VARIABILITE CLIMATIQUE ET PREVALENCE DU PALUDISME A BONABERI-DOUALA, REGION DU LITTORAL CAMEROUN

JULIUS Tata Nfor [1], **MATANGOUO** Meli Carelle[2]

1Department of Geography, Planning and Environment, Research Unit for Climatology and Environmental Studies, (LACLIREN)Tel: +237675426969 Email: jtnfor2007@gmail.com
2 Department of Geography, Planning and Environment, Research Unit for Climatology and Environmental 0Studies, (LACLIREN) Email: matangouoc@gmail.com

RESUME

La question de variabilité climatique constitue aujourd'hui une préoccupation majeure dans le monde tropical surtout dans un contexte marqué par une irrégularité pluviométrique et la hausse des températures. L'objectif principal de cette étude est de contribuer à une meilleure connaissance de l'impact de la variabilité climatique sur la prévalence du paludisme. Cependant malgré que, le climat, le relief, l'hydrographie de Bonaberi conditionnent la prolifération des moustiques, cette situation reste accentuée par une pluviométrie irrégulière avec une moyenne annuelle quittant de 2384,636 mm entre 1981-1990 à 2246,784 entre 1991-2000, puis de 2581,56mm de 2001-2010 à 2467,1mm entre 2011-2021 avec un coefficient de variation de 15,21% entre 1981-2021. Aussi à l'échelle mensuelle et journalière, la forte pluviométrie enregistrée dans cette zone ces derniers temps est pendant les mois de : Juillet, Aout et Septembre. Et cette quantité élevée ces mois favorise les inondations qui sont propices pour la prolifération des moustiques. Cette variation pluviométrique irrégulière favorise l'apparition des flaques d'eau qui deviennent par la suite de véritables gites larvaires conduisant au développement des anophèles, vecteurs du paludisme. Cependant, la survie de ces anophèles reste assurée par les températures ambiantes comprises entre 25°C et 32°C et une humidité dont les proportions supérieures à 60%. Toutefois, il faut rappeler que la propagation de cette épidémie mortelle reste consolidée par l'anthropisation du milieu naturel. Bien qu'il existe au niveau institutionnel et communautaire des mesures de lutte contre le paludisme, les résultats restent ineffectifs cela à cause de multiples contraintes à la fois environnementales et humaines qui empêchent une lutte effective contre sa propagation.

Mots Clés : Variabilité Climatique, Prévalence du paludisme, , Bonaberi, Cameroun.

ASBTRACT

The issue of climate variability is now a major concern in the tropical world, especially in a context marked by rainfall irregularity and increase temperatures. The main objective of the study is to contribute to a better understanding of the

impact of climate variability on malaria prevalence. Although climate, relief, Bonaberi hydrography condition the proliferation of mosquitoes, this situation of irregular rainfall with an annual average variation of 2384.636mm between 1981-1990, 2246.784 between 1991-2000, then from 2581.56mm from 2001-2010 to 2467.1mm between 2011-2021 with a coefficient of variation of 15.21% between 1981-2021. Also on a monthly and daily scale, the high rainfall recorded in this area in recent times is during the months of: July, August and September. The situation is exacerbated by climatic parameters such as high rainfall patterns favouring floods that are conducive to the proliferation of mosquitoes. This irregular rainfall variation favors the appearance of puddles which subsequently become real larval gites leading to the development of Anopheles; vectors of malaria. The survival of these Anopheles remains assured by ambient temperatures between 25 °C and 32 °C and humidity of more than 60%. However, the spread of this deadly epidemic remains consolidated by the anthropization of the natural environment. Although there are control measures to ensure an effective fight against malaria prevalence considering the institutional and community dispositions, the results remain ineffective because of environmental and human constraints

KeyWords: Climate variability; Malaria Prevalence, ~~Epidemic, Mosquitoes~~, Bonaberi, Cameroun

INTRODUCTION

. La zone tropicale est la zone climatique la plus chaude sur la terre avec le soleil au zénith (90°) au moins une fois par an, jamais en dessous de 43° (Thomas Steiner, 2006, p 36. Cette unité de la terre apparait comme la partie où les mutations sur le climat sont les plus intenses avec les sécheresses d'une part et les inondations d'autre part. En effet, le début des années 1980 marque un tournant important. Plusieurs travaux de Nicholson (1980, 1981, 1986) fournissent une première vision de l'ensemble de la variabilité spatio-temporelle des précipitations en insistant sur la régionalisation et la persistance de la récente sècheresse. Les années 1982 à 84 dans les tropiques enregistrent des précipitations encore plus faibles que celles de 1972-1973 (Gaston Lienou, 2007 P56). En raison de leurs répercussions immédiates et durables sur le milieu naturel et sur l'homme, les questions de changement et de variabilité climatiques sont placées depuis quelques temps au centre des préoccupations des scientifiques et des décideurs politiques dans le monde (Amani, et al. 2010 P16). Toutefois, La variabilité climatique se manifeste par une dynamique spatio-temporelle régressive des pluies annuelles, une récession des fréquences de jours pluvieux en général et en particulier celles des auteurs pluviométriques supérieures à 10mm et une diminution de la durée des saisons pluvieuses de 30 à 35 jours à partir de 1970 (Amani, et al., 2010 P14). Au-delà de la variabilité naturelle du

climat, on note que depuis le début de l'ère industrielle, la température de la planète montre une tendance à la hausse. La température de la planète s'est élevée de 0,6°C. Les prévisions scientifiques projettenttablent sur une hausse des températures de 2 à 6°C (Doumbia, 2010 P 60). Parmi ces études menées, on peut citer celles effectuées au Bangladesh (Hasan et al. 2014), en Ethiopie Addisu et al. 2015 P12), Taiwan (Yeh et al. 2015 P16, et d'autres régions du Brésil (Blain et al, 2005-TPCC, 2007 P90 ; Debortoli et al, 2015 P154 ; Tozato, 2015 P60 ; Nascimento, 2013 P214).

