

Analysis of Spatio-Temporal Variation of Malaria in the Sakété-Ifangni Health Zone, South-East of Benin

Analyse de la variation spatio-temporelle du paludisme dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni, au sud-est du Bénin

Parfait C. Alexis Ahohoundo¹, Gratien Boni², Roch Christian Johnson²

¹Doctorant en Géographie à l'Université d'Abomey-Calavi (UAC)/BENIN, E-mail: parfait2010@gmail.com

²Université d'Abomey-Calavi (UAC) / Centre Interfacultaire de Formation et de Recherche en Environnement pour le Développement Durable (CIFRED) / Laboratoire « Hygiène, Assainissement, Ecotoxicologie, Environnement et Santé » (HECOTES)

Abstract: Malaria remains one of the most widespread parasitic diseases in the world. African countries south of the Sahara are particularly vulnerable, with high levels of transmission despite multiple prevention and control interventions. The present study analyzes the spatio-temporal variation in malaria incidence in the Sakété-Ifangni health zone in southeastern Benin. To this end, the epidemiological, demographic and spatial data collected underwent specific processing. The Cochran Armitage test was used to assess the temporal trend in the cumulative incidence of malaria, while the spatial dimension of the endemic was apprehended using the Inverse Distance Weighted (IDW) method, which revealed the levels of endemicity in the communes of Sakété and Ifangni. The results reveal an accentuation of the disease at health zone level, reflected in a fluctuating and increasing overall trend, rising from 76.13 ‰ to 144.37 ‰ over the decade. Similarly, disease transmission follows a seasonal pattern that contrasts a period of decline (51.62 ‰ in February-March) followed by a surge in cases between April and November (88.98 ‰). At communal level, the increase in the frequency of morbid events over the decade is maintained, although the commune of Ifangni is less affected. The same is true for the arrondissements, although morbidity in regions with high morbidity is three times higher (3.21) than in those with low morbidity. These various trends are confirmed by the Cochran Armitage test. Moreover, geospatial variation shows that morbid risk is more pronounced in the northwest (Ita-Djèbou) and south (Banigbé, Daagbé, Tchaada and Takon) regions, which are the endemic foci.

These results on the variation of the disease in time and space are crucial for rigorous planning and increased monitoring of targeted control actions at health zone level.

Keywords: Variation, Malaria, Spatio-temporal, Health zone, Sakété and Ifangni.

Résumé: Le paludisme reste l'une des affections parasitaires les plus répandues dans le monde. Les pays de l'Afrique au Sud du Sahara en sont particulièrement vulnérables avec des niveaux de transmission élevés malgré les multiples interventions de prévention et de contrôle. La présente étude analyse la variation spatio-temporelle de l'incidence palustre dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni au sud-est du Bénin. Les données épidémiologique, démographique et spatiale collectées à cet effet, ont fait l'objet de traitements spécifiques. Le test de Cochran Armitage a été utilisé pour apprécier la tendance temporelle de la morbidité palustre tandis que l'approche d'Inverse de Distance Pondérée (IDW) a servi à spatialiser les niveaux d'endémicité dans les communes de Sakété et Ifangni. Les résultats révèlent à l'échelle de la zone sanitaire, une accentuation de la maladie, se traduisant par une tendance globale fluctuante et croissante, passant de 76,13 ‰ à 144,37 ‰ sur la décennie. De même, la transmission de la maladie suit une saisonnalité qui oppose une période de baisse (51,62 ‰ en février-mars) à celle de la flambée des cas entre Avril et novembre (88,98 ‰). Au niveau communal, l'augmentation de la fréquence des événements morbides sur la décennie se maintient, bien que la commune de Ifangni soit moins touchée. Le constat est identique dans les arrondissements, même si la morbidité observée au niveau des régions de forte morbidité est trois fois (3,21) supérieure à celle présentant une faible morbidité. Ces diverses tendances sont confirmées par le test de Cochran Armitage. Par ailleurs, la variation géospatiale montre que le risque morbide est plus prononcé dans les régions nord-ouest (Ita-Djèbou) et sud (Banigbé, Daagbé, Tchaada et Takon) qui en sont les foyers endémiques.

Ces résultats de la variation de la maladie dans le temps et l'espace sont cruciaux pour une planification rigoureuse et une surveillance plus accrue des actions ciblées de contrôle de la lutte au niveau de la zone sanitaire.

Mots clés: Variation, Paludisme, Spatio-temporelle, Zone sanitaire, Sakété et Ifangni.

Introduction

Le paludisme est incontestablement la maladie parasitaire, potentiellement mortelle et qui touche une partie importante de la population mondiale. Cette endémie dont la transmission est assurée par les piqûres de moustiques anophèles, représente une menace considérable dans la plupart des régions endémiques, surtout celles dépourvues

d'infrastructures médicales adéquates (J. O. Dada, 2023, p. 1). Pour ce faire, des efforts accrus sont déployés en vue d'inverser la tendance croissante du paludisme et garantir l'accès équitable à des outils salvateurs de lutte (Fond Mondial, 2024, p. 4).

Les récentes statistiques publiées en 2024 par l'Organisation Mondiale de la Santé indiquent qu'environ 2,2 milliards de cas de paludisme et 12,7 millions de décès attribués à cette maladie ont été prévenus depuis l'an 2000. Ces réalisations résultent d'un ensemble de politiques d'intervention et de stratégies de lutte, mises en oeuvre à travers des programmes nationaux, visant à réduire la transmission du paludisme et à diminuer la mortalité associée (M. A. Tewara *et al.*, 2018, p. 2 ; C. Birane *et al.*, 2016, p. 276). Il s'agit d'un package de mesures de prévention efficaces, telles que l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticide, ainsi que l'accès à des traitements antipaludiques appropriés et à des campagnes de sensibilisation ciblées. L'opérationnalisation de ces actions au sein des stratégies de lutte sanitaire et préventive a conduit à une diminution significative de 36,24 % des cas de morbidité et de 63 % des décès liés à la maladie (OMS, 2024, p. 4). Malgré ces avancées significatives, la transmission du paludisme reste un problème sensible dans plusieurs pays africains où son impact est encore fortement ressenti.

En Afrique, un certain nombre de déterminants géo-environnementaux, en l'occurrence les facteurs climatiques, les paysages et la couverture au sol sont connus pour influencer grandement la transmission et l'incidence du paludisme (A. Akinbobola et I. Ikiroma, 2018, p. 1 ; O. Okunlola et O. Oyeyemi, 2019, p. 1 ; R. Bigirinama *et al.*, 2020, p. 2). Plusieurs études ont démontré l'impact significatif des conditions climatiques, telles que la température, les précipitations et l'humidité relative sur le potentiel reproductif des moustiques adultes (A. Stéfani, 2011, p. 48 ; A. S. Bio Bangana, 2013, p. 64 ; R. Gouataine Seingué et M. Ymba, 2019, p. 144). De même, les variations éco-climatiques ont été identifiées comme un facteur contribuant à l'hétérogénéité de la transmission du paludisme en Afrique intertropicale (C. Antonio-Nkondjio *et al.*, 2002, p. 350 ; F. T. Tokponnon *et al.*, 2023, p. 2). Ces réalités sont particulièrement exacerbées dans les zones rurales, où l'exposition aux infections palustres est plus élevée, car les populations de vecteurs y sont plus denses et diversifiées (T. Z. Nigussie *et al.*, 2023, p. 2). Ces facteurs contribuent à accentuer le risque de transmission du paludisme dans de nombreux Etats ouest-africains endémiques.

