

# Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes



# RIGES

**ISSN 2521-2125**

**Numéro 3**

**Décembre 2017**



Publiée par le Département de Géographie de l'Université Alassane OUATTARA de Bouaké

## ADMINISTRATION DE LA REVUE

### *Direction*

Arsène DJAKO, Professeur Titulaire à l'Université Alassane OUATTARA (UAO)

### *Secrétariat de rédaction*

- Joseph P. ASSI-KAUDJHIS, Professeur Titulaire à l'UAO
- Konan KOUASSI, Maître-Assistant à l'UAO
- Dhédé Paul Eric KOUAME, Maître-Assistant à l'UAO
- Yao Jean-Aimé ASSUE, Maître-Assistant à l'UAO
- Zamblé Armand TRA BI, Maître-Assistant à l'UAO
- Kouakou Hermann Michel KANGA, à l'UAO

### *Comité scientifique*

- HAUHOUOT Asseypo Antoine, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- ALOKO N'Guessan Jérôme, Directeur de Recherches, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- AKIBODÉ Koffi Ayéchoro, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- BOKO Michel, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Benin)
- ANOH Kouassi Paul, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- MOTCHO Kokou Henri, Professeur Titulaire, Université de Zinder (Niger)
- DIOP Amadou, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- SOW Amadou Abdoul, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- DIOP Oumar, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger Saint-Louis (Sénégal)
- WAKPONOU Anselme, Professeur HDR, Université de N'Gaoundéré (Cameroun)
- KOBY Assa Théophile, Maître de Conférences, UFHB (Côte d'Ivoire)
- SOKEMAWU Kudzo, Maître de Conférences, UL (Togo)

## EDITORIAL

Créée pour participer au développement de la région au Nord du "V baoulé", l'Université de Bouaké aujourd'hui dénommé Université Alassane OUATTARA a profondément été marquée par la longue crise militaro-politique qu'a connu notre pays et dont les effets restent encore gravés dans la mémoire collective.

Les enseignants-chercheurs du Département de Géographie, à l'instar de leurs collègues des autres Départements et Facultés de l'Université Alassane OUATTARA, n'ont pas été épargnés par cette crise. Nombreux ont été sérieusement meurtris et leur capacité à surmonter les difficultés a consisté à se réfugier dans leurs productions scientifiques.

Après avoir fonctionné en tronc commun Histoire et Géographie pendant plus de 10 ans, le département de Géographie a acquis le désappareillement en 2010. Les défis pour ce tout jeune département étaient énormes. Il s'agissait, entre autres, de dynamiser les activités de formation et de recherche et d'assurer un environnement propice à la promotion des collègues aux différents grades du CAMES. Pour y parvenir, il était nécessaire de mettre en place un support de diffusion des résultats des recherches menées dans le département. Celles-ci s'articulent globalement autour des problématiques de mobilité durant les longues années de crise, des recompositions spatiales dues à ces mouvements, des reconversions agricoles, des problèmes d'accès aux soins de santé, à l'éducation, à l'alimentation, des problèmes environnementaux et ceux liés au réchauffement climatique et leurs conséquences planétaires, etc.

Dénommée Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes, ce support scientifique vient donc renforcer la visibilité des résultats des travaux de recherche menés dans notre disciplines et les sciences connexes. La revue accueillera toutes les contributions sur les thématiques liées à la pensée géographique dans cette globalisation et mondialisation des problèmes qui appellent la rencontre du travail de la pensée prospective et de la solidarité des peuples.

## COMITE DE LECTURE

- KOFFI Brou Emile, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Joseph P., Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- BECHI Grah Félix, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- MOUSSA Diakité, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- VEI Kpan Noël, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- LOUKOU Alain François, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- TOZAN Bi Zah Lazare, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)

## Sommaire

|   |     |
|---|-----|
| <p>BAWA Dangnisso</p> <p>Morpho-pédologie des versants, aménagements et risques hydromorphologiques dans la ville d'atakpamé au Togo</p>  | 6   |
| <p>Bidjo AFO, Tak Youssif GNONGBO, Tchilabalo BANASSIM</p> <p>Eléments déterminants de l'érosion hydrique dans l'espace urbain de Kara (nord-Togo)</p>  | 25  |
| <p>Tatongueba SOUSSOU, Abalo ATATO</p> <p>Pour une proposition de plan d'aménagement du jardin botanique du campus nord de l'université de Kara à Pya (préfecture de la kozah dans le nord Togo)</p>  | 42  |
| <p>Ifo Suspense AVERTI, Stevanche NZINGOULA, Stoffenne BINSANGOU, Lisa LOUVOUANDOU</p> <p>Cartographie des sites forestiers de la ville de Brazzaville dans la période de 1946 à 2016 et étude des causes de la déforestation</p>   | 55  |
| <p>DJANGBEDJA Minkilabe, KOUYA Ama-Edi, AFLA Agbeko Kodjo, TCHAMIE T. K. Thiou</p> <p>Analyse floristique et phytogéographique de la végétation de la basse vallée de zio</p>   | 73  |
| <p>Béh Ibrahim DIOMANDÉ, Kolotioloma Alama COULIBALY, Sai PouSOUMAHORO</p> <p>Variabilité climatique et recrudescence du paludisme à Niangon dans la commune de Yopougon-Abidjan (Côte d'Ivoire)</p>  | 89  |
| <p>Romain GOUATAINE SEINGUE</p> <p>Influence des variabilités pluviométriques sur la variation des prix des produits agricoles dans le Mayo-Kebbi</p>   | 107 |
| <p>KADJEBIN Toundé Roméo Gislain *,YABI Ibouraima, ADJAKPA T. Théodore, KOTCHARE Parfaite, SEWADE SOKEGBE Grégoire, HOUSSOU Christophe S.</p> <p>Effets des prix des spéculations vivrières sur les ménages dans les communes de Dassa-zoume et de Glazoue au centre du Benin</p> | 118 |

|   |     |
|---|-----|
| GNINRIN YAO Marcellin, ZOGBO Zady Edouard, YAO N'zué Pauline, DJAKO Arsène<br>Crise agricole et mutations agricoles dans le département de Bocanda (Centre-est-Côte d'Ivoire)   | 136 |
| YEO Nogodji Jean, KOUAME Dhédé Paul Eric, DJAKO Arsène<br>Essor de l'élevage bovin dans les départements de Korhogo et Dikodougou: déterminants et implications socio-économiques                                       | 149 |
| Konnegbéne LARE<br>Le maraichage de contre-saison et sa contribution à la réduction de la pauvreté en milieu rural dans la région des savanes (Togo)  | 163 |
| KOUAME Kouadio Arnaud, AYEMOU Anvo Pierre, N'GUESSAN Kouassi Guillaume<br>Impact environnemental et sanitaire de l'exploitation artisanale de dôme de granite dans la ville de Daloa (Centre-ouest de la Côte d'Ivoire) | 182 |
| Fulbert TRA, Elisabeth ADOUA AFFOUA KRAH<br>Problématique de l'entretien durable de l'habitat social à Sogefiha (Abobo-Côte d'Ivoire)   | 196 |
| BRENOUM Kouakou David, DIHOUEGBEU Deagai Parfaite, KOBENAN Appoh Charlesbor, ATTA KOFFI<br>Anano : du village au quartier dortoir (Abidjan-Côte d'Ivoire)   | 209 |
| Daouda KEITA, Moussa dit Martin TESSOUGUE, Yamoussa FANE<br>Menaces des conflits armés sur le patrimoine culturel : cas de l'occupation djihadiste de la ville de Tombouctou au Mali                                    | 225 |
| KOUMOI Zakariyao, BOUKPESSI Tchaa, KPEDENOU Koffi Djagnikpo<br>Principaux facteurs explicatifs de la dynamique de l'occupation du sol dans le centre-Togo : apport des SIG et des statistiques spatiales                | 252 |