En Afrique de l'Est, les scenarios climatiques régionaux indiquent une augmentation des précipitations, surtout vers la fin de l'été (Hewitson, 2006 P45). Cette variabilité des précipitations est importante en Afrique Occidentale et Centrale, à la fois à l'échelle interannuelle et décennale et ses impacts socio-économiques ne peuvent qu'être dramatiques (Tsalefac, 2007 P112 ; Fontaine et al ; 2012 P84).
En Afrique de l'Ouest, l'analyse des précipitations annuelles montre une relation étroite avec la température de surface de l'océan Atlantique Nord, ainsi qu'un lien très fort avec l'énergie cumulative des cyclones tropicaux. Suite à la longue sècheresse sahélienne subie à partir de 1970, l'analyse des données pluviométriques montre une reprise des pluies depuis la fin des années 80 et 90, et cette reprise est marquée cependant par la recrudescence sans précédent des inondations urbaines (Nouaceur, 2020 P90). La région de l'Afrique Subsaharienne est sans conteste la région au monde ayant connu dans son ensemble la plus forte diminution de précipitations durant les 50 dernières années (Mulengezi, 2021 P 102).
Outre les ruptures observées dans les chroniques de données de précipitations, les autres manifestations de la péjoration climatique en Afrique tropicale sont : la mauvaise répartition des pluies dans l'espace et dans le temps ; les intensités très fortes et/ou très faibles à certaines périodes de l'année, le décalage du début des saisons, la nature des épisodes de pluies et notamment leur durée, la quantité de pluie tombée au cours d'une période (Daniel Sighomnou, 2004 P45 ; Dorsouma et Mélanie, 2008 P215).
A l'échelle du Cameroun, si les déficits de pluies sont bien établis au Nord, les effets de la variabilité climatique sont moins visibles au Sud (Sigha-Nkamdjou et al, 1998 P26). Cependant, les deux alizés boréal et austral sont les principaux facteurs de la variabilité pluviométrique sur le territoire Camerounais, nuancés par les facteurs géographiques (Tsalefac, 1999 P35). Contrairement aux précipitations qui montrent souvent les grandes différences d'un emplacement à un autre dans une même région, les données de température sont régulièrement plus homogènes (Badameli et Zadouza, 2022 P89). En effet, la variabilité climatique influence directement la santé humaine comme la chaleur ou le froid extrême, soit indirectement en modifiant l'environnement et le milieu de vie par les phénomènes d'inondations, les fortes averses (Badameli et Zadouza, 2022 P102).

Le paludisme est une maladie humaine potentiellement mortelle causée par des parasites que transmettent les piqures de moustiques anophèles femelles infectées. En 2020, on estimait à 241 millions le nombre de cas de paludisme dans le monde (Bamba et al, 2020 P89). Le nombre estimé de décès imputables au paludisme s'est élevé à 627 000 en 2020. Au Cameroun, elle est d'actualité et constitue un problème de santé publique (Doumbe et Mbede, 2003 P78). Le taux de prévalence des maladies liées à l'eau est estimé à 19% (BAD, 2010). Pour ce qui est du paludisme, une enquête réalisée par le programme national de lutte contre le paludisme en 2004 a montré que le paludisme représente 40,1% de morbidité chez la population générale. Ce taux montre les variations significatives entre les régions et entre les différents facies épidémiologiques rencontrés au Cameroun. En zone de forêt, il est de 40,6%, de 35,5% en zone de savane et de 44,7% en zone de transition forêt savane (Nguedjo, 2011 P75). Le paludisme représente 2,2% de mortalité dans la population générale et 4,2% de mortalité chez les enfants de moins de 5ans (Minsante, 2010 P25). Il convient de dire que la définition de cas reste faiblement maitrisée par les acteurs du système de surveillance et que ces données doivent être prises avec des réserves (Roungou, et al, 2016 P14).

Pour ce qui est du contexte environnemental, certains phénomènes naturels telques la variation saisonnières, les inondations peuvent accroitre la susceptibilité des individus au paludisme (Demtezemb, 2019 P12). Dans l'optique de cet axe de la recherche, Demongeot (1976P89), s'intéressant au milieu naturel tropical, démontre que la zone tropicale est très favorable au développement des microorganismes pathogènes à cause de son climat chaud et humide. Toutefois, les facteurs environnementaux d'amplification des anophèles se résument à deux niveaux : les changements écologiques globaux comme le réchauffement de la terre et le changement climatique ; les changements écologiques locaux comme les précipitations et la montée des cours d'eaux et avec les pluviométries abondantes, l'équilibre des gites de production d'anophèles peut basculer facilement en faveur du paludisme (Moussa, 2011P74), entrainant des conséquences sur la santé humaine (Manga et al. 1993P25 ; Baudon , 2000 et Mada Njoua, 2008P14) s'inscrivent dans la même logique et affirment que les conditions bioclimatiques en saison des pluies favorisent le développement des anophèles et par conséquent, on enregistre plus de cas de paludisme en cette saison. Aussi, si la température de l'eau augmente, les larves parviennent plus rapidement à maturité et produisent une descendance plus nombreuse pendant la période de transmission ; en climat plus chaud, les moustiques femelles adultes digèrent plus rapidement le sang et s'alimentent plus fréquemment (Doumbia, 2010 P98). De ce fait, l'Afrique est le principal foyer endémique de la frontière du Sud du Sahara (20°N) à l'Afrique du Sud et Namibie

(30°S) (Mouchet J. et Carnevale., 1998 P70 ; Mouchet et al. 1983 P102 ; Mouchet et al. 1998P95). Pourtant les grandes sècheresses des années 70 à 80 avaient réduit l'abondance, le taux d'infraction et l'extension géographique des vecteurs du paludisme dans les zones sub-sahariennes (CIRDES, 2008 P90). Alors, le paludisme peut être influencé par les quantités de pluies et leurs répartitions (Doumbia, 2010, p61). C'est dans ce sens que Lemouogué (2016 P254), affirme que l'influence des saisons sur le paludisme s'explique par la présence ou l'absence de l'eau. De ce fait, il s'avère nécessaire d'analyser l'impact de la variabilité climatique sur la prévalence du paludisme.

En ce qui concerne le contexte sociodémographique et économique, certains facteurs liés au vécu de l'homme contribuent à l'exposer à de nombreuses maladies hydriques tel est le cas avec le paludisme. En effet, le pronostic de l'évolution de la situation dépend des mesures de lutte qui sont prises, et de l'évolution de l'environnement climatique et anthropique susceptible de provoquer des réactions imprévisibles (Mouchet, 1999P88 ; Maud, 2006 P70 ; Briscoe et al. 1989 P45 ; Tumwine et al. 2002 ; OMS, 2014 P255). La part importante de cette morbidité affecte en général les villes du fait des effets de densité humaine (JMP, 2015), Il s'agit aussi d'un lieu de résidence marqué par un déficit de services de base qui génèrent de nouveaux types de paysage, lieux d'interaction multiples et varie entre santé des populations et de l'environnement (Nsegbe, 2019 P87). Il est aussi important de noter que, la mobilité humaine est un important déterminant social de la santé qui peut accroitre les maladies et décès associés au paludisme pour les migrants et les communautés d'accueil, en particulier le long des couloirs migratoires (Carlos Van, 2019 P88).

Au rang de ces facteurs socio démographiques et économiques, on peut noter la croissance urbaine anarchique, le mauvais aménagement et la forte densité des populations dans certains espaces habités, la précarité des habitations, le niveau d'étude, l'insuffisance d'hygiène et surtout la pauvreté qui réduisent la perception du risque par les individus (Demtezemb, 2019 P15). Besancenot (2007 P13) en réagissant au sujet des effets de ces changements sur l'infection palustre en relevant que les conditions thermiques et l'humidité ambiante développent et commandent la longévité de l'anophèle (Péngas et al, 2020 P67).