En république du Bénin, le paludisme connaît des variations saisonnières dans toutes les régions du pays (R. Aikpon *et al.*, 2020, p. 2). Cette variabilité se traduit par d'importantes disparités des niveaux d'intensité de la transmission entre la région méridionale et septentrionale du pays (PNLP, 2023, p. 4). De telles évolutions soulignent l'importance d'adapter les stratégies de lutte en tenant compte des dynamiques locales, afin de mieux cibler les efforts de prévention et de contrôle dans des contextes environnementaux en constante évolution. Par ailleurs, l'examen des données sanitaires en rapport avec la maladie sur la période 2012-2020 révèle que l'incidence palustre est la plus faible dans le département du Plateau, avec une moyenne de 8,34 % (INStAD, 2021, p. 184). Même lorsque la transmission est faible, l'incidence du paludisme varie considérablement d'une région à l'autre et cache des disparités profondes à une échelle locale. C'est le cas de la zone sanitaire Sakété-Ifangni, où les pratiques de l'espace en matière d'activités agropiscicoles ainsi que les problèmes d'hygiène et d'assainissement inhérents aux modes d'installations humaines sur le territoire contribuent à une exposition accrue de ces communautés rurales au paludisme (A. Sovi *et al.*, 2013, p. 1; P. C. A. Ahohoundo et G. Boni, 2024, p. 323). Par conséquent, la nécessité d'identifier rapidement les variations locales de la morbidité et les secteurs nécessitant des interventions ciblées pour réduire l'incidence de la maladie en suivant une approche temporelle et géographique mérite d'être explorée. Cette étude structurée en deux (2) parties essentielles qui sont axées sur l'évolution temporelle de

l'incidence cumulée du paludisme et la variation spatiale du risque palustre sur le territoire des communes de Sakété et Ifangni.

1. Matériels et méthodes

1.1. Description du milieu de recherche

Le milieu d'étude regroupe les communes de Sakété et Ifangni, une des zones sanitaires du département du Plateau au sud-est du Bénin. Il est compris entre 6°30' et 6°53' de latitude Nord et entre 2°32' et 2°47' de longitude Est. C'est un espace de 654 km², et qui partage ses limites administratives au Nord avec la commune de Adja-Ouèrè, au Sud avec la commune de Adjarra, le département de l'Ouémé à l'Ouest et environ 51 km de frontière à l'Est avec la République Fédérale du Nigeria (Figure 1).

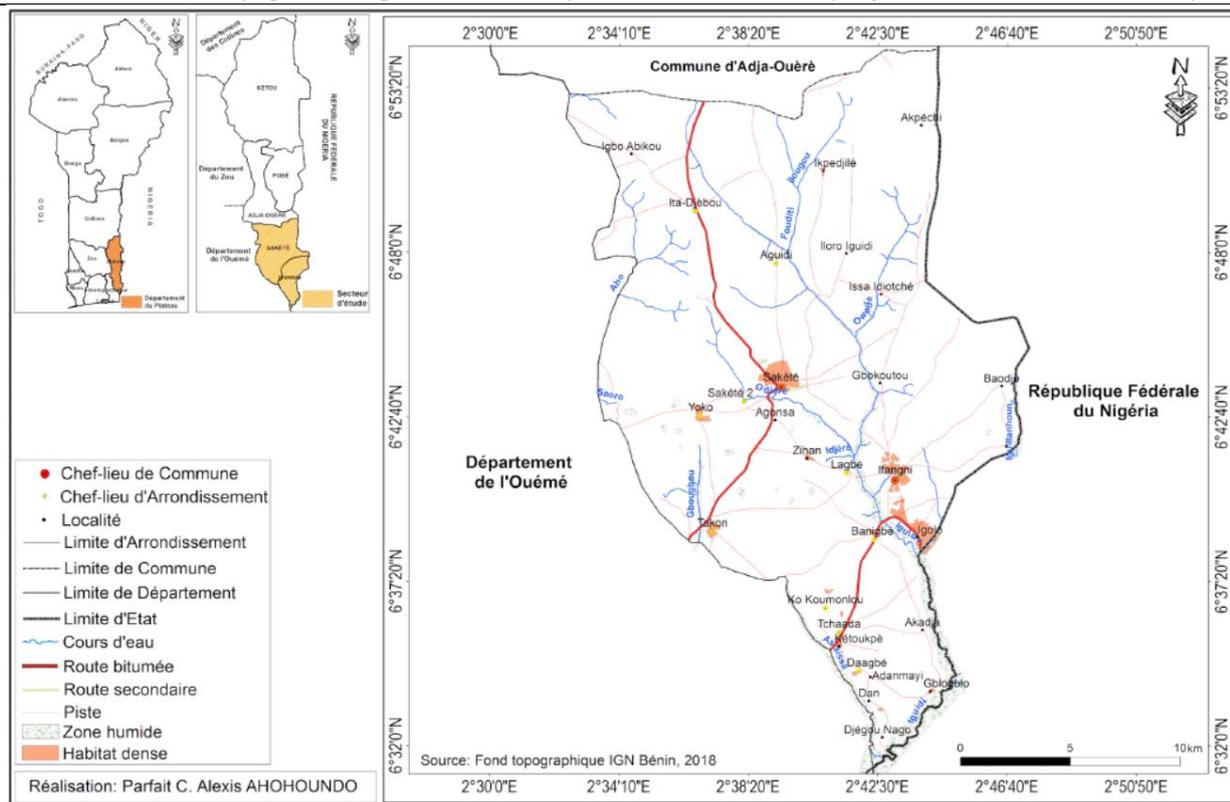


Figure 1: Situation géographique de la zone sanitaire Sakété-Ifangni

Le paysage de ces deux communes est le reflet d’une végétation essentiellement composée de savanes arborées et arbustives, des reliques de forêts sacrées, des plantations de palmiers à huile (*Elaeis guinéens*) et des jachères arbustives (L. Fagbohoun *et al.*, 2014, p. 57). Ce couvert végétal sur un territoire assez bien drainé et propice à la création de micro-habitats anophéliens, constitue d’importants refuges pour les moustiques. Ces gîtes de prolifération et de présence du vecteur associés à la présence humaine disséminée dans les nombreux hameaux déterminent le niveau de transmission et le risque de contracter le paludisme dans les communes de Sakété et Ifangni.

1.2. Matériels et méthodes

Plusieurs catégories de données et des méthodes spécifiques ont été utilisées dans le cadre de cette recherche.

1.2.1. Données de l’étude

La conduite de cette étude a nécessité la mobilisation de plusieurs données, provenant de sources variées. Le tableau I en donne la typologie.

Tableau I: Caractéristiques des données utilisées

N°	Type de donnée	Nature	Source	Utilité
1	Epidémiologique	Cas incidents de paludisme de 2013 à 2022	Bureau de zone sanitaire	Calcul de l’incidence cumulée du paludisme
2	Démographique	Population des communes et arrondissements d’étude de 2013 à 2022	INStAD	Poids démographique des localités et niveau de risque de paludisme
3	Spatiale	Limites administratives	IGN	Cartographie thématique

Sources: SNIGS Sakété-Ifangni, Météo-Bénin et INStAD, 2013 - 2022 ; IGN, 2018

Cet ensemble de données ont fait l’objet de traitements purement cartographique et statistique.

1.2.2. Méthodes de traitement et d’analyse des données

L’ensemble des données mobilisées pour cette recherche ont subi des traitements statistique et cartographique, respectivement avec les logiciels *XIStat* et ArcGIS dans sa version 10.8.

Traitement et analyse des données épidémiologiques

De manière détaillée, les données paludiques ont servi à calculer l'incidence cumulée de la maladie entre 2013 et 2022, respectivement à l'échelle des arrondissements et des communes de Sakété et Ifangni. A cet effet, la formule utilisée se présente comme suit:

$$\boxed{\text{ *1000}} \quad (1)$$

Les moyennes mensuelles et annuelles de l'indice de morbidité palustre ont été transformées en graphiques afin d'analyser les fluctuations saisonnières et annuelles du paludisme. A cet effet, le test de Cochran-Armitage a servi à apprécier la tendance temporelle de la maladie la zone sanitaire. Par contre, la cartographie de l'indicateur épidémiologique a permis d'apprécier la distribution spatiale du risque palustre en révélant au pas annuel, les zones chaudes ou froides de la maladie. Cette dimension spatiale est réalisée suivant une approche déterministe locale d'interpolation spatiale par Inverse de Distance (IDW), dont la formule se présente comme suit:

$$\boxed{\text{ avec } W =} \quad (2)$$

où W = poids ;

P = puissance du poids ;

D_{ia} = distance entre les points i et a ;

X_i = valeur connue de la variable étudiée.