## VARIABILITE CLIMATIQUE ET RECRUESCENCE DU PALUDISME A NIANGON DANS LA COMMUNE DE YOPOUGON-ABIDJAN (COTE D'IVOIRE)

Béh Ibrahim DIOMANDÉ<sup>1</sup>, Kolotioloma Alama COULIBALY<sup>2</sup> et Saï Pou SOUMAHORO<sup>3</sup>

1. Maître-assistant, *Université Alassane Ouattara-Bouaké, UFR-CMS, Laboratoire d'Hydro-Climatologie, Télédétection et d'Environnement (LHCTE), 01 BPV 18 Bouaké 01, [beh.ibrahimdiomande@gmail.com](mailto:beh.ibrahimdiomande@gmail.com)*
2. Ingénieur, *SODEXAM / Direction de la Météorologie Nationale, 15 BP 990 Abidjan 15, [kcoulibaly2@yahoo.fr](mailto:kcoulibaly2@yahoo.fr)*
3. Doctorant, *Université Alassane Ouattara-Bouaké, UFR-CMS, Centre de Formation Continue de l'ENS, [estherenok@gmail.com](mailto:estherenok@gmail.com)*

### Résumé

Les recherches sur les conséquences de la variabilité climatique sur la santé humaine apparaissent comme de nouvelles pistes d'investigation. L'une des interrogations d'ailleurs, que suscite ce phénomène climatique est la recrudescence de nouvelles pathologies vectorielles comme le paludisme (SCIAMA, 2008). La présente étude a pour objectif principal de montrer l'impact de la variabilité climatique sur la recrudescence du paludisme à Niangon dans la commune de Yopougon à Abidjan. Des méthodes d'analyses statistiques ont été utilisées pour l'étude. Ainsi, pour mettre en évidence la variabilité du climat dans la zone d'étude, avons-nous eu recours au calcul du coefficient pluviométrique mensuel d'Alfred Angot (1906), la méthode de l'indice de Nicholson (1988), le calcul des moyennes et des écart-types puis la méthode de détection de rupture à savoir le test statistique de Pettitt (1979). Pour évaluer la corrélation entre cette fluctuation du climat et la recrudescence du paludisme, le coefficient de corrélation ( $r$ ) et sa significativité statistique à l'aide du test de Student ont été appliqués. Les résultats obtenus de ces différentes analyses indiquent des fluctuations des paramètres du climat dans leur évolution de 1985 à 2015. Cette situation n'est évidemment pas sans conséquences sur la prolifération des moustiques et par ricochet affecte la santé des populations à Niangon. Cet état de fait est aggravé par la faiblesse d'assainissement du cadre de vie des riverains. Face à ce panorama inquiétant, des stratégies et moyens de lutte sont adoptés à Niangon malgré la persistance de la pathologie.

Mots-clés : Niangon-variabilité-climat-recrudescence-corrélation-paludisme.

### Abstract

Research on the consequences of climate variability on human health appears as new challenges. One of the questions raised by this climatic phenomenon is "the upsurge of new vector pathologies such as malaria" (SCIAMA, 2008). The main goal of this study is to show

the impact of climate change on an increase of malaria in Niangon, a sub-quarter of the city of Yopougon, in Abidjan. Statistical methods were used for the study. In order to highlight the climate variability in the study area, we used the Alfred Angot's monthly rainfall coefficient (1906), the Nicholson index method (1998), the means and standard deviations, and then the method of detection of break, namely the statistical test of Pettitt (1979). To assess the impact of this climate variability on the upsurge of malaria, the correlation coefficient ( $r$ ) and its statistical significance using the Student test were applied. The results obtained from these various analyses indicate fluctuations in the climate parameters from 1985 to 2015. This situation is obviously not without consequences on the proliferation of mosquitoes and highly affecting human health in Niangon. This situation is worsened by the weakening of the environment quality of populations. Faced with this worrying situation, strategies and means of control are adopted in Niangon despite the persistence of the pathology.

Keywords: Niangon-variability-climate-upsurge-correlation-malaria.

### Introduction

En Côte d'Ivoire, dans les structures de santé publique, le paludisme est responsable de 43% des états morbides, causant près de 4500 décès des enfants de moins de cinq ans (PNLP, 2015). Cela fait du paludisme un véritable problème de santé publique dans ce pays. La ville d'Abidjan, capitale économique de la Côte d'Ivoire espace de notre étude se situe entre 4°10 et 5°30 de latitude nord et 3°50 et 4°10 de longitude ouest. Le site, Niangon est localisé à l'extrême ouest de la commune de Yopougon. Il est du point de vue hydrographique baigné au Sud et à l'Ouest par la lagune Ebrié (Figure 1) et traversé par trois petits cours d'eau occupant des ravins. A l'instar de toutes les villes de la Côte d'Ivoire, le quartier de Yopougon-Niangon se trouve confronté à la recrudescence du paludisme. Cette pathologie constitue la première cause de consultation à Niangon avec des taux qui varient entre 34,78 et 65,96% de la population (Brou, 2009). Des proportions largement au-dessus de celles révélées par Dagnan et al. (2002), dont les travaux menés sur toute l'étendue de la commune de Yopougon donnent un rapport moyen de 23,3%. Dans le contexte actuel de dérèglement climatique universel, quelle pourrait être la part du climat dans le développement de cette pathologie dans cette zone ? La présente étude se propose alors principalement de démontrer l'impact de la variabilité climatique sur la recrudescence du paludisme à Yopougon-Niangon. Ce travail est basé sur trois objectifs spécifiques. Il s'agit notamment de montrer les indicateurs de la variabilité climatique dans la zone, d'évaluer la corrélation de cette modification sur la recrudescence du paludisme et d'examiner les problèmes environnementaux qui favorisent ce développement palustre avec les stratégies de lutte mises en œuvre.

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude



## 1. Méthodologie

### 1.1. Méthodes de collecte des données

Les données utilisées dans cette étude sont sanitaires, climatiques et démographiques. Ainsi, les données sanitaires de 2005-2015 ont été fournies par le District Sanitaire de Yopougon-Songon et la Formation Sanitaire Communautaire de Niangon. Les données climatiques utilisées sont la pluviométrie, l'humidité relative et la température. Elles ont été collectées auprès du Service de Météorologie Nationale (SODEXAM : Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique). L'Institut National de la Statistique (INS) a fourni les données statistiques sur les ménages et la population de Niangon.

### 1.2. Méthode de traitement statistique des données

Pour l'analyse des données recueillies, plusieurs méthodes et techniques ont été utilisées. S'agissant des méthodes d'analyse des variations saisonnières des données climatiques, nous avons eu recours au coefficient pluviométrique mensuel élaboré par Alfred Angot (1906).

$$C_m = 12P_m/P$$

Avec  $C_m$  : Coefficient pluviométrique mensuel.

$P_m$  : Hauteur de pluie mensuelle (mm) ;

$P$  : Total de la pluie annuelle (mm).

12 : Le nombre de mois en une année.

Pour l'analyse de la variabilité interannuelle de la pluviométrie, nous avons utilisé la méthode de Nicholson (1988). Cette technique a été retenue dans ce travail compte tenu de sa simplicité et de son interprétation aisée. L'indice de Nicholson apparaît comme une variable centrée et réduite. Le graphique des indices met nettement en exergue les années de régime humide, normal et sec. L'indice est donné par la formule :  $I = (X_i - \bar{X})/S$

Avec  $X_i$ : pluviométrie de l'année  $i$  ;

$\bar{X}$  : Pluviométrie moyenne interannuelle sur la période de référence ;

$S$  : écart-type de la pluviométrie interannuelle sur la période de référence 1985-2015.