Cette situation épidémiologique reste criarde sur le territoire camerounais car la détérioration de l'environnement et la dégradation des conditions de vie des populations sont source d'une prolifération avancée des moustiques spécialement dans les villes surpeuplées comme Douala. Selon le rapport mondial de l'OMS, 6,2 million de cas ont été estimés en 2019 avec 11 233 décès. D'après les enquêtes démographiques et de santé (EDS) 2011 et 2018, la prévalence parasitaire du paludisme est passée de 30% en 2011 à 24% en 2018. C'est dans ce contexte que les activités de la 14^{e} journée mondiale de lutte contre le paludisme ont été célébrées le 25 Avril autour du thème : « zéro palu, tirer un trait sur le paludisme » (Ngoumou,

2021P85). Cette évolution pathologique croissante est d'une part causée par la fréquence des inondations surtout dans les villes à topographie basse, mais cette situation reste tout de même accentuée et accélérée par l'urbanisation et l'augmentation rapide de la population dans les villes dont les plus pauvres sont concentrées dans les zones à risque d'inondation. C'est en sens que (Mbella, 2022 P80) déclarent que l'urbanisation accélérée et l'accroissement démographique dans les villes camerounaises, ont exposé les populations à de nombreux risques sanitaires.

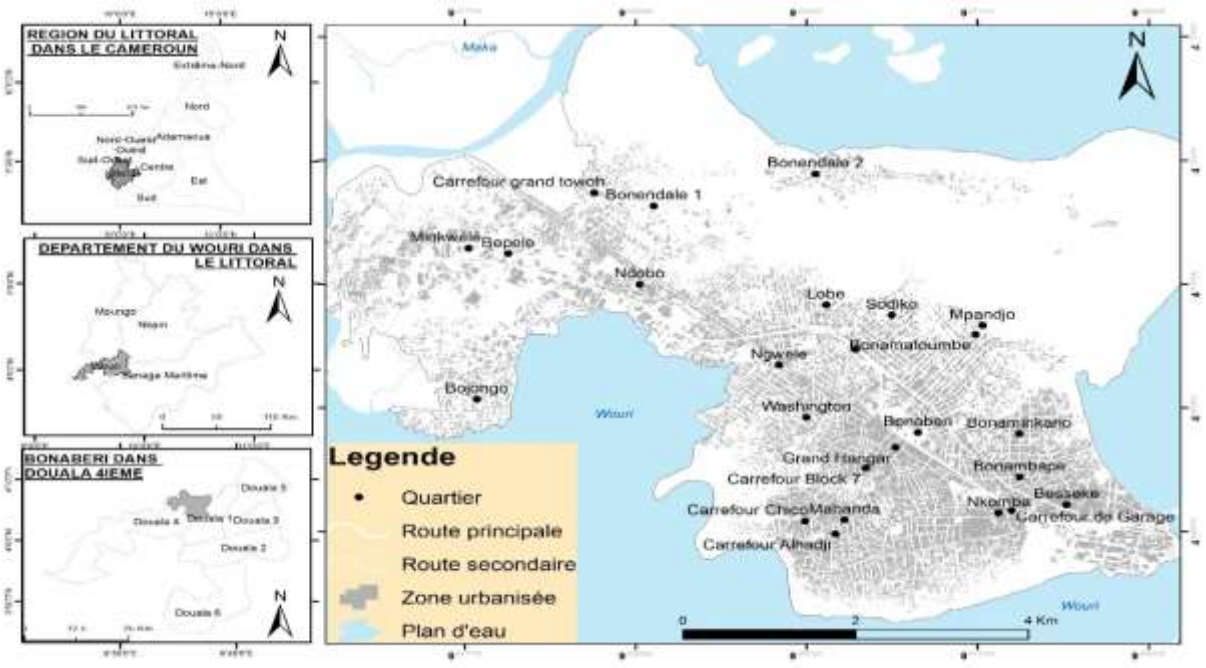
2 MATERIELS ET METHODES

2 .1 Présentation de La Zone D'étude

La connaissance de l'environnement dans lequel doit être menée toute étude scientifique est primordiale. Bonaberi est une commune d'arrondissement de la communauté urbaine de Douala 4e, région du littoral Cameroun entre le 4°04'44'' Nord et le 9°40'00'' Est sur une altitude minimale de 0m et maximale de 20m. Située sur une presqu'île faisant face aux autres arrondissements de Douala et reliée aux arrondissements de l'Est par un double pont sur le fleuve, Bonaberi s'étend sur la rive droite de l'estuaire du Wouri entre les quartiers de Bonassama sur la pointe Sud de la presqu'île et les confins du département du Moungo dans les quartiers Bojongo, Ndobo et Bonendale (Figure 1).

Figure 1 : localisation de Bonaberi dans Douala 4e

2.2 Collecte des Données



Dans le cadre de cette étude -, nous avons fait recours à plusieurs études manuscrites de thèses et des mémoires. On a par la suite consulté les articles sur différentes

thématiques en relation avec le climat et les maladies liées à l'eau (Bamba Yaya et al, 2020 P45) et les rapports. Les données climatiques provenant de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et Madagascar. Elles couvrent une période consécutive de 41 années allant de 1981 à 2021. Les statistiques épidémiologiques sur la distribution et la fréquence des maladies au sein de notre zone d'étude Bonaberi. Ainsi, pour estimer la fréquence d'une pathologie, on dispose en général de deux types de sources d'information à savoir, les données statistiques, et les enquêtes ponctuelles ciblées sur cette maladie. Ces statistiques épidémiologiques en ce qui concerne la prévalence du paludisme dans Bonaberi ont été obtenues grâce à la direction de lutte contre les maladies, les épidémies et les pandémies (DLMEP) du MINSANTE de la délégation régionale de la sante publique du littoral.

2 .3. Traitement des Données

Deux logiciels nous ont permis d'accomplir cette opération : le logiciel SPSS a permis de réaliser tout type d'analyse, et dû au fait qu'il ne pouvait produire de graphiques à notre convenance nous avons opter copier les données préalablement calculées dans SPSS puis coller dans Excel pour un meilleur traitement et l'obtention des graphiques qui nous conviennent tout en disposant les éléments de ces graphiques selon nos attentes. Une fois les données climatiques insérées dans Excel 2013, les variables à calculer concernaient les moyennes arithmétiques de la série chronologiques, les totaux et les moyennes pluviométriques pour chacune des années, l'écartype de la série et les indices ont permis de réaliser le graphique des anomalies standardisées (pluies, températures, humidité relative). En ce qui concerne les précipitations, les températures, l'humidité, le nombre de jours de pluies et les hauteurs pluviométriques aux échelles annuelle, saisonnière et mensuelle, les variations de températures et de l'humidité été retenues pour l'analyse. Ces échelles été retenues pour l'examen de ces paramètres dans le but d'appréhender leur influence sur la prévalence du paludisme.

Il s'agit notamment de la

Moyenne pluviométrique calculée à partir de la formule suivante :

$$Pa = \Sigma Pm$$

Avec :

Pa = précipitations annuelles,

Pm = précipitations mensuelles compris l'indice de l'écart à la moyenne.

-le calcul de l'écart type a permis d'évaluer la dispersion des valeurs autour de la moyenne. Il se détermine par le calcul de la racine carré de la variance : $\theta(x)=\sqrt{v}$ et v représente la variance. L'écartype est par excellence l'indicateur de la variabilité

climatique (B Doukpolo, 2013). Dans Excel, exécuter cette formule : =écartype (sélectionner les données) puis valider.