Cette approche utilisée dans des contextes similaires par A. A. Hanafi-Bojda *et al.* (2012, p. 133) et R. R. Méyong *et al.* (2022, p. 16) procède d'une combinaison linéaire des valeurs connues des points d'échantillonnage pour prédire les valeurs inconnues des points non échantillonnés avec des valeurs pondérées correspondantes. Dans le cadre de cette étude, la technique IDW de cartographie de l'incidence cumulée a permis de révéler les zones chaudes et froides du paludisme dans la zone sanitaire. En vue de mettre en évidence les unités spatiales selon la variation annuelle de la maladie, les niveaux de morbidité obtenus sont découpés en cinq classes sur la base d'une discrétisation par progression géométrique (A. Attoumane, 2019, p. 81). La représentation spatiale des diverses tendances locales est réalisée avec le logiciel ArcGIS 10.8 et présentée sous forme de cartes thématiques.

2. Résultats

L'épidémiologie du paludisme dans les communes de Sakété et Ifangni est appréhendée à travers la dynamique de la maladie dans le temps et l'espace.

2.1. Evolution temporelle de la morbidité palustre dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni

L'évolution du paludisme au cours de la décennie 2013-2022 s'est faite à l'échelle de la zone sanitaire, des communes et des arrondissements.

2.1.1. Evolution temporelle de la morbidité palustre dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni

Le paludisme est une affection vectorielle majeure dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni. Cette endémie occupe le premier rang des maladies recensées dans les formations sanitaires avec 245 897 cas incidents entre janvier 2013 et décembre 2022. La figure 2 montre la variation mensuelle de l'incidence cumulée du paludisme dans la zone sanitaire entre ces deux dates.

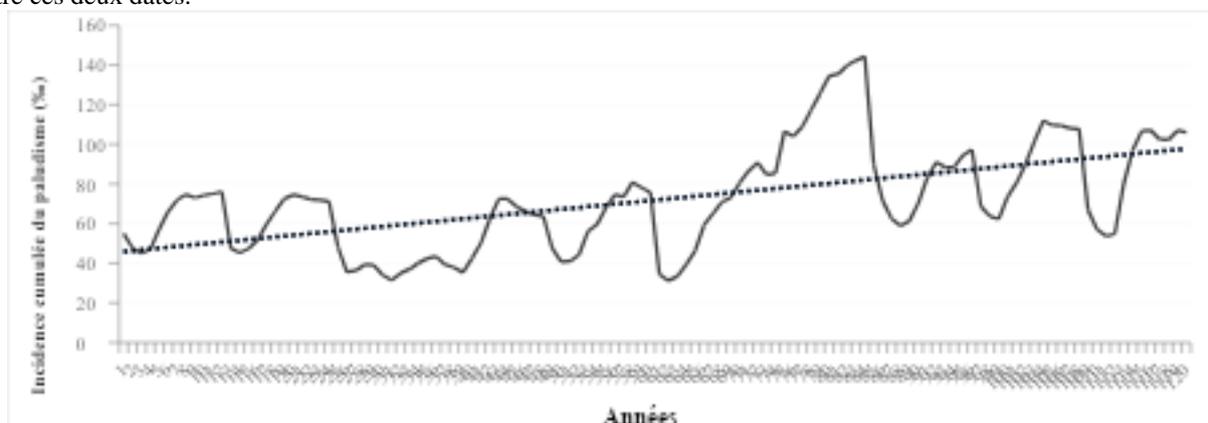


Figure 2: Évolution de l'incidence cumulée mensuelle du paludisme entre 2013 et 2022

Source: Données SNIGS, 2013 – 2022

L'analyse de la figure 25 montre d'importantes fluctuations de l'incidence cumulée mensuelle dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni. L'allure de la courbe traduit une série de coudes et de pics successifs décrivant une tendance à la hausse de la maladie. Entre 2013 et 2022, l'incidence cumulée mensuelle a varié de 31,24 cas à 144,37 cas pour mille personnes. Cette évolution de la maladie révèle que c'est aux mois de février-mars que l'incidence palustre est relativement faible avec un taux moyen mensuel de 51,62 %. A l'opposé, l'indicateur paludique connaît une augmentation progressive d'avril à décembre, période durant laquelle intervient généralement le pic épidémiologique avec une incidence cumulée moyenne de 88,98 cas/1000 habitants. Entre 2013 et 2017, l'incidence cumulée mensuelle a varié de 31,53 cas à 80,96 cas pour mille personnes à risque, soit une moyenne globale mensuelle de 56 %. Durant cette période, l'incidence moyenne la plus élevée (66,71 pour 1000 habitants à risque) est enregistrée en octobre, tandis que sa plus faible valeur (41 pour 1000 habitants à risque) intervient en mars. La tendance en hausse est maintenue et renforcée au cours la période 2018 - 2022, avec une incidence cumulée variant de 31,24 % à 144,37 %, soit une moyenne globale de 87,80 %. En effet, le taux moyen le plus élevé de l'indicateur de morbidité palustre (109,36 cas pour 1000 habitants) a été observé en décembre contre un minimum de 61,82 cas pour 1000 habitants, en février. Le bilan du paludisme au cours de la décennie 2013-2022 montre que l'année 2015 se caractérise par des taux d'incidence mensuelle les plus faibles; contrairement à l'année 2019 où la charge palustre mensuelle est la plus élevée. Cette alternance de forte et faible incidence mensuelle de la maladie montre le caractère continu de la transmission durant une même année.

Dans la même logique, l'évolution annuelle de la situation épidémiologique traduit une hausse de l'incidence cumulée du paludisme dans la zone sanitaire comme l'illustre la figure 3.

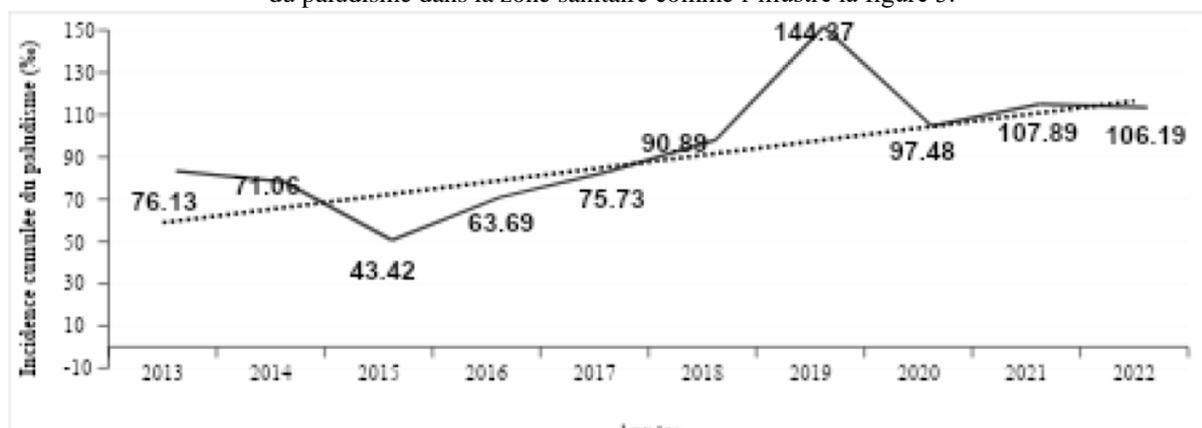


Figure 3: Variation annuelle de l'incidence cumulée du paludisme entre 2013 et 2022

Source: Données SNIGS, 2013 - 2022

L'examen de la figure 26 montre que l'incidence cumulée annuelle du paludisme a fortement varié entre 2013 et 2022 dans la zone sanitaire, passant de 76,13 % en 2013 à 144,37 % en 2019, avec une moyenne annuelle globalement supérieure à 43 cas pour 1000 personnes à risque. Cette évolution se traduit par une diminution marquée de la charge palustre, d'environ 43 % entre 2013 et 2015. A partir de l'année 2016, la tendance s'inverse avec un taux de 63,69 pour mille. L'indicateur de morbidité connaît alors une forte augmentation, atteignant son optimum en 2019 avec un taux de 144,37 cas pour mille habitants à risque. La fréquence des événements morbides a considérablement augmenté au cours de cette période, ce qui représente un accroissement d'environ 126 %. Elle est suivie d'une baisse légère de l'intensité de la transmission entre 2020 à 2022, en comparaison à l'année 2019. Ces trois dernières années ont enregistré un taux moyen de morbidité palustre de 9 %. Cette globale évolution annuelle du paludisme dans la zone sanitaire met en lumière la réalité épidémiologique liée à cette maladie avec une tendance en hausse dans la région. La transmission est relativement élevée durant le quinquennat 2013-2017, avec des taux moyens de morbidité inférieures à 80 %. Par contre, elle connaît un accroissement considérable à partir de l'année 2018 avec un pic épidémiologique de 144,37 % enregistré en 2019 et une incidence cumulée annuelle moyenne de 109 % au cours des cinq dernières années. Cette série de variation de l'incidence cumulée annuelle montre une accentuation de la maladie au cours de la période 2018-2022. A ce propos, 67 % des cas incidents sont survenus au cours de cette période contre 33 % durant les cinq premières années. Il ressort donc de cette analyse que la tendance de l'incidence cumulée annuelle du paludisme dans la zone sanitaire est fluctuante mais nettement croissante. Elle est statistiquement significative au regard du test de tendance de Cochran-Armitage ($z = 6,027$ et $p = 0,0001$).