Le test de Pettitt (1979) permet de déceler les années d'éventuelles ruptures de la série chronologique.

Concernant l'analyse et l'évaluation de la corrélation entre les facteurs climatiques et la recrudescence du paludisme, elles ont été mises en évidence par le calcul du coefficient de corrélation ( $r$ ). Le travail a consisté à faire une analyse statistique mettant en exergue une probable liaison entre les données du climat et celles du paludisme.

$$r = \frac{cov(x,y)}{\sigma_x * \sigma_y} \quad (Equation 1)$$

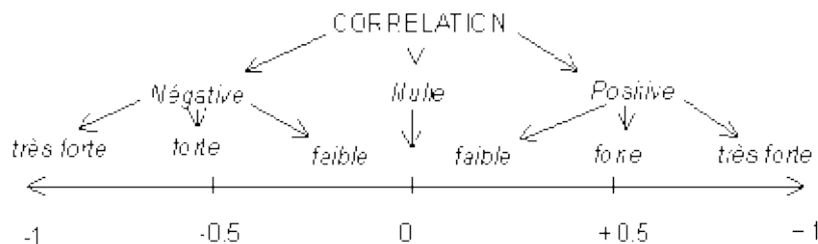
$r$  = coefficient de corrélation entre  $x$  et  $y$  ;

$\sigma_x$  = écart type de la variable  $x$  du climat ;

$\sigma_y$  = écart type de la variable  $y$  du paludisme ;

$cov(x,y)$  = covariance entre  $x$  et  $y$ .

Le coefficient de corrélation va établir l'existence ou non d'une relation, et l'intensité d'un lien entre les deux séries (climat et paludisme). L'interprétation de la corrélation se fait selon le schéma suivant.



La significativité statistique du coefficient de corrélation est déterminée à l'aide du test de Student pour un risque d'erreur  $\alpha = 5\%$  et  $(n - 2)$  degrés de liberté.

$$t_{calculé} = |r| * \sqrt{\frac{n - 2}{1 - r^2}} \quad (\text{Equation 2})$$

Avec : n= taille de l'échantillon ;

$r$  = coefficient de corrélation entre  $x$  et  $y$  (Beguin H., 1979)

La valeur de Student  $t_{calculé}$  est comparée à celle de  $t_{1-\alpha}$  lu (Dagnelie, 1984) dans la table de Student ( $n$  = taille de l'échantillon).

## 2. Résultats et discussion

### 2.1 Analyse des indicateurs de la variabilité climatique à Niangon

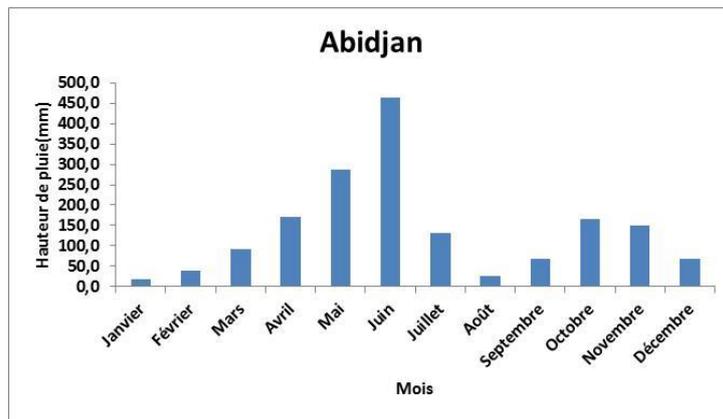
Ces indicateurs ont été observés à travers l'évolution dans le temps et dans l'espace des paramètres majeurs du climat que sont la pluviométrie, la température et l'humidité relative.

#### 2.1.1. Analyse de l'évolution saisonnière de la pluviométrie

L'agglomération abidjanaise se caractérise par une forte pluviométrie avec une moyenne annuelle estimée à 2000 mm de pluie. Bien qu'elle soit régulièrement arrosée, ce climat comporte deux saisons de pluie et deux saisons sèches d'inégale durée. Ces variations saisonnières de la pluviométrie ont été mises en évidence d'après les calculs du coefficient d'Angot. Le régime pluviométrique présente dans l'année 2 maxima et 2 minima avec  $Cm = 3,23$  au mois de juin et  $Cm = 1,23$  en octobre pour les maxima et les minima le mois de janvier avec  $Cm = 0,14$  puis le mois d'août avec  $Cm = 0,18$ .

L'analyse graphique (figure 2), de l'évolution mensuelle de la pluviométrie moyenne de la série coïncide avec les calculs d'Angot et indique deux saisons de pluie qui s'étendent sur les mois de mai-juin-juillet pour la grande saison, et sur octobre-novembre pour la petite saison. Le maximum hydrique de cette série correspond au mois de juin avec une précipitation de 462,3 mm de pluie. A l'opposé, l'on constate deux saisons sèches avec la plus grande allant de décembre à avril et se particularisant par une rareté des précipitations tout comme la petite saison qui couvre août et septembre. Le minimum hydrique de cette série est atteint au mois de janvier avec une précipitation minimale de 18,8 mm de pluie. Ces résultats sont similaires à ceux de (BROU Y T, 1997) qui a travaillé dans la même zone pluvieuse du sud forestier ivoirien. Cependant, les travaux de (LADNER J et al, 2004) reconnaissent le découpage du régime en 4 saisons mais avec une instabilité du cycle saisonnier avec des décalages dans le temps. Ils montrent un rythme saisonnier de pluies totalement atypiques en 2001, 2002 et 2003. Ce cas a été également observé à Korhogo au nord du pays et à la station de Tabou (région la plus arrosée du pays) située sur le littoral dans le sud-ouest du pays étudiée par (BROU Y T, 2005).

Figure 2 : Evolution mensuelle de la pluviométrie moyenne à Abidjan (période 1985-2015)



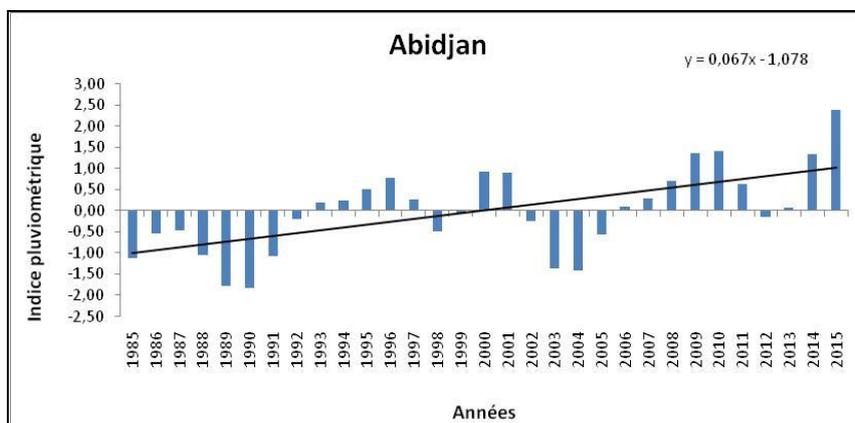
Source des données : SODEXAM

Conception : SOUMAHORO SAI 2016

### 2.1.2. Analyse de l'évolution interannuelle de la pluviométrie

D'une manière générale, l'évolution interannuelle de la pluviométrie des 30 dernières années présente une tendance à la hausse (figure 3).