Coefficient de variation (CV) défini comme le ratio de l'écart type et de la moyenne utilisés pour comparer le degré de variation de la pluviométrie la formule suivante a été utilisée :

Avec : $CV = (\boldsymbol{\delta}/ \tilde{Y}) *100$

Cv = coefficient de variation ;

$\tilde{Y}$= moyenne ;

δ = écart type.

L'indice de Nicholson (indice de pluviosité) :

Cette même procédure a été appliquée pour les autres paramètres climatiques. Cet indice est obtenu par l'équation suivante :

Avec :

$$\boldsymbol{I_i = \frac{P_{i-P_m}}{\sigma}}$$

Ii: Indice pluviométrique ;

Pi : Hauteur de pluie de l'année i (en mm) ;

Pm : Hauteur de pluie moyenne sur la période d'étude (en mm) ;

σ: Écart type de la hauteur de pluie sur la période d'étude

3 RESULTATS

3 .1 Climat et Prévalence du Paludisme à Bonaberi

D'après les données actuelles, la variabilité interannuelle et inter décennale du climat pourrait avoir une influence directe sur l'épidémiologie des maladies à transmission vectorielle. Ainsi, la pluviométrie, la température et l'humidité relative sont des paramètres climatiques déterminants dans l'épidémiologie du paludisme. Le bilan des analyses montre avec les paramètres climatiques tels que : pluviométrie irrégulière, températures constamment à la hausse, humidité ambiante favorable à la migration des anophèles ; et les éléments du milieu naturel tels que : le relief, l'altitude, l'hydrographie, la végétation ; la vulnérabilité des populations à l'incidence sur le paludisme à Bonaberi à travers les conditions du milieu favorable au développement des moustiques (Figure 3).

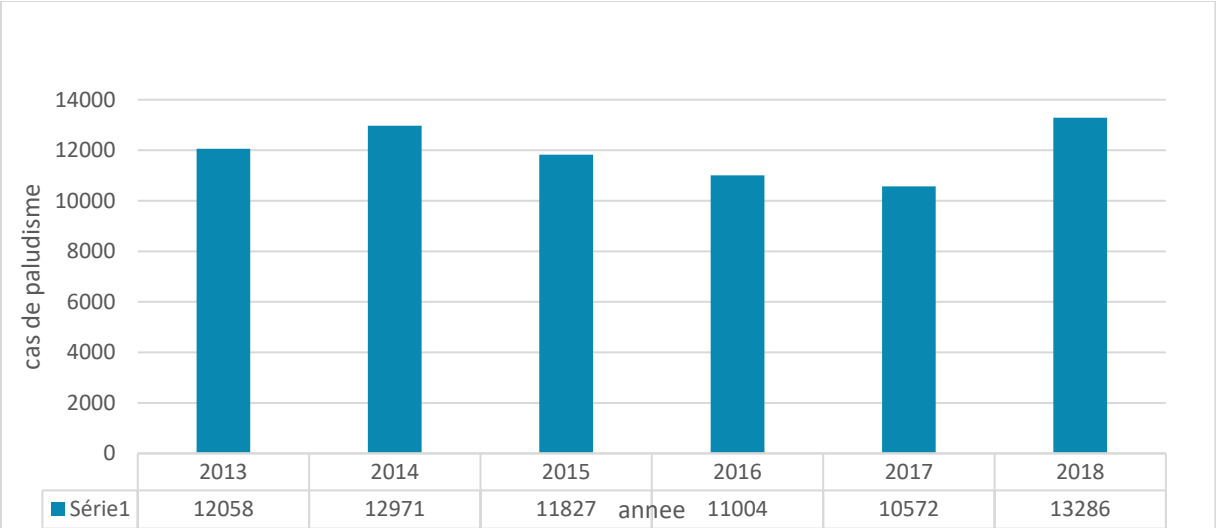
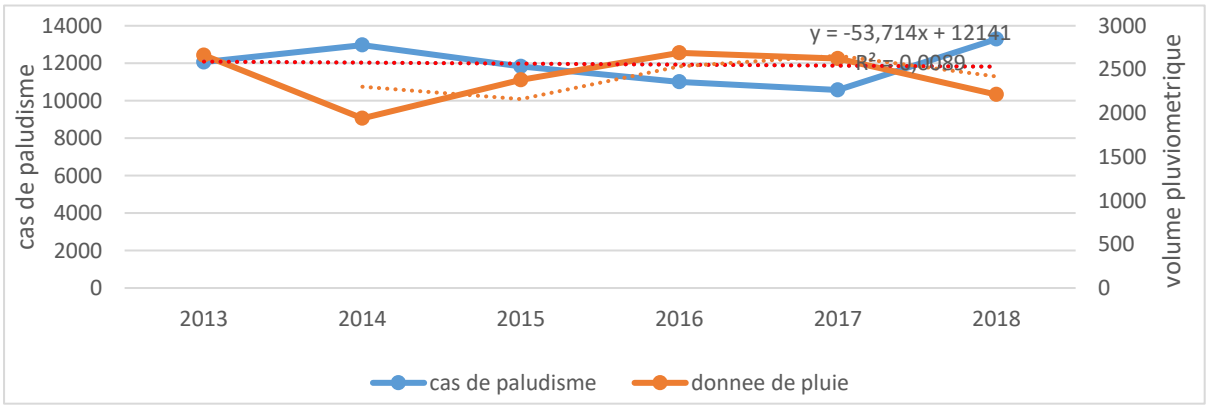


Figure 3: Evolution Mensuelle du cas du Paludisme à L'hôpital de Bonassama en 2020 et cas du paludisme en 2013 à 2018 à Bonaberi

Source : auteur 2022, **Source** : DLMEP du Minsante 2022

La figure 3 nous présente l'évolution mensuelle du paludisme à l'hôpital de district de Bonassama.et le statut de l'évolution du paludisme à Bonaberi entre 2013 et 2018 Ont remarquer une variation instable des prévalence de paludisme dans la zone de mois de Janvier a Decembre avec des cas les plus élevées en Janviere, Fevrier, Mars, Avril, Octobre, Novermbre, Decembre qui sont les mois les plus pluvieux et donc les plus humides.

et des cas les plus faibles sont observées entre Mai et Septembre qui sont les mois les moins pluvieux et humides. Pour situation annuelle, ont constat une prevalence



du paludisme de 2013 à 2018 à Bonaberi.