2.1.2. Evolution de l'incidence cumulée du paludisme à l'échelle communale

La situation du paludisme dans les communes de Sakété et Ifangni se traduit par une augmentation de l'incidence cumulée au fil des années comme l'illustre la figure 4.

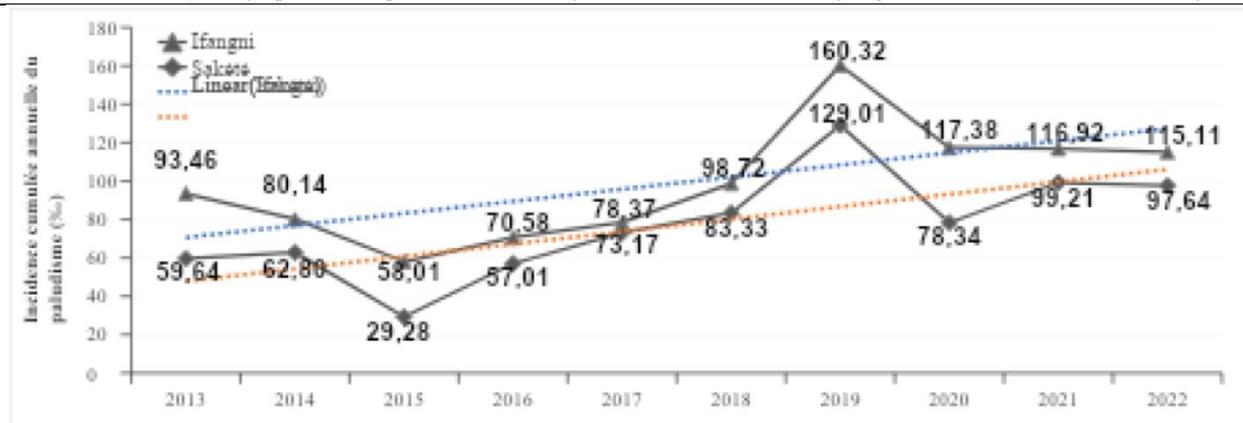


Figure 4: Évolution annuelle de l'incidence palustre dans les communes de Sakété et Ifangni

Source: Données SNIGS, 2013 – 2022

La lecture de la figure 4 révèle que les communes de Sakété et Ifangni ont enregistré une situation épidémiologique marquée par une tendance fluctuante et en hausse de l'incidence palustre durant la décennie 2013-2022. L'indice de morbidité palustre a connu une diminution significative entre 2013 et 2015, à raison de 38 % à Ifangni et de 51 % à Sakété. La variation entre 2015 et 2019 se traduit par une forte augmentation de l'incidence cumulée annuelle avec un pic en 2019. Sur cette période, l'indicateur épidémiologique a approximativement triplé (2,76 fois) dans la commune d'Ifangni pour atteindre son pic épidémiologique avec un taux de morbidité de 160,32 cas pour 1000 personnes à risque. Par contre, l'incidence cumulée est 4,41 fois plus élevée en 2019, passant de 29,28 ‰ en 2015 à 129,01 ‰ en 2019 dans la commune de Sakété. Par ailleurs, durant les trois dernières années, l'indicateur pathologique a connu une baisse légère, d'environ 2 % dans la commune d'Ifangni et une augmentation de 25 %, dans la commune de Sakété. Il ressort globalement de cette analyse que l'incidence cumulée palustre croît en moyenne de 3,8 ‰ l'an, au cours de la décennie dans la commune de Sakété et de 2,16 ‰ l'an dans la commune d'Ifangni. Cela montre que l'affection palustre sévit moins dans la commune d'Ifangni. Cette tendance évolutive de la maladie est statistiquement significative pour le cas de la commune d'Ifangni ($z = 5,597$ et $p = 0,0001$) et celle de Sakété ($z = 6,524$ et $p = 0,0001$), selon le test de tendance de Cochran-Armitage.

2.1.3. Variation de l'incidence cumulée du paludisme par catégorie d'arrondissement

L'évolution de l'indicateur palustre à un niveau infra a nécessité d'opérer une catégorisation des arrondissements en vue de disposer de trois régions d'appréciation du niveau de transmission. La figure 5 montre l'évolution assez remarquable de la morbidité par catégorie d'arrondissement sur le territoire des communes de Sakété et Ifangni.

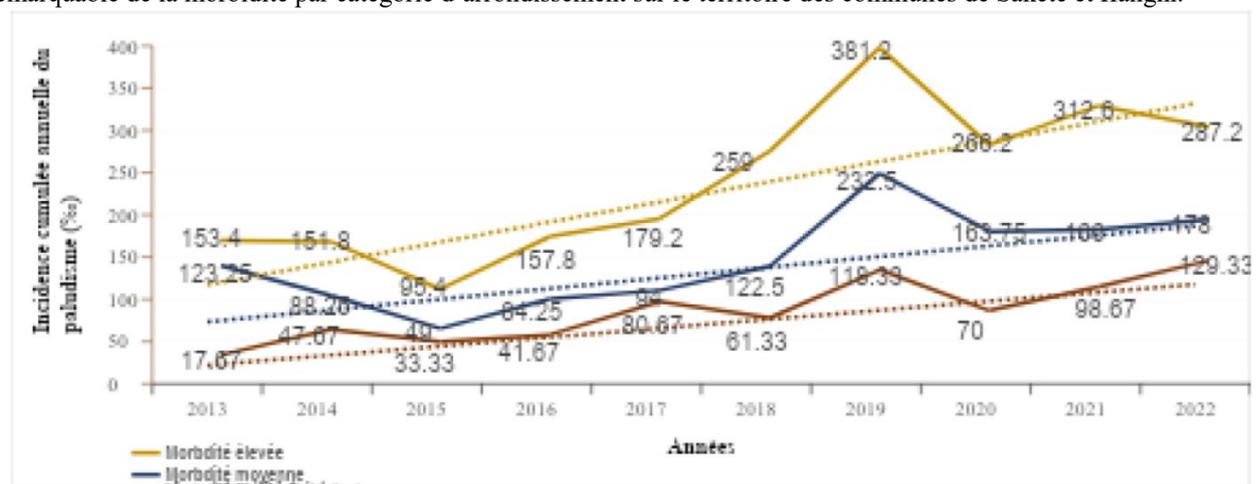


Figure 5: Variation annuelle de l'incidence palustre par catégorie d'arrondissement dans les communes de Sakété et Ifangni