Figure 3 : Evolution interannuelle de la pluviométrie moyenne dans la zone d'étude (1985-2015)



Source des données : SODEXAM

Conception : SOUMAHORO SAI 2016

Mais, cette progression ne saurait masquer les agencements d'années humides, moyennes et sèches de la série. Les fluctuations s'observent avec les années excédentaires et les années déficitaires. La détection de rupture au sein de cette série chronologique s'est faite à partir du test de Pettitt(1979) avec le logiciel Microsoft-Excel. Car, sur le plan statistique, une fluctuation pluviométrique peut être marquée à une date donnée par une rupture ou un changement de moyenne au sein de la série chronologique (Brou, 1997).L'année de rupture étant l'année 2006. Cette rupture montre que cette zone géographique est sous l'influence de la fluctuation du régime pluviométrique observée à la fin des années 1960 et au début des années 1970 en Afrique de l'Ouest et Centrale sahélienne comme non sahélienne (SERVAT E. et al, 1998).Deux grandes phases se dégagent à l'analyse du graphique : Une période sèche

de 1985 à 2005 et une période humide de 2006 à 2015. La première phase sèche connaît cependant des excédentaires de 1993 à 1997 et 2000, 2001. Depuis 2006 jusqu'à 2015 qui correspond au temps humide dans la zone d'étude on note cependant une année sèche, l'an 2012 déficitaire. Toujours dans cette phase humide, l'année 2015 a au contraire connu une forte pluviométrie avec un indice maximum de 2,5. Alors que la tendance pluviométrique interannuelle de la série 1985-2015 connaît une progression, la plupart des travaux menés dans la zone montrent une régression des indices pluviométriques (BROU Y T, 1997, LADNER J et al, 2004). Cette baisse de la pluviométrie a été mise en évidence dans d'autres travaux couvrant l'Afrique de l'Ouest (SERVAT E. et al, 1998).

### 2.1.3. Analyse de l'évolution mensuelle de l'humidité relative de l'air

L'humidité relative moyenne mensuelle de 1985 à 2015 à Abidjan varie entre 80 et 90%. L'analyse de la figure 4 montre une tendance à deux phases.

Figure 4 : Evolution mensuelle d'humidité relative moyenne dans la zone d'étude



Source des données : SODEXAM Conception : SOUMAHORO SAI 2016

Un premier stade ascendant part de novembre à août avec un maximum de 88% de taux d'humidité en août et un deuxième stade descendant du mois d'août au mois de novembre avec un minimum de 80%. Le mois d'août apparaît comme le mois de forte humidité tandis que les mois de janvier et de novembre demeurent les mois de faible humidité.

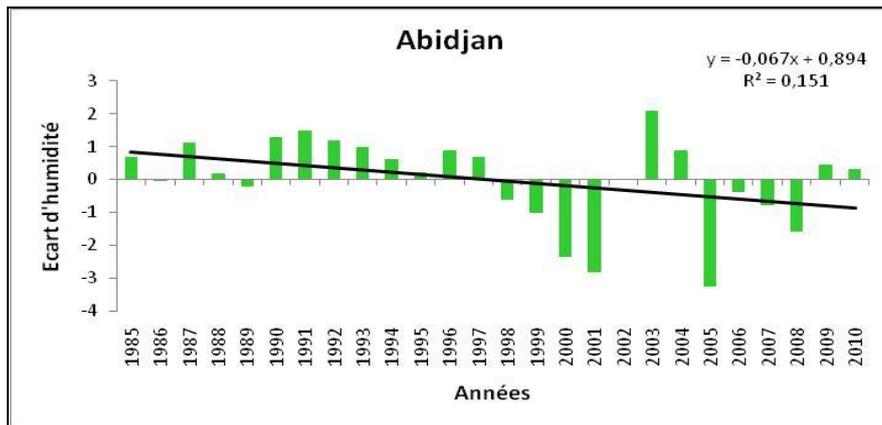
### 2.1.4. Analyse de l'évolution interannuelle de l'humidité relative de l'air

L'analyse de l'évolution interannuelle de l'humidité relative de l'air à Abidjan sur la période 1980-2010 (figure 5) permet d'observer une baisse générale de l'indice hygrométrique sur la série chronologique. Cependant, au-delà de la tendance linéaire, on constate des fluctuations qui se matérialisent par deux grandes phases. L'année de rupture 1997 d'après le test de Pettit (1979) dégage une phase excédentaire qui part de 1980 à 1997 et une autre déficitaire couvrant 1998 à 2010. Il est néanmoins notable de souligner que des années caractéristiques se distinguent dans la phase excédentaire, il s'agit des années 1983 et 1989 plutôt déficitaires.

Dans la phase déficitaire, aussi observe-t-on des années caractéristiques, 2003 et 2004 illustrant ainsi la variabilité de ce facteur climatique.

L'évolution moyenne interannuelle de l'indice de l'humidité à Abidjan, se traduit ces dernières décennies par une baisse générale de la tendance et se caractérise par des fluctuations.

Figure 5 : Evolution interannuelle de l'indice hygrométrique dans la zone d'étude (1980 2010)



Source des données : SODEXAM

Conception : SOUMAHORO SAI 2016

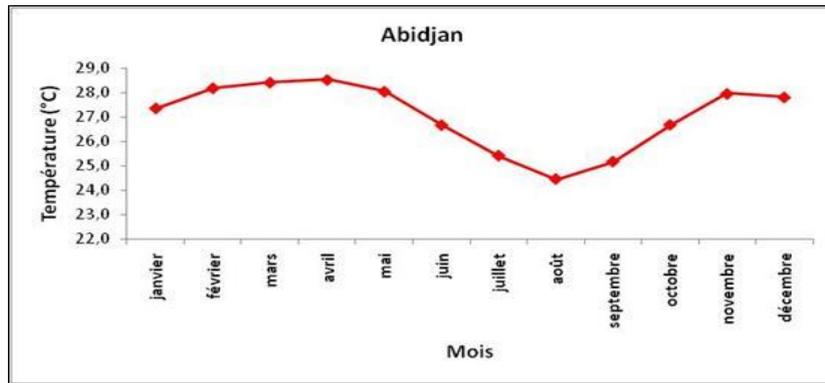
#### 2.1.5. Analyse de l'évolution mensuelle de la température

Les températures moyennes annuelles d'Abidjan se caractérisent par leur hausse (température moyenne au-dessus de 24°C) ; caractéristique du climat subéquatorial. Aussi, à l'échelle annuelle, la variabilité thermique de la zone n'est pas assez importante.

L'analyse de l'évolution annuelle de la température sur les 30 dernières années à Abidjan (figure 6) indique que les mois les plus chauds sont novembre, décembre, janvier, février, mars, avril et mai avec une température supérieure à 27°C. Cette séquence correspond à la grande saison sèche. Le mois d'avril est le plus chaud avec 28,5°C et représente le maximum thermique de cette série chronologique. Par contre, la température est relativement basse en juin, juillet, août, septembre et octobre avec des valeurs comprises entre 24 et 26°C du fait de l'influence des fortes précipitations de la saison des pluies. Le mois, le moins chaud est août qui présente 24,4°C. L'amplitude thermique moyenne annuelle de Niangon présente à cet effet une faible fluctuation. Ce qui donne lieu à une température quasi-constante sur l'ensemble de l'année. Elle oscille entre 24 et 28°C.

Ainsi, la température reste élevée. Sur les 12 mois de l'année, 8 mois ont une température supérieure à 27°C soit une proportion de 66,7% des mois. Ce qui signifie que pendant les 2/3 de l'année, les températures demeurent élevées.