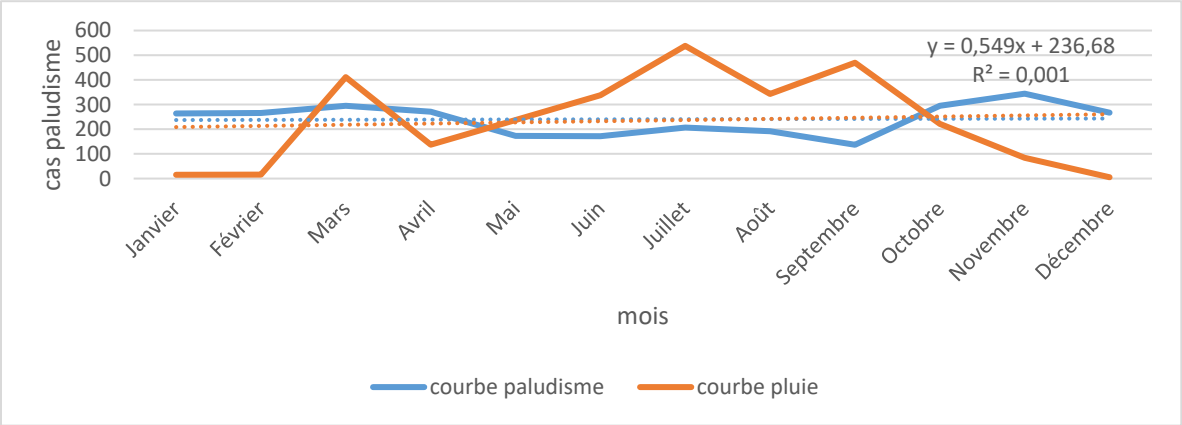
3.1.1. Évolution Annuelle et Mensuelle du Cas du Paludisme en Fonction de la Pluviométrie

D'après notre revue de littérature, la pluviométrie s'avère être un grand contributeur dans l'incidence du paludisme spécialement dans les zones littorales. (Figure 4).

Figure 1: Corrélation variabilité pluviométrique et évolution annuelle de

Cas du paludisme de 2013 à 2018

Source : auteur 2022



La figure 4 nous présente la variation de la pluviométrie et l'incidence du paludisme à Bonaberi entre 2013 et 2018. En effet, la croissance des pluies avec la croissance de la maladie s'explique par l'intensité de ces pluies en saison pluvieuse donc l'irrégularité et son l'alternance avec le rayonnement élevé favorise la stagnation des eaux et la prolifération des vecteurs du paludisme. Cependant, avec un coefficient de corrélation égale à 0,05%, il existe une corrélation entre la prévalence du paludisme et la variabilité pluviométrique à Bonaberi mais cependant le lien d'association est très faible.

Figure 2: **Corrélation Variabilité Pluviométrique et Incidence Mensuelle du Paludisme à Bonaberi en 2020,**

Source : auteur 2022

La figure 5 nous montre le lien entre la pluviométrie et l'incidence mensuelle du paludisme en 2020. On remarque que les mois présentant une pluviométrie très forte n'enregistrent pas un score élevé de la maladie et vice versa. Les mois pluvieux avec une pluviométrie moyenne sont ceux qui enregistrent le plus grand score puisqu'une pluviométrie pas trop abondante favorise la naissance des flaques d'eau stables favorables pour le développement des gites de moustiques. Le coefficient de corrélation est (0,05) positive mais très insignifiantes. Donc la pluviométrie de 2020 n'a pas eu un impact considérable sur l'incidence du paludisme..

3.1.2. Evolution Annuelle et Mensuelle du Cas d'incidence du Paludisme en Fonction de la Température

L'observation de l'évolution des températures sur la figure 6 laisse comprendre influence de la temperature sur le développement du paludisme.

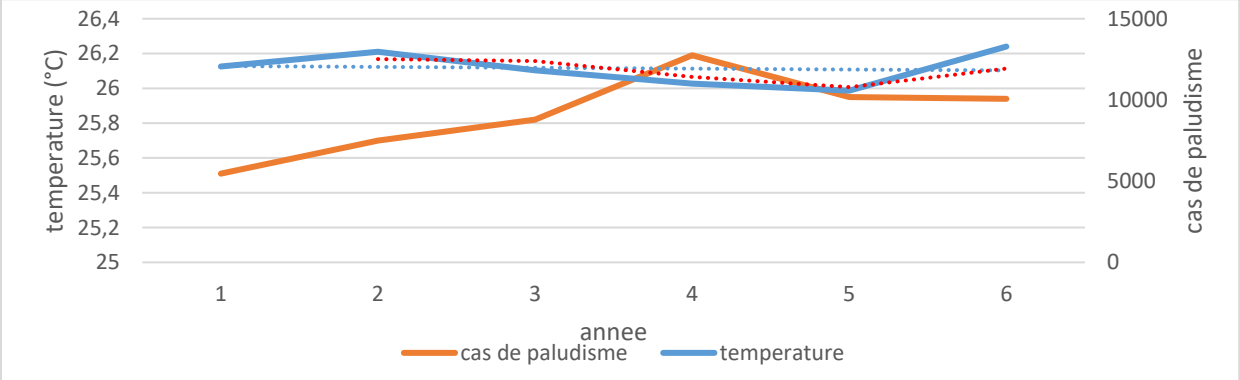
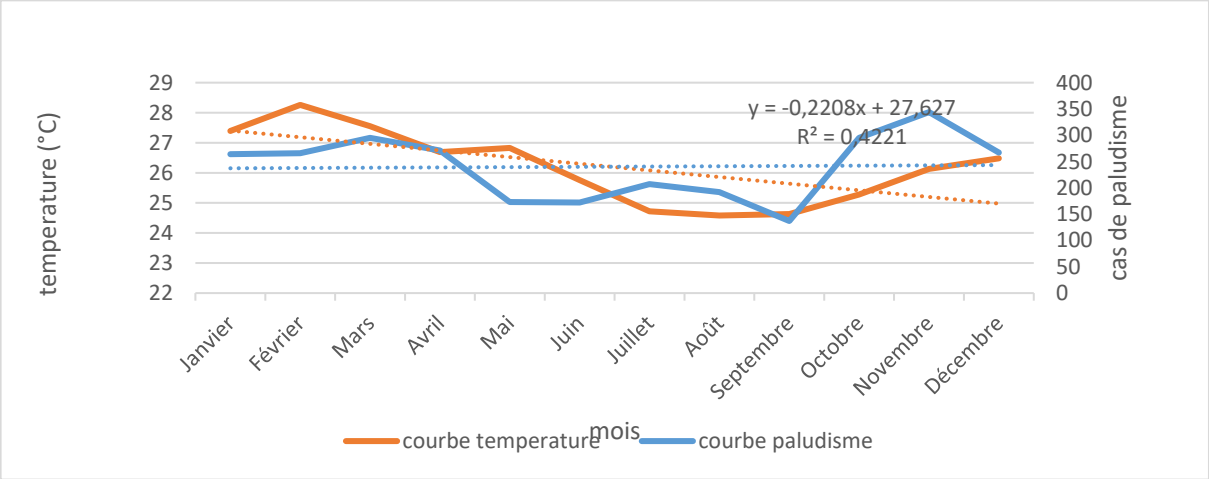


Figure 3: Corrélation variabilité thermique et évolution de la prévalence du paludisme de 2013 à 2018, Source : auteur 2022



La confrontation de ces données thermiques et cas paludéens permet de constater que le score de la maladie augmente avec la hausse des températures. Lorsqu'il pleut abondamment, les températures baissent, il ya la mise sur pied du processus de lessivage qui empêche toute formation des gîtes larvaires et par conséquent la maladie baisse. En 2014 par exemple sur la figure 6, on a enregistré un total annuel thermique de 308,51°C avec 12971 cas de paludisme, contre 309,88°C en 2015 avec 11827 cas de paludisme enregistré à Bonaberi. Ceci est une preuve déjà que les températures subissent une variabilité croissante et cela impacte sur la prévalence du paludisme à Bonaberi où les températures généralement comprises entre 23°C et 29°C suivant le Bulletin Climat- Santé de la DMN/MINT, sont très favorables à la survie de l'anophèle. Avec le coefficient de corrélation, Coef = 0,4, on conclut qu'il existe une corrélation positive entre l'augmentation des températures et la prévalence du paludisme à Bonaberi, mais le lien est faible.