Source: Données SNIGS, 2013 – 2022

L'analyse de la figure 5 révèle une tendance à la hausse mais avec des intensités variables de la morbidité liée au paludisme dans les trois catégories d'arrondissement, classés selon le niveau de transmission de la maladie entre 2013 et 2022. La première catégorie comprend cinq arrondissements ayant enregistré une morbidité élevée, avec une incidence cumulée variant de 185,5 ‰ à 282 ‰, soit une moyenne annuelle de 224,4 ‰. Ces arrondissements incluent Tchaada, Daagbé et Banigbé (commune d'Ifangni), ainsi que Ita-Djèbou et Takon dans la commune de Sakété. Durant

la même période, quatre arrondissements ont présenté une morbidité moyenne, variant de 108,6 cas à 156,4 cas pour mille personnes à risque, soit un risque moyen annuel de 130,15 cas pour 1000 individus. C'est le cas de Yoko (commune de Sakété), puis Lagbè, Ko-Koumolou et Ifangni (commune de Ifangni). Enfin, l'évolution de la maladie indique une faible transmission palustre dans les arrondissements de Aguidi, Sakété 1 et Sakété 2, tous situés dans la commune de Sakété. Dans ces localités, la morbidité liée au paludisme a varié de 28,2 % à 92,1 %, avec une moyenne annuelle d'environ 70 %. En considérant l'intensité du paludisme dans chaque classe d'arrondissements, il ressort que la variation moyenne annuelle de l'indicateur de morbidité entre 2013 et 2022 dans les régions à forte morbidité est trois fois (3,21) supérieure à celle constatée dans les arrondissements à faible morbidité. De plus, cette variation représente presque le double (1,72) de la morbidité moyenne annuelle observée dans les régions à transmission moyenne. Cette dernière correspond presque au double (1,86) de la variation moyenne annuelle de la morbidité enregistrée dans les zones à faible transmission. Aussi, le test de tendance de Cochran-Armitage a révélé une tendance significative à la hausse de la morbidité liée au paludisme au fil du temps dans chaque catégorie. Ainsi, les valeurs du test et les niveaux de signification sont respectivement de $z = 13,68$ ($p < 0,0001$) pour les arrondissements de forte morbidité, de $z = 9,78$ ($p < 0,0001$) pour les arrondissements à transmission moyenne et de $z = 11,28$ ($p < 0,0001$) pour les arrondissements à faible transmission. Ces résultats soulignent l'importance de surveiller et d'adapter les stratégies de lutte contre le paludisme en fonction des variations observées de la morbidité.

2.2. Variation spatiale de l'incidence cumulée du paludisme dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni

La distribution spatiale de l'incidence cumulée du paludisme dans les communes de Sakété et Ifangni, entre 2013 et 2022, a révélé une forte hétérogénéité spatiale au niveau de la répartition par arrondissements. Le taux moyen global de l'indicateur de morbidité palustre au cours de la décennie dans les douze arrondissements oscillait entre 28,23 % et 282 %, ce qui correspond à une variation importante. Les figures 6 et 7 illustrent le schéma spatial de cette variation dans la zone sanitaire.

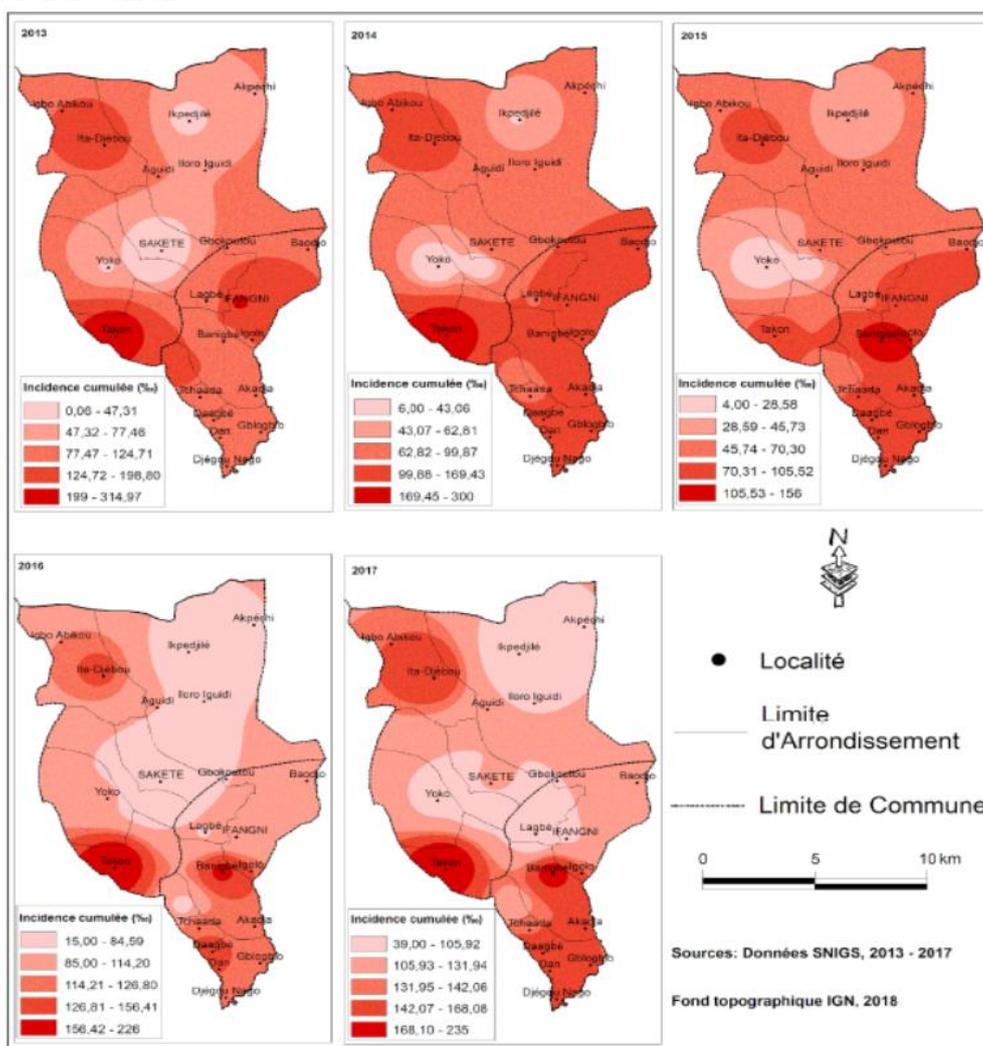


Figure 6: Variation annuelle de l'incidence cumulée moyenne du paludisme entre 2013 et 2017 dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni

Source: Données SNIGS, 2013 – 2017

L'analyse de la figure 6 montre une distribution spatiale différenciée de l'indicateur de morbidité entre 2013 et 2017 dans les arrondissements des communes de Sakété et Ifangni. A partir de 2013, une progression graduelle du niveau d'intensité de la maladie est observée en tout point de l'espace d'étude avec une propagation plus renforcée sur les secteurs au préalable moins prévalents. Au cours de cette période, les incidences moyennes les plus élevées ont été enregistrées dans les arrondissements de Takon, Banigbé, Ita-Djèbou, Ifangni et Daagbé avec des taux ayant varié de 126 ‰ à 232 ‰. La seconde catégorie concerne les arrondissements de Lagbè, Ko-Koumolou et Tchaada où les taux de l'indicateur épidémiologique se situaient entre 80,46 cas et 102 cas pour mille personnes à risque. L'incidence cumulée la plus faible (15,82 ‰) a été enregistrée dans Sakété 2, qui avec les arrondissements de Yoko, Aguidi et Sakété 1 appartiennent à la catégorie des très faibles incidences (15 cas à 66,20 cas pour 1000). Durant ces cinq premières années, cinq (5) sur les douze arrondissements, ont enregistré une incidence cumulée dépassant la moyenne de la zone sanitaire, soit environ 102 cas/ 1000 habitants. Cette évolution spatiale de la maladie s'est davantage renforcée entre 2018 et 2022 (Figure 7).

