'insecticide et la lutte anti-larvaire à base d'insecticides d'origine bactérienne, sont mis à la disposition des Programmes Nationaux de Lutte contre le Paludisme (PNLP) des pays d'Afrique subsaharienne, notamment en Côte d'Ivoire (M. B. ZOGO, 2019).

La pluviométrie extrême et l'occurrence du paludisme dans les 4e et 8e arrondissements de Bangui, ont été étudiées. Cependant, la principale limite de ce travail réside dans l'utilisation d'une série de données paludiques relativement courte, faute de disposer d'une série plus longue.

CONCLUSION

Cette étude établit la relation entre les extrêmes pluviométriques et le paludisme dans les 4e et 8e arrondissements de Bangui. A l'échelle annuelle et mensuelle, les courbes de tendance indiquent une augmentation du taux d'incidence du paludisme au centre de santé Bédé-Combattant et une tendance à la baisse du nombre de cas positifs au centre de santé urbain de Boy-Rabé. Les coefficients de corrélation entre les extrêmes pluviométriques et l'occurrence du paludisme à l'échelle annuelle et mensuelle aux deux centres de santé varient entre $r = 0,4$ et $r = 0,7$. Ce qui montre que les extrêmes pluviométriques seuls n'expliquent pas la prévalence du paludisme dans le 4e et le 8e arrondissement de Bangui. L'insalubrité des quartiers (42,5%), le manque de canalisation (mauvais drainage) (25%), la stagnation des eaux usées (16,7%), la faible couverture des ménages en Milda (8,3%) et l'inondation temporaire de certains quartiers en fin de saison pluvieuse lorsque la capacité d'infiltration du sol est atteinte (7,5%), constituent les principaux facteurs de risques du paludisme dans les deux arrondissements. Face à l'endémisme du paludisme, la population des deux arrondissements ont développé des mesures d'adaptation parmi lesquelles, la lutte contre l'insalubrité, l'utilisation des moustiquaires

imprégnées et des antipaludiques, l'urbanisation des quartiers, la sensibilisation de la population sur l'importance de dormir sous moustiquaire mais également la nécessité de se faire consulter en cas de fièvre pour une prise en charge précoce du paludisme.

Références Bibliographiques

AHOHOUNDO P.C.A et G. BONI., 2024, Evolution temporelle de l'incidence du paludisme dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni : influence du climat local et des mesures de prévention. *Afrique* SCIENCE *24(5) (2024),* pp *93-107.*

AHOSSIN R., G .ATCHADE., G. WOKOU ET I .YABI., 2024, Rythme climatique et évolution des pathologies dans la commune de Zogbodomey au Sud-Bénin. Afrique SCIENCE 24(3) (2024) 1-16.

ARDOIN-BARDIN S., 2004, Variabilité hydroclimatique et impacts sur les ressources en eau de grands bassins hydrographiques en zone soudano-sahélienne. Thèse de Doctorat. Université de Montpellier II, 437 p.

BESANCENOT J-P., (2001). Climat et santé, Paris, PUF. (coll. Médecine et société), 128 p.

BIGOT S., 1997, Les précipitations et la convection profonde en Afrique centrale : cycle saisonnier, variabilité interannuelle et impact sur la végétation. Thèse de doctorat. Université de Bourgogne, Dijon. *289 p.*

BOURQUE A., 2000, Les changements climatiques et leurs impacts », Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 1 Numéro 2 | septembre 2000, URL : http://journals.openedition.org/vertigo/4042 ; DOI : 10.4000/vertigo.404

DJEBATA J.M., 2023, Variabilité pluviométrique, facteurs socio-économiques et disponibilité des chenilles comestibles dans le sud-ouest centrafricain. Thèse de doctorat de géographie physique (Climatologie). Université de Dschang (Cameroun). 341p.

DJIBRINE P., 1984, *Note sur la pluviométrie de la saison 1982-1983*. Bangui (RCA), 9p.