Figure 6 : Evolution mensuelle de la température moyenne dans la zone d'étude (1985-2015)



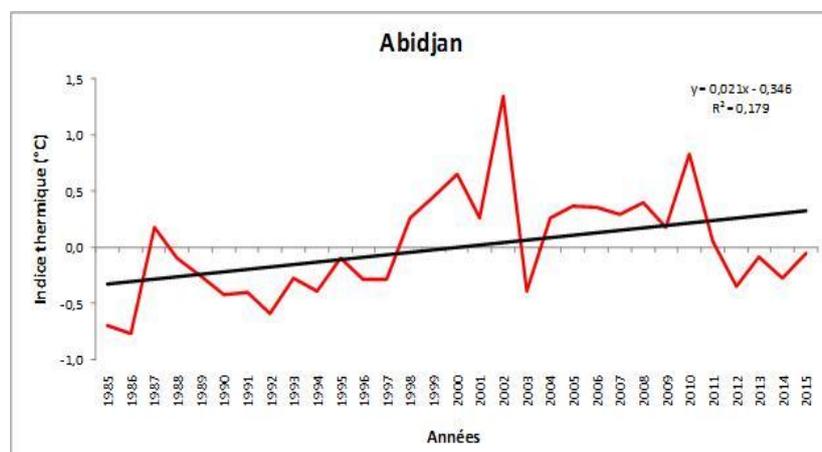
Source des données : SODEXAM

Conception : SOUMAHORO SAI 2016

### 2.1.6. Analyse de l'évolution interannuelle de la température

La tendance des fluctuations interannuelles de la température de l'air montre une hausse régulière de la température sur la période de 1985 à 2015 (figure 7). Cependant, cette évolution se caractérise par des années de températures relativement basses et celles de températures élevées donnant lieu à deux grandes phases d'évolution dans la série chronologique. La première période part de 1985 à 1997 avec un indice de température en-dessous de 0°C malgré une hausse thermique en 1987. La seconde phase part de 1998 à 2015. C'est la période des années chaudes. Néanmoins, elle connaît des années caractéristiques moins chaudes comme 2003 et la séquence 2012-2015. L'année la plus chaude de toute la série est l'année 2002 suivie de l'année 2010 avec respectivement pour indices 1,5°C et 1°C. Les températures de 1985 à 2015 ont atteint les plus fortes valeurs au cours de la période 1998-2010 qui ont été des années de forte chaleur et ne semblent pas régresser. Ainsi, l'évolution climatique à Niangon se traduit par une augmentation de la température.

Figure 7 : Evolution interannuelle de la température moyenne dans la zone d'étude (1985-2015)



Source des données : SODEXAM

Conception : SOUMAHORO SAI 2016

En somme, l'évolution des paramètres climatiques caractérisée par la hausse de la température et les discordances dans la fluctuation saisonnière, notamment l'alternance entre la pluie et la chaleur n'est évidemment pas sans conséquences sur le développement du complexe pathogène du paludisme transmis par les moustiques anophèles dans la zone d'étude.

## 2.2. Analyse de la relation entre les facteurs climatiques et l'évolution du paludisme

Selon l'OMS (2012), les paramètres du climat que sont la pluviosité, l'humidité et la température conditionnent largement la propagation des vecteurs et la dynamique des parasites. La pluie multiplie les sites de reproduction des moustiques, l'humidité favorise la survie des vecteurs et la température influe sur la vitesse de développement des parasites.

### 2.2.1. Corrélation entre la pluviométrie et le paludisme

De 2005 à 2015, la formation sanitaire communautaire de Niangon a enregistré 10.004 cas de malades du paludisme en moyenne par mois pour une consultation moyenne mensuelle de 27.692 patients. Cela représente 36,13% des consultations de la structure sanitaire. Le coefficient de corrélation entre la pluviométrie et le paludisme est de 0,66. Cette corrélation est positive et forte. Le  $t_{calculé}$  est 2,64 et le  $t_{lu}$  dans la table de loi de Student indique 1,796 pour un seuil d'erreur  $\alpha = 5\%$ . La valeur de  $t_{calculé}$  est supérieure à  $t_{lu}$  ce qui indique l'existence d'un lien statistiquement significatif entre la pluviométrie et le paludisme à Niangon. La forte pluviométrie de la zone est un facteur favorisant le développement du paludisme par la prolifération des gîtes larvaires que sont les chapelets de marres d'eau. En effet, le paludisme est une maladie endémique parasitaire transmise par l'anophèle dont l'écologie est liée à l'eau (MARTINY et al, 2013). Sa transmission est intense et continue dans les régions équatoriales de l'Afrique (MOUSSA F., 2011) où les précipitations sont abondantes et les températures toujours élevées. Ainsi, y a-t-il un regain de paludisme surtout en saison pluvieuse (DANSOU B et al, 2015). Cependant, la transmission est saisonnière et de courte durée au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur (MOUSSA F, 2011). D'autres auteurs par ailleurs, vont apporter plus de précisions quant aux temps et mesures de la pluviosité favorables à la reproduction du vecteur de la maladie. Ainsi, faudrait-il une pluviosité de l'ordre de 80 mm environ pendant au moins 5 mois durant l'année pour permettre la reproduction du vecteur (GATREL, 2002).

### 2.2.2. Corrélation entre l'humidité relative et le paludisme

Le calcul du coefficient de corrélation (r) entre l'humidité et la morbidité du paludisme étant 0,30. Cela traduit la liaison et un degré de dépendance moyen. Ce coefficient de corrélation n'est pas statistiquement significatif au seuil d'erreur de 5% car le  $t_{calculé}$  (0,94) est inférieur à  $t_{lu}$ . En d'autres termes, le paludisme est influencé par l'humidité. En étudiant l'apparition du paludisme aux environs du lac de l'usine hydroélectrique d'Itaipu, il a été conclu que la recrudescence du paludisme est liée à l'intensification de l'humidité de l'air provenant de la rétention des eaux et de la formation du lac (Costa Ferreira et Lombardo, 1997). Ils ont établi la forte corrélation entre l'humidité de l'air et le paludisme. Toutefois, elle ne demeure pas le

seul facteur d'influence. Bien d'autres facteurs comme la température, la pluie ou encore des facteurs environnementaux interviennent significativement dans l'évolution de la maladie.

### 2.2.3. Corrélation entre la température et le paludisme

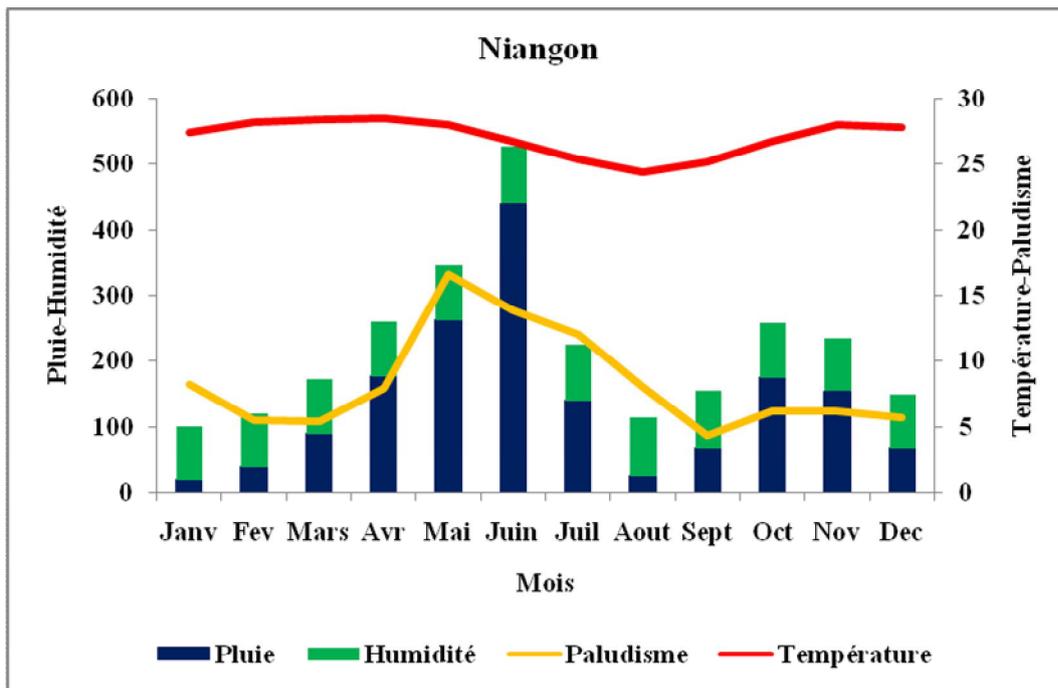
Le coefficient de corrélation entre la température et le taux de morbidité du paludisme est de -0,24. Ce lien, souligne une faible dépendance entre la température et le paludisme. La négativité du coefficient révèle d'une évolution inverse entre la température et le paludisme. La relation entre la température et le paludisme n'est pas statistiquement significative car le  $t_{calculé}(0,74)$  est inférieur au  $t_{ta}(0,6998)$  dans la table de Student.