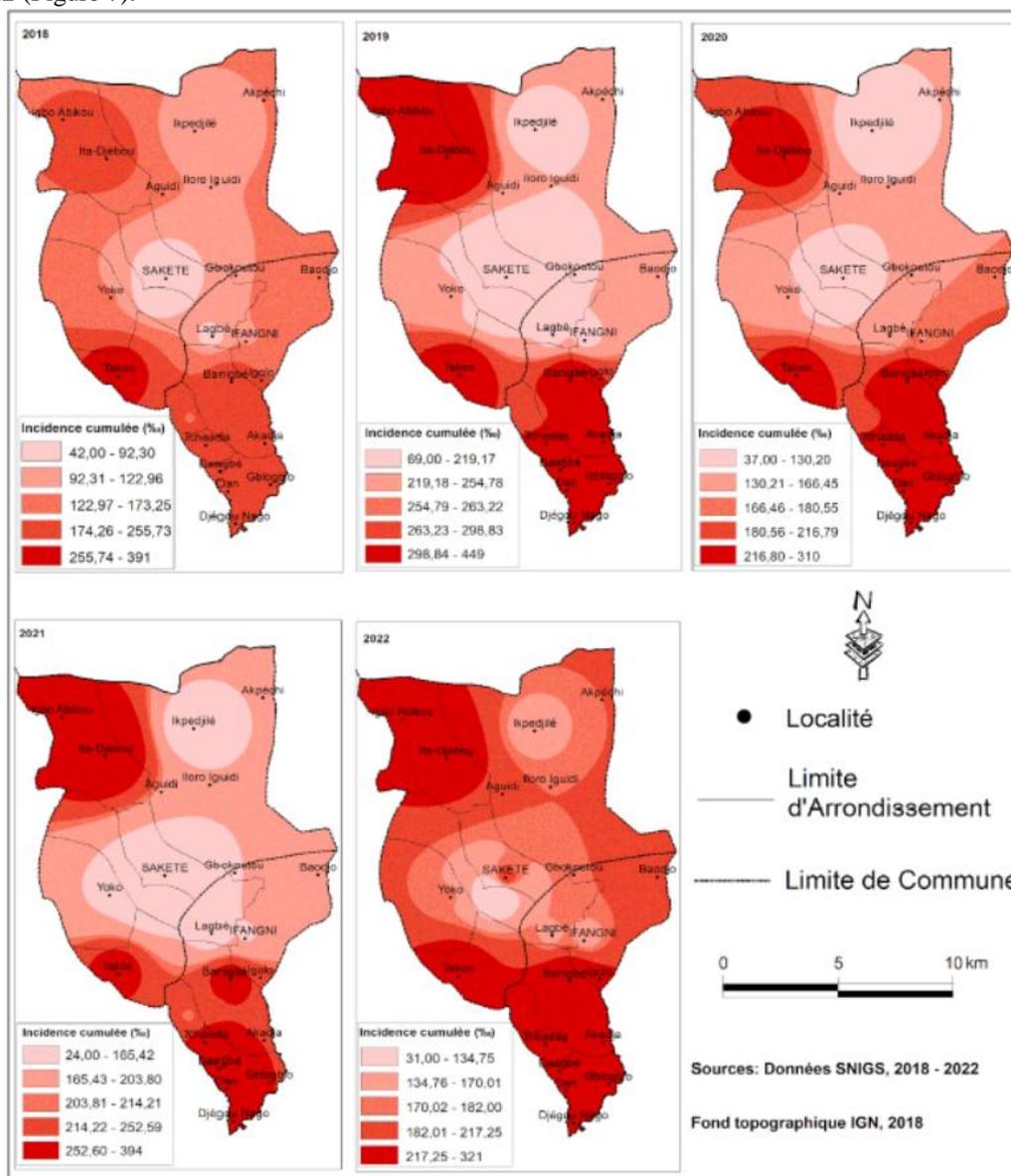


Figure 7: Variation annuelle de l'incidence cumulée moyenne du paludisme entre 2018 et 2022 dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni

Source: Données SNIGS, 2018 – 2022

L'analyse de la situation épidémiologique sur la période 2018-2022 (figure 7) révèle que la classe d'incidence avec des moyennes les plus élevées compte six (06) arrondissements, soit un arrondissement en plus de ceux révélés au cours de la période 2013-2017. Il s'agit de Ko-Koumolou, de Tchaada, de Daagbé, De Banigbé, d'Ita-Djèbou et de Takon, qui enregistre une morbidité se situant entre 219 cas et 332,14 cas/1000. La classe d'incidence moyenne s'est élargie, passant de deux à cinq arrondissements. Il s'agit respectivement de Sakété 1, Aguidi, Lagè, Ifangni et Yoko, où

le risque de transmission est compris entre 118 ‰ et 168 ‰. Sakété 2 est le seul arrondissement qui à avoir un taux d'incidence très faible. Il est de 40,64 cas/1000.

Durant la décennie, la variation géospatiale de la maladie révèle que la commune d'Ifangni est beaucoup plus affectée, avec une incidence annuelle moyenne de 170,72 cas pour 1000 habitants, contre un taux moyen annuel de 137,91 cas pour 1000 individus dans la commune de Sakété. Géographiquement, la morbidité liée au paludisme dans ces communes est plus prononcée dans la partie nord-ouest (Ita-Djèbou) et sud (Banigbé, Daagbé, Tchaada et Takon). Ces arrondissements constituent les secteurs les plus impaludés car ils concentrent les taux moyens annuels d'incidence palustre élevés, entre 185 cas et 282 cas pour mille personnes à risque. Viennent ensuite les arrondissements de Yoko, Lagbé Ko-Koumolou et Ifangni où l'indicateur de maladie affiche des taux moyens d'incidence compris entre 108 cas et 157 cas pour 1000 individus. Ils correspondent aux secteurs où le risque de contracter la maladie est modéré. Enfin, le reste du territoire d'étude, regroupant les arrondissements de Aguidi, Sakété 1 et Sakété 2 présente des niveaux de morbidité assez faibles. Ici, la moyenne de l'incidence cumulée annuelle enregistrée est inférieure à 92,1 ‰. Au regard des schémas spatiaux ainsi révélés, il en ressort que la partie nord-ouest et sud du territoire d'étude est plus endémique au paludisme que la partie centrale. Cette situation signifie que la maladie persiste dans ces secteurs, nécessitant une surveillance et des interventions ciblées.

3. Discussion

3.1. Tendance évolutive du paludisme en hausse dans les communes de Sakété et Ifangni

Le paludisme reste une menace dans l'ensemble de la zone sanitaire Sakété-Ifangni. Entre 2013 et 2022, l'évolution observée de la maladie a certes, montré une tendance temporelle fluctuante sans cacher que dans l'ensemble des douze arrondissements. Ainsi, l'incidence cumulée après une baisse de 57 % entre 2013 et 2015, a connu une augmentation significative de 227 % en 2019 avant de se stabiliser à 106 ‰ en 2022. Cette variation de la maladie traduit une tendance fluctuante mais clairement croissante de l'incidence cumulée annuelle dans les communes de Sakété et Ifangni. Par contre, les variations saisonnières de l'endémie palustre dans le milieu de recherche sont influencées par les conditions climatiques locales en ce sens où les périodes de pointe surviennent généralement entre avril et décembre alors que les mois de février-mars enregistrent les plus faibles taux d'incidence. Ces résultats sont proches des observations faites par I. Sangaré *et al.* (2022, p. 4) dans les municipalités du Burkina Faso où l'incidence annuelle moyenne du paludisme a beaucoup varié au cours de la période d'étude, passant de 407 cas en 2013 à 518 cas pour 1000 habitants en 2020 avec un pic significatif de 598 ‰ enregistré en 2017. Cette évolution de la maladie est marquée par une saisonnalité qui se produit de juillet à décembre. Ces auteurs ont également souligné que la flambée de cas palustres au fil des années induit une augmentation de communes (de 83 en 2013 à 160 en 2020) ayant enregistré une incidence supérieure à 500 ‰, dont la majorité (76 %) se situe en zone sahélo-soudanienne. Les résultats de l'étude rejoignent également ceux obtenus par S. Dieng *et al.* (2020, p. 4) à partir d'analyses d'incidence cumulée hebdomadaire entre 2008 et 2012 dans 575 villages au centre-ouest du Sénégal. L'évolution fluctuante observée de l'indicateur pathologique a montré une résurgence annuelle dont les périodes épidémiques débutent en juillet-août avec une incidence de 26,4 cas hebdomadaires pour cent mille personnes pour prendre fin en janvier-février de l'année suivante avec un taux de morbidité de 115,34 cas/100 000 personnes-semaines. Quant aux périodes de faible endémicité, elles s'installent de janvier à juin, avec des taux hebdomadaires compris entre 0,83 cas et 2,73 cas/100 000 personnes. Des constats similaires sont enfin rapportés par D. Xiao *et al.* (2010, p. 6) dans la province du Hainan en Chine où l'affection palustre a connu d'importantes variations entre 1995 et 2008 avec une tendance décroissante. Ainsi, l'incidence la plus élevée est notée en 2004 avec un taux de 116,39 cas pour 100 000 habitants, et l'incidence la plus faible est observée en 2008 pour une incidence de 22,06 cas pour 100 000 habitants. Les variations saisonnières indiquent que la période de pointe épidémique s'installe entre mai et octobre avec près de 70 % des cas annuels signalés alors que l'indicateur atteint son plus faible niveau en janvier-février, laissant entrevoir l'effet des conditions climatiques locales sur le niveau de transmission de la maladie.