DOUKPOLO B., WATTA M., HARRISON M., 2022, Simulation des températures en Centrafrique au moyen des modèles climatiques et impacts potentiels sur la santé humaine. *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé,* 5 *(10), 115-132*

GATREL A. C. 2002, *Geographies of health, An introduction*, Oxford, Blackwell Publishers Ltd.

GIEC**.,** 2001, Bilan des changements climatiques : rapport de synthèse. Contribution des groupes de travail I, II et III au Troisième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques. Genève, Suisse, 216 p.

GIEC., 2007, Climate Change 2007: The Physical Science Basis - Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

GIEC., 2014, Incidences, adaptation et vulnérabilité » – Résumé à l'intention des décideurs. Contribution du GT II au 5eme rapport d'évaluation du GIEC [FIELD Christopher, Barros Vicente, Dokken David, Mach Katharina, Mastrandrea Michael, Bilir Eren, Chatterjee

Monalisa, EBI Christie, Estrada Yuka, Girma Birhanu, Levy Adam, Cramer Wolfgang, Maccracken Robert, Mastrandrea Paije et White Leslie (eds.)]. OMN, Genève, Suisse, 34 p.

ICASEES, 2024, Annuaire statistique de la République Centrafricaine. 350 p.

KONATE L., BOYOSSORO KOUADJO, H., AKE G.E., N'GUESSAN BI, V.H, BALLIET.,R., DJE B.K., KOUASSI A.M., BIEMI J., 2022, Tendance et significativité des indicateurs d'extrêmes pluviométriques et pertes en vie humaines liées aux inondations dans le district d'Abidjan (Sud de la Côte d'Ivoire). IJESI pp 31-42

MENDONÇA F., 2004, Réchauffement global et santé : aspects généraux et quelques particularités du monde tropical, Annales de l'Association Internationale de Climatologie, vol 1, 2004, Caen, France, p. 157-176.

MOUSSA F., 2011, Impact du climat sur l'écologie et la transmission du paludisme : analyse du risque palustre dans le septentrion malien. Médecine humaine et pathologie. Université de Grenoble, 2011. Français. 245 p.

NICHOLSON S. E., (2001). Climatic and environment change in Africa during the last two centuries. Clim. Res., 17, 123-144.

NICHOLSON S. E., DEZFULI A.K., et ZHOU L., 2018, New Rainfall Datasets for the Congo Basin and Surrounding Regions. Journal of Hydrometeorology. Vol 19, 1379- 1396.

NICHOLSON S.E., 1994, Recent rainfall fluctuations in Africa and their relationship to past conditions over the continent. Holocene, 4, pp 121–131.

NOUFE D., 2011, *Changements hydroclimatiques et transformations de l'agriculture : l'exemple des paysanneries de l'Est de la Côte d'Ivoire*. Thèse de doctorat de géographie, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, UFR de Géographie UMR 8586. 350 p.

Rapport d'étape 2024 de l'UA sur le paludisme. 17 p.

SAÏDOU H., 2018, Pauvreté, paludisme et réformes des systèmes de santé en Afrique : trois études appliquées au Cameroun. Thèse de doctorat de science économique. Université Paris-Dauphine.227 p.

VAUTROT M., 2023, L'exemple de la lutte contre le paludisme dans un pays africain : République démocratique du Congo. Sciences pharmaceutiques. Thèse de doctorat. Faculté de Pharmacie de Montpellier. 67p.

VILLIEN F., SOUMILLE P., VIDAL P., et PIROVANO J-P., 1990, Bangui, capitale d'un pays enclavé d'Afrique centrale. Étude historique et géographique. Centre de recherche sur les espaces tropicaux, pp. 1-202.

ZOGO M.B., 2019, Impact entomologique de stratégies complémentaires de lutte intégrée contre le paludisme dans un contexte de résistance des vecteurs aux insecticides au Nord de la Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat de l'Université de Montpellier (UM) et de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) en Science de la vie – Entomologie Médicale et Vétérinaire. 213 p.