Les calculs qui précèdent ont été effectués avec un échantillon représenté par la population des patients du centre Agefosyn. Cet échantillon représente 18,22% de la population totale de Niangon. Cette population (échantillon) n'étant pas assez importante, affecte éventuellement les calculs. Aussi, pouvons-nous admettre une corrélation significative entre la température et le paludisme à l'échelle de l'ensemble du quartier Niangon. En effet, l'anophèle l'agent pathogène du paludisme, est un vecteur tropical qui se développe mieux dans le climat tropical dont les conditions climatiques (la chaleur) conviennent à son cycle biologique (ESTELLE K M., 2012). Pour cet auteur, la variabilité des saisons et particulièrement la chaleur contribue pour beaucoup à plusieurs formes de paludisme, notamment l'accès palustre pernicieux.

Etablir un lien entre l'augmentation de la température et les modifications du faciès épidémiologique est justifié théoriquement pour les effets biologiques que peuvent avoir les variations de température sur les différents stades de vie des anophèles (GETHING et al, 2010), Mais, pour les auteurs la propagation de cette infection doit s'inscrire dans une approche systématique alliant les facteurs humains, climatiques. Alors, la variabilité du climat ne peut être la seule explication de l'augmentation de la malaria

Aussi la hausse de température et de l'humidité caractéristique de la zone tropicale favorise-t-elle le développement et l'extension des moustiques. Toutefois, les points de vue sont controversés quant à l'incidence du climat sur la propagation du paludisme. DAVID R. et SARAH R. (2000) pensent que si l'augmentation de la prévalence de cette pathologie dans certaines parties du monde peut être attribuée à la variabilité du climat, il pourrait y avoir une baisse de la maladie à d'autres endroits du monde à cause de la réduction des précipitations et de l'humidité. Pour d'autres, l'action conjointe de la température et de l'humidité permet de contrôler le parasite selon GATREL(2002). Mais, l'échelle saisonnière doit en particulier être privilégiée pour l'étude des relations entre le climat et les variables épidémiologiques en premier lieu le paludisme (LADNER J., 2004) voir (Figure 8).

Figure 8 : Evolution du paludisme en fonction des facteurs du climat



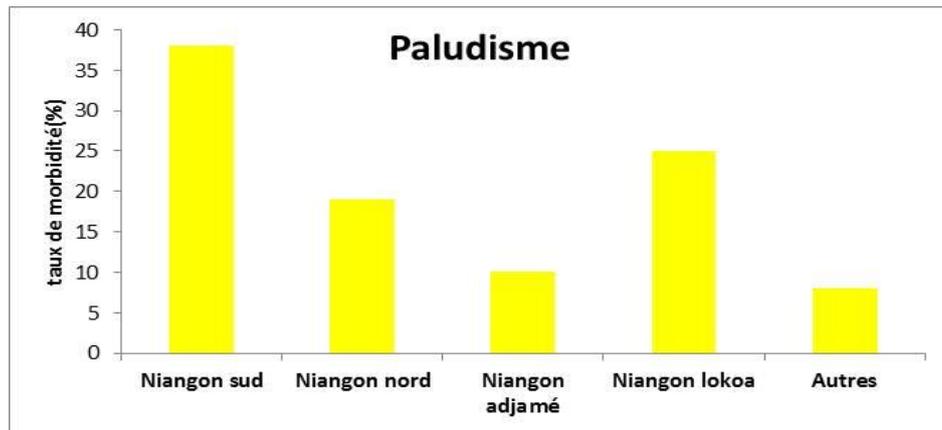
Source des données : AGEFOSYN/SODEXAM

Conception : SOUMAHORO SAI 2016

#### 2.2.4. Répartition du taux de morbidité palustre selon les quartiers de Niangon

Le paludisme a été la première cause de consultation dans la formation sanitaire et communautaire de Niangon (Agefosyn) au cours de la période 2005-2015. Pour 100 patients présentés à la consultation, 92 vivent dans la zone de Niangon et les 8 autres viennent d'ailleurs. Sur la proportion des patients résidants à Niangon, le sous-quartier Niangon sud occupe la première place du taux de morbidité du paludisme avec un taux de 38%. Il est suivi dans cet ordre par le sous-quartier Niangon lokoia avec 25%, ensuite par Niangon nord avec 19% et enfin par Niangon adjamé qui occupe la quatrième place avec 10% de taux de morbidité. Les variations des taux de morbidité du paludisme d'un quartier à l'autre peuvent ici trouver leur justification. Elles sont dues d'une part à l'accessibilité au centre de santé et d'autre part à la démographie des quartiers. En effet, les sous-quartiers de Niangon lokoia et de Niangon adjamé sont plus éloignés du centre de santé Agefosyn. Ils se situent à plus de 2 à 4 kilomètres du centre de santé Agefosyn. Par contre les sous-quartiers, Niangon sud et Niangon nord demeurent les plus peuplés (figure 9) et plus accessibles au centre de santé.

Figure 9 : Répartition du taux de morbidité palustre selon les quartiers de Niangon



Source des données : AGEFOSYN/SODEXAM

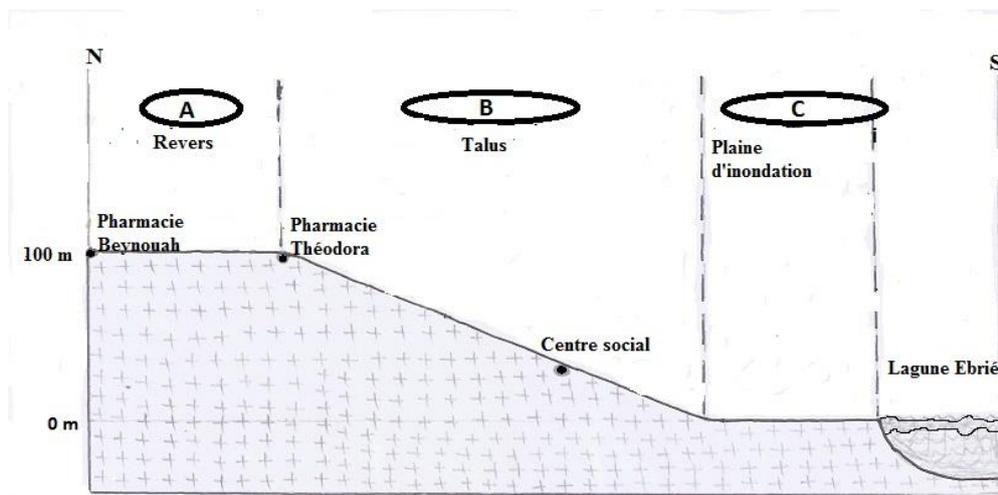
Conception : SOUMAHORO SAI 2016

### 2.3. Examen des problèmes environnementaux et stratégies de lutte contre le paludisme

#### 2.3.1. Problèmes physiques et humains

Le quartier Niangon se situe sur le bassin sédimentaire du littoral ivoirien, dans la partie nord de l'accident majeur des lagunes. La configuration de la morphologie de son relief se présente d'une manière générale sous forme de hauts plateaux, d'altitudes variant de 50 à 100 mètres (TASTET J P et al. 1972). Il est rare de rencontrer un système non perturbé, c'est pourquoi, nous citons à titre de référence, la séquence topographique telle que nous la rencontrons dans l'un des sous-quartiers de notre zone d'étude, à savoir Niangon sud (figure 10).