Figure 7 : Corrélation Mensuelle entre Température et Incidence du Paludisme Pour l'année 2020

Source : auteur 2022

La figure 7 présente la corrélation mensuelle entre les données fade températures mensuelles et l'incidence du paludisme pour le compte de l'année 2020. La courbe de température évolue avec la pathologie mais cependant le coefficient de corrélation étant (0,12) nous apprend que bien qu'étant positive, le lien entre les températures et les statistiques mensuelles sur le paludisme est insignifiant.

3.1.3 Evolution Annuelle du Taux d'incidence du Paludisme en Fonction de L'humidité

Cette évolution met en relief les proportions d'humidité relative annuelle et l'incidence du paludisme à Bonaberi. L'incidence de paludisme et celle sur l'humidité relative de Bonaberi entre 2013 et 2018. Lorsqu'on observe ces deux courbes, on se rend compte que l'incidence sur le paludisme connait une variabilité croissante. Par contre la courbe sur l'humidité n'est pas constante mais connait une légère variation inter annuelle, avec la valeur la plus élevée enregistrée en 2018 avec 74,58mm, cette même année, l'incidence du paludisme a également connu le chiffre le plus élevée de notre série. Cela peut être dû à une pluviométrie régulière et moins dense puisque les larves se sont développées produisant des anophèles qui ont par la suite infectées les populations. Alors, la légère variation observée sur les autres années peut être liée à la baisse de la pluviométrie inégalement répartie dans le temps entrecoupé par des forts rayonnements solaires suivie de la prolongation de la saison sèche en saison de pluie. Cette chute des valeurs de l'humidité passant de 72,92mm en 2014 avec une incidence palustre 12971 cas à 70,86mm en 2015 une incidence palustre de 11827 cas enregistre, puis une légère augmentation de la valeur de l'humidité de 70,86mm en 2015 à 72,74mm en 2016 avec la chute de l'incidence de 11827 en 2015 à 11004 cas en 2016 peut résulter de l'irrégularité fréquente des pluies pendant ces années avec des intensités pluviométriques importantes pendant un jour suivie de l'ensoleillement élevée pendant les autres jours. Cela rend le climat favorable à la formation des gites larvaires et au développement des anophèles transporteurs du plasmodium vecteur du paludisme. L'étude montre une association positive entre l'incidence du paludisme et l'humidité relative avec un Coefficient de corrélation mensuelle (0,4) entre l'humidité et l'incidence du paludisme en 2020 à Bonassama. Le coefficient de corrélation est donc positif mais très faible.

3.2 Facteurs Environnementale, Socio-anthropologie et Prévalence du Paludisme

En outre, il s'avère nécessaire et en même temps très intéressant de consolider les résultats de la partie précédente sur les paramètres climatiques par d'autres paramètres d'ordre épidémiologiques qui sont les facteurs humains car l'homme dans ses activités modifie la composante environnementale. Cependant, il reste clair

que les conditions climatiques n'expliquent pas à elles seules l'incidence du paludisme à Bonaberi car les facteurs d'ordre humains ne sont pas en reste dans l'exposition des populations de Bonaberi au risque paludéen.

Au Cameroun comme dans toutes les villes tropicales, le climat est le principal déterminant de la présence des vecteurs du paludisme et de leur variation géographique au Cameroun. Dans la ville de Douala en général et Bonaberi en particulier, les températures sont élevées toute l'année presque jamais inférieures à 22°C même en saison de pluies, et allant parfois jusqu'à 30°C en saison sèche, ces paramètres réunis des conditions favorables au développement et à la survie des larves.

Cependant, Bonaberi est situé sur un relief à topographie plane avec de très faibles pentes qui sont un véritable obstacle à l'écoulement des eaux. Ce relief offre des assises à platitude favorable à la stagnation des eaux et la végétation crée des conditions de promiscuité favorable à l'épanouissement des anophèles. Les zones marécageuses y prédominent et représentent de véritables espaces de stagnation de eaux qui à leur tour sont des habitations modernes pour les larves qui y trouvent des conditions réunies pour leur survie. Etant une zone à faible pente, Bonaberi est le lieu par excellence des cours d'eau car regorge d'une plénitude de bas fond marécageux où tout au long de l'année sont submergés par les eaux. Ces espaces de stagnation permanente d'eau généralement non entretenus sont autant d'écosystème ou d'assises écologiques favorables au développement des vecteurs.

En dehors du milieu physique qui cause la croissance des moustiques dans la ville de Douala en général et Bonaberi en particulier, certaines causes de leur persistance sont d'origines humaines. Bonaberi connait une insuffisance quantitative des infrastructures hospitalières publiques. En effet, on assiste aujourd'hui à une prolifération d'infrastructures sanitaires privées dans les quartiers contre la rareté des centres de santé publics que privilégient les populations à revenus intermédiaires et faible à cause du cout extrêmement élevé des soins dans les centres privés. Etendu sur une superficie de 35km2 avec une population de 395 536 hbts, Bonaberi dispose que d'un seul centre hospitalier public qui est : l'hôpital de District de Bonassama, situé à l'entrée de Bonaberi. La pharmacopée traditionnelle apparait aujourd'hui comme une échappatoire de certaines personnes qui ont du dégoût vis-à-vis de la médecine moderne. Elle est depuis un certain temps en pleine expansion tant dans les villes que dans les campagnes. Il ressort que la moitié de la population des ménages de Bonaberi fait principalement recours à la médecine traditionnelle car 50% des répondants affirment faire d'abord recours à la médecine traditionnelle et ne se rendent dans les structures de santé modernes qu'en cas de complication de la maladie, 49% avouent se rendre dans les centres de santé en cas de la maladie.

La situation financière au niveau des ménages reste un véritable handicap pour la lutte efficace contre la propagation du paludisme à Bonaberi. Une population donc

l'accès aux services de base est problématique, se soigner paraît comme un luxe pour le plus grand nombre. En effet, le coût d'usage du service est le principal obstacle rencontré par les ménages pauvres dans l'accès aux soins, et même lorsqu'ils s'adressent au secteur public : l'hôpital, couteux, est réservé aux cas les plus graves. Tandis que la rareté des hôpitaux publics ne leur permet pas de tenir le rôle d'une offre sanitaire de proximité, les établissements privés, cliniques pallient ces insuffisances mais leur coût d'accès les rend bien souvent inabordables pour les citadins pauvres

Bien que le rapport mondial 2021 cite le Cameroun parmi les 11 pays les plus affectés par le paludisme, et que les responsables en charge de la lutte contre cette maladie dévoilent qu'elle représente 30% de motif de consultation, la lutte contre cette pathologie est encore sous financée au Cameroun. « Le programme de stratégie nationale de lutte contre le paludisme n'a reçu jusqu'ici que 50% des fonds attendus ; il faut encore 101 milliards de francs CFA pour implémenter la lutte envisagée par ledit programme » révèle Olivia Ngou de l'organisation impact santé Afrique le 14 mars 2022.