3.2. Fortes disparités spatiales de l'incidence cumulée du paludisme dans la zone sanitaire

La cartographie de l'incidence cumulée du paludisme au fil des années dans la zone sanitaire s'est avérée déterminante pour apprécier à l'échelle des arrondissements des communes de Sakété et Ifangni, les disparités spatiales découlant de la distribution différenciée de la maladie. Durant la période d'étude, le mapping de l'incidence cumulée dans les communes de l'étude a permis de déterminer les points chauds épidémiologiques et donc la variation des secteurs à risque de contracter la maladie. C'est le cas des arrondissements de Takon et Ita-Djèbou dans la commune de Sakété, puis ceux de Banigbé, Daagbé, Tchaada et Ko-Koumolou pour le compte de la commune de Ifangni. Ces principaux foyers de l'affection palustre localisés au nord-ouest et au sud de la zone sanitaire affichent des taux moyens de morbidité assez élevés, compris entre 146 cas et 232 cas/1000 habitants. Par contre, les secteurs affichant un taux d'incidence en dessous de la moyenne (de 117 ‰ à 66 ‰) sont jugés moins impaludés et perçus tels des points froids de paludisme. Les arrondissements de Sakété 1, Sakété 2 et Lagbé en sont des exemples illustratifs. Ces résultats confirment la tendance observée par R. R. Méyong *et al.* (2022, p. 18-22) dans la région de l'extrême nord du Cameroun. Elle procède d'une simulation par la méthode d'Inverse de distance pondérée pour détecter des taux élevés d'incidence cumulée du paludisme dans la partie ouest, très impaludée, de la région d'étude. Ils sont donc révélateurs de

fortes disparités entre ce point chaud et les autres sous-espaces, avec des taux qui oscillent de 5,8 ‰ à 210,9 ‰ au cours de la saison sèche et de 5,03 ‰ à 210,51 ‰ durant l'hivernage. A l'instar des disparités spatiales liées au paludisme et pouvant constituer de potentiels secteurs de diversification du risque de contracter la maladie dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni, S. Chouto & A. Wakponou (2016, p. 230) ont révélé à l'issue de la distribution spatiale et saisonnière de la prévalence palustre, l'existence des degrés divers de répartition de la maladie avec des disparités évidentes selon les quartiers des villes de Kousséri et Maga au Cameroun. Ces agglomérations, à l'exemple des arrondissements de Takon (commune de Sakété) et de Daagbé (Ifangni), s'illustrent comme de véritables points chauds de paludisme, à cause de leur concentration humaine et présentent une morbidité particulière caractérisée par une plus forte concentration des cas incidents, même en période pluviométrique déficitaire. R. N. Bigirinama *et al.* (2020, p. 11) sont parvenus au même résultat en cartographiant la dynamique spatiale de l'augmentation de l'incidence du paludisme dans la province du Sud-Kivu en république Démocratique du Congo. Sur les 18 districts ayant présenté des taux d'attaque élevés au cours de la période d'étude, quinze sont proches des lacs.

La variation spatiale de l'incidence cumulée du paludisme dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni révèle également, un regroupement spatial au sud du territoire et particulièrement dans la commune d'Ifangni alors que les deux arrondissements les plus endémiques à Sakété sont assez distants. A l'instar des travaux de recherches évoqués, la méthode d'autocorrélation globale du *I* de Moran et la technique statistique *Getis-Ord Gi* ont permis de déterminer le degré de regroupement spatial du paludisme et détecter les points chauds annuels. Cette approche a été adoptée par T. Osayomi (2014, p. 102) au Nigéria et N. Yoep *et al.* (2015, p. 5) en Malaisie pour mettre en évidence les variations frappantes dans la distribution géographique du paludisme. Ils ont constaté dans leur contexte géographique respectif, des schémas spatiaux locaux indiquant que la maladie est localement persistante dans les régions urbanisées. Les clusters à haut risque identifiés indiquent certainement la présence de conditions favorables d'une transmission intense dans ces régions.

Conclusion

Le paludisme reste un défi important de santé publique, nécessitant une mobilisation et des stratégies innovantes pour la prévention des populations. Dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni, l'analyse de la situation épidémiologique liée au paludisme sur la décennie 2013-2022 montre une tendance évolutive croissante avec des variations annuelles assez remarquables dans le temps. Cela traduit clairement une intensification de la transmission. Au plan spatial, ces variations se traduisent par une inégale distribution de l'indicateur de morbidité, permettant de distinguer trois catégories de sous espaces, correspondant respectivement à des zones chaudes avec une transmission élevée, des points de transmission modérée et des secteurs à faible transmission palustre ou zones froides. Il serait donc judicieux de réfléchir sur les déterminants responsables de la situation épidémiologique actuelle afin d'en tenir compte dans la perspective d'une planification plus rigoureuse des actions de luttés et de contrôle de la maladie à l'échelle de la zone sanitaire Sakété-Ifangni.

Références Bibliographiques

- [1]. Ahohoundo Parfait Cossi Alexis, Honvo Simon Aser, Tohozin Bernadin Còovi Aimé, 2018 : Cadre de vie urbain et risques palustres dans le premier arrondissement de Porto-Novo (Bénin), in : *Revue de géographie du laboratoire Leïdi*, n°18, Université Gaston Berger du Sénégal, pp. 164 - 178.
- [2]. Ahohoundo Parfait Cossi Alexis, Boni Gratien, 2024: Évolution temporelle de l'incidence du paludisme dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni: influence du climat local et des mesures de prévention. *Revue Afrique Science* 24(5), Mai 2024, pp. 93 - 107.
- [3]. Ahohoundo Parfait Cossi Alexis, Boni Gratien, 2024: Analyse spatiale de la morbidité palustre dans la zone sanitaire Sakété-Ifangni, au sud-est du Bénin. *Revue IJPSAT*, Vol. 45, N° 1, juin 2024, pp. 273-287.
- [4]. Aïkpon Rock, Missihoun Antoine, Lokossou Antoine, Aïkpon Georgia, Salifou Sahidou, Dansi Alexandre, Agbangla Clément, 2020: Hétérogénéité génétique et résistance des vecteurs du paludisme (*Anopheles gambiae s.l.*) aux insecticides en zone cotonnière au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(8): 2724-2736, ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)
- [5]. Akinbobola Ademola, Ikiroma Isotein, 2018: Determining Malaria Hotspot Using Climatic Variables and Geospatial Technique in Central Urban Area of Ibadan, Southwest, Nigeria. *J Climatol Weather Forecasting* 6: 225. doi:10.4172/2332-2594.1000225
- [6]. Antonio-Nkondjio Christophe, Awono-Ambene Parfait, Toto Jean-Claude, Meunier Jean-Yves, Zebaze-Kemleu Sylvie, Nyambam Rose, Wondji Charles, Tchuinkam Timoléon, 2002: High Malaria Transmission Intensity in a Village Close to Yaounde, the Capital City of Cameroon. *Journal of Medical Entomology*, Volume 39, pp. 350 - 355, URL: <https://doi.org/10.1603/0022-2585-39.2.350>
- [7]. Attoumane Artadji, 2019: Recul et persistance du paludisme en Union des Comores : une approche géographique pour déterminer l'importance des facteurs environnementaux et sociaux dans son maintien. Thèse de doctorat en Géographie. Université de la Réunion, 257 p.