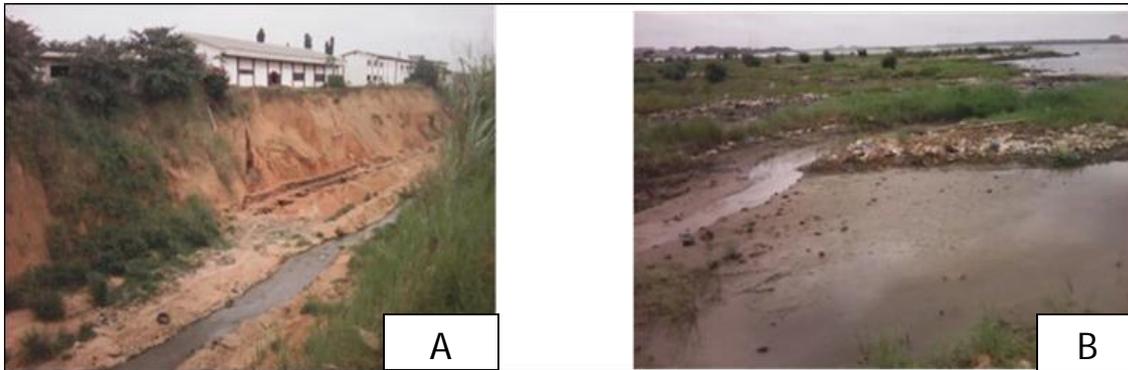
Figure 10: Morphologie du terrain de Niangon de la pharmacie Beynouah à la lagune Ebrié



Conception : Soumahoro Sai, 2016

La morphologie du relief de Niangon a une incidence considérable dans le drainage des eaux usées et pluviales. De fait, l'écoulement et l'inondation coexistent. La forte pluviométrie de la zone génère une importante charge d'eau de ruissellement (BROU K, 2009), qui, par le biais

du relief et de l'état défectueux du réseau d'assainissement accroissent les problèmes environnementaux. L'observation menée dans le quartier a permis de voir des bassins versants, des points marécageux, des zones inondables et érosives (Photo 1A et 1B).



Enquête, 2016

Soumahoro Sai, 2016

Photo 1A: Erosion de ravin derrière le CS Méthodiste Loko

Photo 1B : Inondation à

En plus, le milieu social de Niangon se caractérise par un système de drainage et d'assainissement aujourd'hui obsolète, une prolifération des ordures ménagères (Photo 2) et par diverses activités humaines favorisant le développement des moustiques.



Enquête, 2016

Soumahoro Sai, 2016

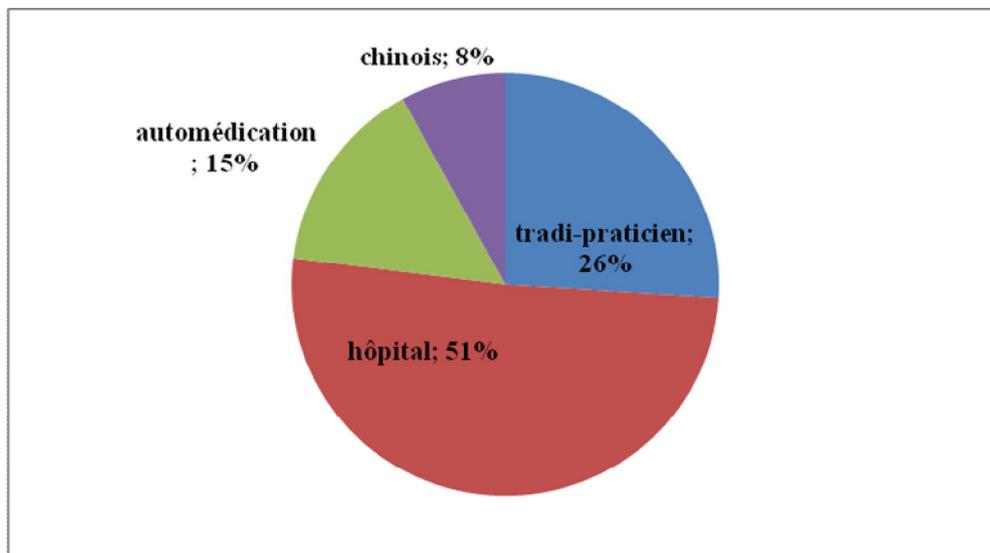
Photo 2: Bac pour le ramassage des ordures à Niangon-Sud

### 2.3.2. Stratégies de lutte mises en place contre le paludisme

Le paludisme est l'un des rares fléaux qui reste toujours menaçant pour la santé humaine (MOUSSA F, 2011). Il résiste donc au temps. Toutefois, les moyens de lutte ne manquant pas, il est notable de souligner que, deux d'entre eux sont pratiqués par la population de Niangon. Il s'agit de la prévention et du recours au soin curatif. S'agissant de la prévention, l'assainissement du cadre de vie, le ramassage des ordures occupe une place de choix. Ainsi, pour l'élimination des ordures, de nombreux ménages (54% des ménages enquêtés) se sont-

ils abonnés au système de collecte dénommé « porte-à-porte ». Un système informel qui consiste aux ménages de payer les services des pré-collecteurs. Pour se prémunir contre le paludisme, les riverains emploient d'autres moyens. Dans les ménages interrogés, 35,5% utilisent des moustiquaires imprégnées, 34,5% les insecticides, 14,5% des fenêtres grillagées et 15,5% optent pour d'autres méthodes. Les populations ont également recours à des soins thérapeutiques. A Niangon, l'offre en soins se compose de deux formations sanitaires communautaires (FSU Niangon, CSU Loko) qui sont des structures publiques et de même des structures privées, constituées de 13 pharmacies, de plusieurs cliniques, de tradi-praticiens et de la médecine chinoise. De nos enquêtes, il ressort que 26 % des populations sollicitent les services des tradi-praticiens, 51% font recours à la structure communautaire Agefosyn, 15 % à l'automédication et les 8 % restants font appel à la médecine chinoise (Figure 11).

Figure 11 : Types de soins employés contre le paludisme à Niangon



Enquête, 2016

Soumahoro Sai, 2016

En plus, la lutte contre le paludisme est une problématique qui préoccupe au plus haut niveau les autorités étatiques, les autorités municipales de Yopougon et les Organisations Non Gouvernementales (ONG). Elle se justifie par des actions concrètes posées de type promotionnel, préventif, curatif et de recherche opérationnelle menée sur le terrain. L'objectif de cette lutte est de garantir à la population un cadre de vie agréable et sain mais aussi et surtout, d'assurer sa santé contre le paludisme.