DISCUSSION

La manifestation de la Variabilité climatique à Bonaberi est particulièrement marquée par une irrégularité pluviométrique avec une hausse de températures pour la décennie 80 et 90. Il ressort de nos analyses qu'effectivement cette variabilité climatique qui se traduit par une baisse annuelle de la pluviométrie moyenne, une augmentation des températures annuelles suivie d'une baisse de l'humidité relative annuelle. Ces résultats sont en accord avec ceux de Tchoumou (2012P30) sur la variabilité climatique et paludisme sur le versant oriental du Mont Manengouba : le cas des aires de santé de Mbouroukou et de Melong-Centre (Littoral-Cameroun), montre une augmentation des températures précisément pour la décennie 90. Un déficit pluviométrique. Ces résultats sont également similaires aux travaux de Mezafack (2021 P14) sur la variabilité pluviométrique et risque d'inondation dans le bassin de la Biyémé et de la Mefou dans l'arrondissement de Yaoundé 6e, où il montre la hausse des précipitations pour la décennie 1981-1990 (Bring et *al* , 2023 P112).

Toutefois, nos résultats concernant l'apport des paramètres climatiques sur la prévalence du paludisme montrent qu'effectivement le climat à travers la pluviométrie, la température et l'humidité relative ont un impact sur l'incidence du paludisme malgré le lien qui est positif pas significatif. Ces résultats sont sensiblement similaires à ceux trouvés par Soro Pewonheta (2016 P21) sur l'influence de la variabilité climatique sur la dynamique de transmission du paludisme et de la Bilharziose à Korhogo et en désaccord avec ceux de Doumbia (2010 P25), qui montrent une corrélation positive entre l'incidence et la pluviométrie et aussi

l'humidité relative mais par contre une corrélation négative entre l'incidence du paludisme et la température.

Les résultats portants sur la contribution des facteurs humains sur la prévalence du paludisme ont permis d'évaluer le rôle joué par l'homme dans ses activités et ses mobilités sur la persistance du paludisme. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Loizzo et Tabarly (2012P56) sur la géographie de la santé : espaces et sociétés, espaces et territoires du paludisme. Où elles ont montré que différents facteurs anthropiques pèsent sur les logiques spatiales du risque paludéen tels que : les mobilités humaines, certaines formes d'urbanisation et certains aménagements agricoles et hydrauliques (Lionel Djibie et *al*, 2021 Page 12).

Les résultats de cette étude portant sur l'état des lieux de la prévalence du paludisme à Bonaberi révèlent que l'écologie du paludisme en fonction de : la pluviométrie, température et humidité relative, ainsi que le milieu naturel à travers : le relief, végétation, et l'hydrographie créent par endroits les conditions favorables à la multiplication des moustiques et au développement du paludisme. Ces résultats sont similaires aux études de menées par Bamba et al (2020 P54) qui ont travaillé sur la variabilité pluviométrique et prévalence du paludisme à Grand-Bassam en Côte d'Ivoire. Ces résultats corroborent également avec ceux de Nsegbe (2017P16) ou il montre l'impact du milieu naturel dans l'évolution des maladies infectieuses à Makèpe-Missoke. En effet, cette similarité peut s'expliquer par le fait que les conditions et les facteurs qui favorisent le développement du paludisme sont les mêmes.

Les résultats portant sur les mesures institutionnelles et communautaires pour la lutte contre la propagation du paludisme à Bonaberi ont permis en effet d'évaluer leur insuffisance ainsi que leur inadéquation en matière de lutte efficace et durable contre cette épidémie mortelle**.** Ces résultats sont similaires aux travaux de Lemougoué (2016 P156) qui a travaillé sur la thématique : le paludisme dans l'environnement urbain tropical d'altitude l'exemple de la ville de Dschang. Ces résultats sont également similaires à ceux trouvés par Jean-Yves (2009P13) et Pengas et *al*, 2021P16) sur la thématique : lutte contre le paludisme : nécessité d'une recherche pluridisciplinaire.

Les résultats sur les contraintes qui entravent la lutte efficace contre le paludisme à Bonaberi ont été évalués à des niveaux distincts à la fois naturels et humains. Ainsi, cela s'avère beaucoup plus accentué par les impacts de l'homme sur son milieu de vie. Ces résultats sont similaires aux travaux de Meva'a (2016 P54), Pengas et *al* (2019P14) qui montre que le milieu naturel impacte sur la survie des anophèles ainsi que l'homme de par ses pratiques crée des conditions favorables au développement du système anophèle. Il ressort de l'analyse que pour des multiples raisons à la fois sociales et culturelles, les mesures de prévention de la maladie ne

sont pas effectivement respectées par la population entière malgré l'envergure du risque paludéen, d'où les scores annuels en pleine croissance. En effet, la vulnérabilité de ces populations est davantage attribuée à la précarité de leurs habitats majoritairement repartis dans les quartiers spontanés à caractère marécageux inondables et dans un environnement en pleine dégradation alloué des conditions de vie peu acceptables.

Le bilan montre qu'il existe bel et bien des contraintes d'ordre naturel à travers le climat qui étant tropical reste très favorable à la survie des anophèles, la pente étant faible ne favorise aucun ruissèlement mais la stagnation des eaux usées domestiques, les réseaux hydrographiques mal entretenus ; et d'ordre humain avec des habitats à dominance anarchiques et insalubres, l'insuffisance des centres de santé public qui offrent à tous des soins à des coûts abordables, suivie d'un faible recours à la médecine moderne avec une priorité accordée l'automédication et à la médecine traditionnelle ; sont autant de contraintes qui animent la persistance du paludisme à Bonaberi. Raison d'une nécessité des mesures plus efficaces pour une lutte durable contre cette épidémie.

CONCLUSION

En somme, la présente étude menée dans la région Littoral-Cameroun sur la thématique « variabilité climatique et prévalence du paludisme à Bonaberi » avait pour objectif de contribuer à une meilleure connaissance de l'impact de la variabilité climatique sur la prévalence du paludisme dans les villes tropicales. Alors, les analyses nous ont permis de voir qu'il existe bel et bien une variabilité des paramètres climatiques à Bonaberi. Cependant, sa contribution dans la prévalence du paludisme bien qu'étant positive reste faible, car on note des facteurs d'ordre environnementaux et d'ordre humain qui viennent accentuer la vulnérabilité des populations à cette épidémie palustre. En effet, les éléments du physique qui favorise la présence permanente des flaques d'eau, apparait comme une zone favorable à l'épanouissement des moustiques ce qui multiplie les scores des malades du paludisme. Ensuite, l'expansion des vecteurs dans cette zone est progressivement favorisée par l'anthropisation de son milieu physique.