- [8]. Bio Bangana Abdoul Sahabi, 2013 : Déterminants environnementaux de la répartition spatiale des vecteurs du paludisme et autres moustiques vecteurs de maladies dans la zone sanitaire Ouidah-Kpomassè-Tori Bossito. Thèse de Doctorat de Géographie, Université d'Abomey-Calavi, 178 p.
- [9]. Birane Cissé, Niang Diène Aminata, Ndiaye Jean Louis, Dione Jaques André, Christopher Bryant, Quensière Jacques, Alioune Kane, Ousmane Faye, 2016 : Facteurs de risque environnementaux de la persistance du paludisme dans la banlieue de Dakar (Guédiawaye -Pikine). *International Journal of Innovation and Applied Studies*. Vol. 15 n° 2, pp. 275-290, ISSRJ - ISSN 2028-93, URL: <http://www.ijias.issr-journals.org/>
- [10]. Bigirinama Rosine, Ntaongo Julien Alendi, Batumbo Doudou, Sam-Agudu Nadia, Katoto Patrick de Marie, Byamungu Liliane, Karume Katcho, Nachega Jean Baptiste, Bompangue Didier, 2020: Environmental and anthropogenic factors associated with increased malaria incidence in South-Kivu Province, Democratic Republic of the Congo. *Trop Med Int Health*, vol. 25(5):600-611. doi: 10.1111/tmi.13379. Epub 2020 Mar 4
- [11]. Chouto Stéven, Wakponou Anselme, 2016: Disparités spatio-temporelles et prévalence au paludisme à partir des données formelles : cas de Kousséri (Extrême-Nord Cameroun), *Ouvrage honoré du soutien financier de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines de l'Université de Maroua*, vol. 225, p. 225-245.
- [12]. Dada Olajuwon Joseph, Rajee Babtunde Sodiq, Rasak Adelani Wasiu, Ajani Olatunbosun Ayodeji, Abdulraheem Ismail, Shodeinde Balikis Aloyemi, Fetuga Ademola Ibrahim, 2023: Application of geographical information system and remote sensing for investigating malaria's footprint: a case study of Iwo Metropolis, Nigeria. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, Vol. 09 N. 07, p. 1-19. doi: 10.18540/jcecv19iss7pp16473-01e
- [13]. Dieng Sokhna, Ba El Hadj, Cissé Badara, Sallah Kankoe, Guindo Abdoulaye, Ouedraogo Boukary, Piarroux Martine, Rebaudet Stanislas, Piarroux Renaud, Landrier Jori, Sokhna Cheick, Gaudart Jean, 2019 : Spatio-temporal variation of malaria hotspots in central Senegal, 2008-2012. *BMC Infectious Diseases*, vol. 20, n° 424, 13 p. URL: <https://doi.org/10.1186/s12879-020-05145-w>
- [14]. Dieng Sokhna, Ba El Hadj, Sallah Kankoe, Guindo Abdoulaye, Piarroux Martine, Rebaudet Stanislas, Sokhna Cheick, Gaudart Jean, 2020: Géo-épidémiologie du paludisme dans la région centre du Sénégal : instabilité spatio-temporelle des zones à haut risque et facteurs associés. *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, Vol. 68, Supplément 3, p. 88 - 99.
- [15]. Fagbohoun Louis, Gbaguidi Fernand, Ayédoun Marc, Mathe Carole, Moudachirou Mansour, Vieillescazes Catherine, 2014 : Etude ethnobotanique et phytochimique des plantes tinctoriales, sources de colorants naturels et matériaux résineux traditionnels du Bénin dans le domaine artisanal (Ifangni/Bénin). *Ethnopharmacologia*, n°52, décembre 2014, pp. 56-66
- [16]. Fond Mondial, 2024 : Rapport 2024 sur les résultats du paludisme, Genève, 22 p.
- [17]. Gouataine Seingué Romain, Ymba Maimouna, 2019: Variabilité climatique et émergence du paludisme à Bongor (Tchad). *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé*, 1 (2), 143-156. URL: <https://retssaci.com/index.php?page=detail&k=40>
- [18]. Hanafi-Bojd A li Ahamd, Vatandoost Hassan, Oshaghi Ali Mohammad, Charrahy Zabihollah, Haghdoost Akbar Ali, Zamani Mohammad, Abedi Farshid, Sedaghat Mehdi Mohammad, Soltani Mohamadreza, Shahi Mohammad, Raeisi Alireza, 2012: Spatial analysis and mapping of malaria risk in an endemic area, south of Iran: a GIS based decision making for planning of control. *Acta Tropica* n°122, p. 132 - 137, doi: 10.1016/j.actatropica.2012.01.003
- [19]. INStaD, 2021: Annuaire statistique 2020. Cotonou, 280 p.
- [20]. PNL, 2023: Réunion sous-régionale des programmes paludisme et des partenaires d'Afrique de l'Ouest et du centre. Document de communication, Roll Black Malaria, Abidjan, 22 p.
- [21]. Méyong Ramsès René, Amougou Armathé Joseph, Gnigninanjouéna Oumarou, 2022 : Variabilité climatique et incidence palustre dans la région de l'extrême-nord du Cameroun : contribution pour une meilleure épidémiologie basée sur les indicateurs, *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé* 5 (9), pp. 11-34, mis en ligne le 27/06/2022, consulté le 2022-06-27 20:43:07, URL : <https://retssaci.com/index.php?page=detail&k=254>
- [22]. Nigussie Teshager Zerihun, Zewotir Temesgen, Muluneh Essey Kebede, 2023: Seasonal and spatial variations of malaria transmissions in northwest Ethiopia: Evaluating climate and environmental effects using generalized additive model. *Heliyon* 9, URL: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15252>
- [23]. Okunlola Oluyemi, Oyeyemi Oyetunde, 2019: Spatio-temporal analysis of association between incidence of malaria and environmental predictors of malaria transmission in Nigeria. *Sci Rep* 9, 17500 (2019). URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53814-x>
- [24]. OMS, 2024: Rapport 2024 sur le paludisme dans le monde. Dossier d'information et principaux messages, Genève, 22 p.
- [25]. OMS, 2024: Rapport 2024 sur le paludisme dans le monde, données et tendances régionales. Dossier d'information, Genève, 15 p.
- [26]. Osayomi Tolulope, 2014: Spatio-temporal clustering of malaria morbidity in Nigeria (2004-2008). *Journal of Science Research* (2014) Vol. 13: 99-113

- [27]. Sangaré Ibrahim, Ouattara Cheick Ahmed, Soma Dieudonné Diloma, Soma Daouda, Assogba Benoit Sessinou, Namountougou Moussa, Tougrié Gautier, Savadogo Léon Blaise, 2022 : Spatial-temporal pattern of malaria in Burkina Faso from 2013 to 2020. *Parasite Epidemiology and Control*, Vol 18, 10 p. URL: <https://doi.org/10.1016/j.parepi.2022.e00261>
- [28]. Sovi Arthur, Govoétchan Renaud, Tokponnon Filémon, Hounkonnou Hermine, Aikpon Rock, Agossa Fiacre, Gnanguenon Virgile, Salako Albert, Agossou Christian, Ossè Razaki, Oké Mariam, Gbénou Dina, Massougbodji Achille, Akogbéto Martin, 2013 : Impact of land-use on malaria transmission in the Plateau region, southeastern Benin. *Parasites & Vectors*, vol 6, article number: 352, URL: <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-352>
- [29]. Stéfani Aurelia, 2011: Epidémiologie du paludisme et environnement: étude de deux populations amérindiennes de l'est et de l'ouest guyanais. Thèse de doctorat en Sciences de la Vie. Université des Antilles et de la Guyane. Cayenne, 369 p.
- [30]. Tewara Marlvín Anemey, Mbah-Fongkimeh Prisca Ngetemalah, Dayimu Alimu, Kang Fengling Xue Fuzhong, 2018: Small-area spatial statistical analysis of malaria clusters and hotspots in Cameroon 2000 - 2015. *BMC Infectious Diseases* (2018) 18: 636, 15 p.
- [31]. Tokponnon Tatchémè Filémon, Ossè Razaki, Padonou Germain Gil, Affoukou Cyriaque Dossou, Sidick Aboubakar, Sewade Wilfried, Fassinou Arsène, Koukpo Côte, Akinro Bruno, Messenger Louisa, Oké Mariam, Tchévoédé Alexis, Ogouyemi-Hounto Aurore, Gazard Kinde Dorothée, Akogbéto Martin, 2023: Entomological characteristics of malaria transmission across Benin: an essential element for improved deployment of vector control interventions. *Insects* 14, n° 1: 52. URL: <https://doi.org/10.3390/insects14010052>
- [32]. Xiao Dan, Long Yong, Wang Shanqing, Fang Liqun, Xu Dezhong, Wang Guangze, Li Lang, Cao Wuchun, Yan Yongping, 2010: Spatiotemporal distribution of malaria and the association between its epidemic and climate factors in Hainan, China. *Malaria Journal* volume 9, Article number: 185. doi: 10.1186/1475-2875-9-185, 11 p.
- [33]. Yoep Norzawati, Hasim Hazrin, Yusoff Nadiah Ummi, Yosoff mahani, Mahpot Rizawati Noor, 2015: Spatio-temporal distribution of malaria in Perak, Malaysia. *Advances in Infectious Diseases*, 5: 154-161.