### Conclusion

Dans cette étude, notre principale préoccupation était de montrer la corrélation entre la variabilité climatique et la recrudescence du paludisme à Niangon. La démarche choisie pour notre recherche a été une approche hypothético-déductive. Elle a consisté à émettre des hypothèses puis les vérifier par l'analyse. L'évolution des paramètres climatiques à Niangon favorise la recrudescence du paludisme. En effet, les coefficients de corrélation ont révélé

l'existence d'une réelle dépendance entre les fluctuations des paramètres climatiques et l'évolution du paludisme. De surcroît, ce phénomène est accentué par les problèmes environnementaux identifiés dans ce quartier. Les stratégies de lutte contre cette maladie sont mises en œuvre mais paraissent cependant insuffisantes face à la persistance et à l'évolution de cette pathologie.

#### Bibliographie

ANGOT A. (1906), *Annales du Bureau Central Météorologique de France*, mémoires I p.169-236.

BEGUIN H. (1979) *Méthodes d'analyse géographique quantitative*, Litec, Paris, <http://www.astro.ulg.ac.be/cours/magain/stat/>

BIGOT S. (2004), *Variabilité climatique, interaction et modification environnementales : L'exemple de la Côte d'Ivoire*, Mémoire de synthèse des activités scientifiques présentées en vue de l'obtention de l'habilitation à diriger les recherches, Université des Sciences et Technique de Lille, France, 399 p.

BROU E. K. (2009), « L'environnement et la santé des populations riveraines de la lagune Ebrié » in *Le journal des sciences sociales*, n°6, Décembre 2009-GISS, Abidjan-Côte d'Ivoire, pp 103-116.

BROU T. Y. (1997), *Analyse et dynamique de la pluviométrie en milieu forestier ivoirien : recherches de corrélations entre les variables climatiques et les variables liées aux activités anthropiques*. Thèse de Doctorat, Université de Cocody-Abidjan, 220 p.

BROU Y. T. (2005), *Climat, mutation socio-économique et paysage en Côte d'Ivoire*, Mémoire de synthèse des activités scientifiques présentées en vue de l'obtention de l'habilitation à diriger les recherches, Université des Sciences et Technique de Lille, France, 212p.

COSTA F. ET LOMBARDO M. (1997), « A questao climática e a ocorrência de malária na área de influência de reservatório d'Itaipu-FR-Brasil » in *Bolatin climatológico*, an 2, n° 3 FCT /UNESP, Campus de Presidente Prudente, Julho, pp187-193.

DAGNAN N. S., KONE A., TIEMBRE I., EKRA K. D., BENIE V. J., NDOUTABE M., TAGLIANTE-S. (2002), « Etude de la prévalence du paludisme dans la commune de Yopougon Abidjan- Côte d'Ivoire » in *Médecine d'Afrique Noire*, Abidjan, pp.507-510.

DAGNELIE P. (1984), « Théorie et méthodes statistiques : Applications agronomiques » in *Les presses agronomiques de Gembloux, Belgique*, Tome I, 2<sup>ème</sup> édition, 378p.

DANSOU B.S. et ODOULAMI L. (2015), « Paramètres climatiques et occurrence du paludisme dans la commune de Pobè au sud-est du Bénin », *XXVIII<sup>e</sup> Colloque de l'Association Internationale de Climatologie* :p 129-132.

DAVID R. J. et SARA R. E. (2006), *Climate change and vector-borne diseases. Advances in parasitology*, 62 pp 346-381.

ESTELLE K. M. (2012), « Paludisme et interprétations sociales du changement climatique à l'ouest du Cameroun » in territoire en mouvement, Revue de géographie et aménagement consulté le 31/03/2017. URL: <http://tem.revues.org/1726>; DOI: 10.4000/tem.1726

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

GETHING P., W., SMITH D., L. et PATIL A. P. (2010), "Climate change and the global malaria recession", *Nature*, vol. 465, May, pp. 342-345 DOI: [10.1038/nature09098](https://doi.org/10.1038/nature09098)

LADNER J., BIGOT S., DIGBEU H., BROU Y. T., MARGAIS F. et NGUESSAN BI B. (2004), Géographie, pluviométrie et épidémiologie du paludisme en Côte d'Ivoire entre 1996-2000. Publication du Congrès de l'Association des Epidémiologistes de la Langue Française(ADELFI), France, 14-17 Septembre 2004, Sous presse.

LE JOURNAL DES SCIENCES SOCIALES (2009), n°6, Décembre 2009, GISS, Abidjan, p165.

MARTINY N. et CHIAPPELLO I. (2013), "Assessments for the impact of mineral dust on the meningitis incidence in West Africa". *Atmospheric Environment*, 70:245–253, May 2013. ISSN13522310.doi: 10.1016/j.atmosenv.2013.01.016. URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1352231013000290>

MORON V. (1994), variabilité des précipitations en Afrique tropicale au nord de l'équateur(1933-1990) et les relations avec les températures de surface océanique et la dynamique de l'atmosphère, thèse de doctorat, centre de recherches de climatologie, Université de Bourgogne, Dijon, 1994, 325p.

MOUCHET J. (1999), Vectors and environmental factors in malaria, *Trans. ClinicBiol.*, n°6, pp35-43.

MOUSSA F. (2011), « Impact du climat sur l'écologie et la transmission du paludisme :Analyse du risque dans le septentrion malien » in Médecine humaine et pathologie, Université de Grenoble, Grenoble, 145p.

NICHOLSON S. E. (1988), Subsaharan rainfall 1981-1984, *JCAM*, 24, pp 1388-1391. DOI: [10.1175/1520-0442\(1988\)001<0418:ENOARV>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1988)001<0418:ENOARV>2.0.CO;2)

OMS (2012), Atlas de la santé et du climat consulté sur [www.who.int/bookorders](http://www.who.int/bookorders) le 12/9/2016.

OMS (2015), Le rapport final sur les progrès dans la réalisation des objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) portant sur l'eau et l'assainissement, Genève, 7p.

PETTITT A.N. (1979), A non-parametric approach to the change-point problem. *Applied Statistics*, 28, n°2, pp 126-135.

PNLP. (2005), Document de politique nationale pour la lutte contre le paludisme, Abidjan, 18p.

PNLP. (2015), Document de politique nationale pour la lutte contre le paludisme, Abidjan, 18p.

SCIAMA Y. (2008), Le changement climatique : une nouvelle ère sur la terre. 2<sup>e</sup> édition, La petite encyclopédie Larousse, France, Larousse, 128p.

SCIENCES au SUD (2009), Le journal de l'IRD, n°51, Septembre /Octobre 2009, 72p.

SERRES M. (1989), « La philosophie et le climat », in colloque de Lassay: Pollution, atmosphère, ozone, effet de serre, déforestation, Paris, Larousse, p.50-61.

SERVAT E., PATUREL J.E., KOUAME B., MASSON J. M. et MARIEU B.(1999), Différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'ouest et centrale non sahélienne, Vol.12, n°2, pp363-387. Consulté le 12/9/2016 sur <http://id.erudit.org/iderudit/705356ar>.

SERVAT E., PATUREL J.E., KOUAME B., MASSON J. M. TRAVAGLIO M., OUEDRAOGO M., BOYER J.F., LUBES-NIEL H., MASSON J.M. et MARIEU B.(1998), Identification, caractérisation et conséquences d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'ouest et centrale, IAHS Publication, 252(1998) 323-337.

TASTET J P, MARTIN L et AKA K. (1972), Géologie et environnements sédimentaires de la marge continentale de Côte d'Ivoire, Abidjan, 39p.