Toutefois, il ressort des analyses statistiques appliquées aux données pluviométriques à différente échelle de temps, qu'effectivement les paramètres climatiques sont instables dans le temps avec des valeurs déficitaires pour ce qui est de la pluviométrie. On remarque une baisse de la moyenne de précipitation passant de 2384,636 mm entre 1981-1990 à 2246,784 entre 1991-2000, puis de 2581,56mm de 2001-2010 à 2467,1mm entre 2011-2021 avec un coefficient de variation de 15,21% entre 1981-2021 ; bien qu'on se plaigne de la hausse des températures, les données thermiques nous font remarquer une variation instable des températures avec des valeurs les plus élevées (29°C) entre Décembre et Février et les valeurs plus faibles

sont observées entre Juillet et Septembre qui sont les mois les plus pluvieux et donc les plus humides. Il ressort de ces analyses que la contribution des paramètres climatiques dans la prévalence du paludisme est positive mais faible.

Face à cette exposition croissante, des mesures de prévention ont été entreprises par la commune de Douala 4e à travers la mise en place d'un service d'hygiène et salubrité, par les populations à travers l'organisation hebdomadaire des actions d'investissements humains dans différents quartiers. Cependant, Les facteurs d'ordre environnementaux, socio-économiques tels que l'insalubrité, la pauvreté, l'automédication et l'inégale répartition des structures sanitaires publiques reste les contraintes importantes.

Bibliographie

ALISTER D ET SIMON J, 2013. *L'homme dans le réchauffement climatique*.

AMANI M, KOFFI F, YAO B, KOUAKOU B, J. PATUREL ET SEKOUBA O, 2010. *Analyse de la variabilité*

climatique et de ses influences sur les régimes pluviométriques saisonniers en Afrique de l'Ouest : cas du bassin

versant du N'Zi (Bandama) en côte d'ivoire.

A.S.KOUADIO, G. CISSE, BRIGIT O, KASPAR WYSS ET J ZINGSSTAG, 2006. *Fardeau économique*

du paludisme sur les ménages démunis des quartiers défavorisés d'Abidjan, Cote d'Ivoire.

ATLAS CLIMATIQUE DU CANADA, 2019 : *interpréter les données climatiques*.

Bamba Y, Kone M et Dibi K, 2020 : *Variabilité Pluviométrique et Prévalence du Paludisme à Grand-*

Bassam (cote d'Ivoire).

Benjamin LISSOM 2003, *All Africa, Bonaberi, une ville dans la ville (archive*), 26 Novembre 2003.

Bradley, D. J, 1992, *Malaria : old infections, changing epidemiology. Health Transitor Review, 2,*

supplementary issue.

BRING C., KANA C., JULIUS T., (2023) *Variabilité climatique en Afrique central: Indicateurs, impacts*

socio-économiques et stratégies d'adaptation, mélanges offerts en l'honneur du

Professeur Tsalefac Maurice, de regrettée mémoire, premières Lignes Editions

, www;edi-premiereslignes.com ISBN 978-9956-27-518-2 PP 781

CHRISTINA B, B. SINDAYIHEBURA, ET A. GAILLARD, (GIZ 2014-2018). *Projet adaptation au changement*

climatique pour la protection des ressources en eau.

CHRISTIAN MONGIN 2008, *médecin généraliste, Evry France, 2 Juillet 2008 : Le paludisme un défi majeur.*

CLARA L ET TABARLY, 2012, *géographie de la santé : espaces et sociétés, espaces et territoires du paludisme.*

CLEMENT OLIVIER C, INGENIEUR AGRONOME 2009. *Perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptations*

aux changements climatiques des producteurs des communes d'Adjohoun et de Dangbo au Sud-Est Bénin.

DANIEL SIGHOMNOU, 2004. *Analyse et redéfinition des régimes climatiques et hydrologiques du Cameroun :*

perspectives d'évolution des ressources en eau.

DANY FRANCK A, DEC. 2017. *Changement climatique et conflits de genre dans l'agriculture paysanne dans*

l'Ouest Cameroun : cas de Batcham.

Bakari S, 2010. Variabilité climatique et gestion des ressources naturelles. Cas de la forêt classée

et réserve partielle de faune de Gonse au Burkina Faso. Université d'Ouagadougou.

GASTON LIENOU, 2007. Université de Yaoundé 1 département des sciences de la terre. *Impact de la*

variabilité climatique sur les ressources en eau et les transports de matières en suspension de quelques bassins

versants représentatifs au Cameroun.

KOHTEM I., NGOUANET C., JULIUS T., LEMOUOGUE J., (2023) *Analysis of the spatio-temporal variability of*

malaria in the Health Districts of the North Region of Cameroon In: Vulnérabilités des populations de la région du nord du Cameroun face aux risques multiformes, les Editions du Schabel, 2023, https://schabel.cm/ ISBN:9789956267576 PP 29

LEMOUOGUE J, 2016. Thèse de Doctorat/Ph.D en géographie sur le thème : *Le Paludisme Dans*

L'environnement Urbain Tropical. L'exemple de la ville de Dschang (hautes terres de l'Ouest du Cameroun),

338p.

LIONEL DJIBIE K., LOUIS MERLIN T., NATHALIE S., JULIUS T., TSALEFAC M. (2021) *Impacts de la*

Variabilité climatiques sur la prévalence du paludisme dans le Département de Bénoué - Nord Cameroun In: Revue Espace, Territoires, Sociétés et Sante, www.retssa-ci.com, 2021

MAUD C, 2006. Une étude sur la transmission du paludisme urbain et la nuisance culicidienne :

impacts des facteurs environnementaux et sociodémographiques dans la ville d'Ouagadougou

(Burkina-Faso).

MEZAFACK K, 2021 : *variabilité pluviométrique et risque d'inondation dans le bassin versant de la BIYEME*

et de la Mefou dans l'arrondissement de Yaoundé 6e : Cameroun.

NOUCHI T, 2021, *memoire portant sur: rainfall variability and vulnerability of the population to flood in the*

Bonaberi drainage basin: littoral region-cameroon.

PENGAS E., JULIUS T., LEMOUGUE J., TSALEFAC M. (2021) *Perception du Paludisme et Enjeux Socio-*

économiques en Milieu Tropical Humide de Bangui en République Centrafricaine In : Revue DELLA/AFRIQUE, VOL.3 NO 7 February 2021

PENGAS E., JULIUS T., TSALEFAC M., (2019) *Variabilité climatiques et paludisme à Bangui, république centrafricaine In : Cameroon Journal of Biological and Biochemical Sciences 2020, Vol 28, Serie 2, 160-168ISSN1011-6451/CJBBS 2020 Published online (May 2020) [www.camjournal-s.com*]

TSALEFAC M, 1999 : *Variabilité Climatique, Crise Economique et Dynamique des Milieux Agraires sur les*

Hautes Terres de l'Ouest. Ph.D. Thesis, Université de Yaoundé I.